

COLEÇÃO  
**Viver,**  
**Aprender**

**Ciências da Natureza e Matemática  
Ensino Médio**

**Ciências, transformação e cotidiano**

**Carla Newton Scrivano**

Licenciada em Biologia e consultora para projetos relacionados à disciplina

**Eraldo Rizzo de Oliveira**

Licenciado em Física e professor da disciplina para a Educação Básica

**Julio Cezar Foschini Lisbôa**

Licenciado em Química e professor da disciplina para o Ensino Superior

**Maria Carolina Cascino da Cunha Carneiro**

Doutora em Educação Matemática e professora da disciplina para o Ensino Superior

**Miguel Castilho Junior**

Licenciado em Biologia e professor da disciplina para a Educação Básica

**Rubem Gorski**

Licenciado em Matemática e professor da disciplina para a Educação Básica

MANUAL DO EDUCADOR

EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

**global**  
EDUCACIONAL

1ª edição, São Paulo, 2013

© Ação Educativa, 2013  
1ª edição, Global Editora, São Paulo 2013

**Global Editora**  
**Diretor editorial**  
Jefferson L. Alves  
**Gerente editorial**  
Dulce S. Seabra  
**Gerente de produção**  
Flávio Samuel  
**Coordenadora editoriai**  
Sandra Regina Fernandes  
**Assistente editorial**  
Rubelita Pinheiro  
**Edição e produção editorial**  
Tototipo Editorial  
**Revisão de texto**  
Alexandra Fonseca  
Desirée Araujo S. Aguiar  
Hires Héglan  
Izabel Cristina Rodrigues  
Roberta Oliveira Stracieri  
Sheila Fabre  
Tamara Castro  
Tereza Cristina Duarte Silva  
**Pesquisa iconográfica**  
Tempo Composto  
**Ilustrações**  
Avelino Guedes  
Caco Bressane  
Conexão Editorial  
Luis Moura  
Planeta Terra Design  
**Cartografia**  
Conexão Editorial  
**Capa**  
Eduardo Okuno  
Maurício Negro  
**Foto da capa**  
Eduardo Garcia/Photographer's Choice/Getty Images  
(Plataforma de petróleo e navios na baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ)  
**Projeto gráfico e editoração eletrônica**  
Planeta Terra Design

**Ação Educativa**  
**Diretoria**  
Luciana Guimarães  
Maria Machado Malta Campos  
Orlando Joia  
**Coordenação geral**  
Vera Masagão Ribeiro  
**Coordenação editorial**  
Roberto Catelli Jr.  
**Consultora**  
Maria Cecília Guedes Condeixa  
**Assistentes editoriais**  
Dylan Frontana  
Fernanda Bottallo  
**Estagiária em editoração**  
Camila Cysneiros  
**Apoio**  
EED – Serviço de Igrejas Evangélicas  
na Alemanha para o Desenvolvimento



**Direitos Reservados**  
**Global Editora e**  
**Distribuidora Ltda.**

Rua Pirapitingui, 111 – Liberdade  
01508-020 – São Paulo – SP  
Tel.: (11) 3277-7999 – Fax: (11) 3277-8141  
global@globaleditora.com.br  
www.globaleditora.com.br



Rua General Jardim, 660 – Vila Buarque  
01223-010 – São Paulo – SP  
Tel.: (11) 3151-2333 – Fax: (11) 3151-2333 r.: 135  
acaoeducativa@acaoeducativa.org  
www.acaoeducativa.org.br

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Ciência, transformação e cotidiano : ciências da natureza e matemática ensino médio : Educação de Jovens e Adultos. – 1. ed. – São Paulo : Global, 2013. – (Coleção viver, aprender)

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-85-260-1865-5 (aluno)

ISBN 978-85-260-1866-2 (professor)

1. Educação de adultos 2. Educação de jovens 3. Ensino médio 4. Livros-texto (Ensino médio)  
5. Ciências (Ensino médio) 6. Matemática (Ensino médio) I. Série.

13-04050

CDD-373.19

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ensino integrado : Livros-texto : Ensino médio 373.19



Colabore com a produção científica e cultural.  
Proibida a reprodução total ou parcial desta obra  
sem a autorização do editor.

Nº de Catálogo (aluno): **3154**

Nº de Catálogo (educador): **3155**

# Apresentação

As estratégias aplicadas na elaboração desta obra baseiam-se no princípio do direito de todos à educação de qualidade, condição fundamental para o exercício da cidadania e para a plena participação na vida social. Assim sendo, disponibilizamos uma obra criada particularmente para jovens e adultos que iniciam ou retomam seus estudos formais no Ensino Médio, focando as necessidades de aprendizagem específicas desse público-alvo.

A obra está organizada por áreas de conhecimento, sendo este volume dedicado à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, incluindo as disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática.

Para cada uma das três etapas há dois temas orientadores da produção dos capítulos, um relacionado às Ciências da Natureza e outro, à Matemática: **Energia e consumo, Matemática e vida cotidiana, Ambiente e saúde, A Matemática resolvendo problemas, Ciência e produção, Formas e medidas**. Ainda que seja indicada, em cada um dos capítulos, a disciplina da área relacionada, a quase totalidade deles pode ser trabalhada interdisciplinarmente, pois trazem questões que permitem abordagens de todas as disciplinas da área de Ciências da Natureza e de Matemática.

Nossa expectativa é que esta obra seja capaz de ampliar os conhecimentos de jovens e adultos em busca por maior qualificação profissional e também por um diálogo constante com o mundo vivido.

Queremos que a aprendizagem seja realmente significativa para os alunos, mostrando que o conhecimento abre portas para a construção de um olhar novo sobre o mundo em que vivemos, no qual nos colocamos como cidadãos, sujeitos ativos capazes de intervir na realidade.

Nessa perspectiva, devemos nos preparar para viver em um mundo complexo e de rápidas mudanças científicas e tecnológicas. Assim, a disciplina de Matemática e as da área de Ciências da Natureza devem promover a capacidade de entender a ciência e desenvolver formas de pensar que permitam aos estudantes posicionar-se diante das constantes transformações tecnológicas presentes em nossa sociedade.

Dessa maneira acreditamos que os estudantes da Educação de Jovens e Adultos, além de serem cidadãos que buscam maior qualificação escolar e profissional, são também os participantes ativos nas situações comunicacionais da vida contemporânea.

Os autores

# Sumário

## ETAPA 1

### UNIDADE 1 – ENERGIA E CONSUMO

<b>CAPÍTULO 1</b>	Leia e entenda rótulos e embalagens .....	7
<b>CAPÍTULO 2</b>	Sem energia, nada feito! .....	13
<b>CAPÍTULO 3</b>	O olhar da Ciência no dia a dia .....	30
<b>CAPÍTULO 4</b>	Substâncias químicas: o que são? Onde estão? .....	40
<b>CAPÍTULO 5</b>	Ser ou não ser alimento? Eis a questão! .....	48
<b>CAPÍTULO 6</b>	Quantidades e proporções de substâncias químicas: do remédio ao veneno .....	56
<b>CAPÍTULO 7</b>	Consumo de energia: medidas e contas .....	64
<b>CAPÍTULO 8</b>	Consumo energético: obesidade e anorexia .....	75
<b>CAPÍTULO 9</b>	Os materiais de ontem e de hoje .....	82
<b>CAPÍTULO 10</b>	Quem não se comunica... .....	89
<b>CAPÍTULO 11</b>	Eu e o meu ambiente .....	101

### UNIDADE 2 – MATEMÁTICA E VIDA COTIDIANA

<b>CAPÍTULO 1</b>	Letras e números .....	111
<b>CAPÍTULO 2</b>	Pagamentos e cia. ....	125
<b>CAPÍTULO 3</b>	Cidades, planejamento, ocupações .....	134
<b>CAPÍTULO 4</b>	Dependência entre grandezas: funções .....	147
<b>CAPÍTULO 5</b>	Fórmulas e direitos .....	163
<b>CAPÍTULO 6</b>	Pitágoras, seu teorema e o número irracional .....	171

## ETAPA 2

### UNIDADE 1 – AMBIENTE E SAÚDE

<b>CAPÍTULO 1</b>	O descarte dos materiais que utilizamos: como era, como é? .....	184
<b>CAPÍTULO 2</b>	Luzes, câmera, ação! .....	193
<b>CAPÍTULO 3</b>	O futuro dos materiais que utilizamos: perspectivas de mudanças .....	205
<b>CAPÍTULO 4</b>	Estava escrito nas estrelas .....	212
<b>CAPÍTULO 5</b>	Eu e o futuro do ambiente .....	224
<b>CAPÍTULO 6</b>	A Química no sistema produtivo industrial .....	233
<b>CAPÍTULO 7</b>	“Contudo, ela se move!” .....	240
<b>CAPÍTULO 8</b>	Introdução à Biotecnologia .....	253
<b>CAPÍTULO 9</b>	Doenças profissionais por uso de substâncias químicas .....	264
<b>CAPÍTULO 10</b>	A todo vapor .....	270
<b>CAPÍTULO 11</b>	A saúde do trabalhador .....	283

## UNIDADE 2 – A MATEMÁTICA RESOLVENDO PROBLEMAS

<b>CAPÍTULO 1</b>	Você, a mídia e a Matemática .....	289
<b>CAPÍTULO 2</b>	Sistemas de numeração, de medidas e problemas de contagem .....	301
<b>CAPÍTULO 3</b>	Sistemas de equações, elementos de geometria analítica e probabilidade .....	312
<b>CAPÍTULO 4</b>	Congruência, semelhança e o teorema de Tales .....	324

## ETAPA 3

## UNIDADE 1 – CIÊNCIA E PRODUÇÃO

<b>CAPÍTULO 1</b>	Processos produtivos industriais da Química: como eram, como são e como deverão ser no futuro .....	334
<b>CAPÍTULO 2</b>	Um choque elétrico na modernidade .....	342
<b>CAPÍTULO 3</b>	Biotecnologia, o presente e o futuro: previsões .....	355
<b>CAPÍTULO 4</b>	A Química na farmácia .....	363
<b>CAPÍTULO 5</b>	O eletromagnetismo nosso de cada dia .....	371
<b>CAPÍTULO 6</b>	Mudanças na saúde ao longo de História .....	387
<b>CAPÍTULO 7</b>	Química na agricultura .....	498
<b>CAPÍTULO 8</b>	A Física por trás da Medicina .....	407
<b>CAPÍTULO 9</b>	Municípios saudáveis .....	420
<b>CAPÍTULO 10</b>	Descobertas e invenções de substâncias, misturas e transformações químicas .....	426
<b>CAPÍTULO 11</b>	A evolução do pensamento científico .....	433

## UNIDADE 2 – FORMAS E MEDIDAS

<b>CAPÍTULO 1</b>	Forma para que te quero? .....	449
<b>CAPÍTULO 2</b>	Trigonometria no triângulo retângulo e outros elementos de geometria analítica .....	459
<b>CAPÍTULO 3</b>	Comprimento e área de figuras com componentes circulares .....	468
<b>CAPÍTULO 4</b>	Volumes e alguns indicadores importantes .....	479
<b>CAPÍTULO 5</b>	Resolução de problemas, progressões e uma nova equação .....	489
<b>CAPÍTULO 6</b>	Inequações, representações gráficas e elementos de geometria analítica .....	500

 Química

 Física

 Biologia

 Matemática



Convivemos com uma variedade muito grande de produtos industrializados. São medicamentos, produtos de higiene e de limpeza, cosméticos, tintas, agrotóxicos, inseticidas domésticos, solventes, metais, produtos alimentícios, papéis, plásticos, combustíveis e tantos outros.

Esses produtos estão muito presentes em nosso cotidiano, sendo que alguns deles estão entre as principais causas de acidentes domésticos envolvendo crianças, jovens e adultos. Foram registrados no Brasil, em 2009, cerca de cem mil casos por ano de intoxicações, levando a mais de quatrocentas mortes.

A maior parte dessas intoxicações é decorrente do mau uso desses produtos. Se somarmos às intoxicações os acidentes domésticos, como os incêndios e as explosões, que levam a queimaduras, cortes e sufocamentos, e que também envolvem produtos industrializados, certamente esses números aumentarão muito. Assim, para que possamos nos prevenir de todos esses riscos, é muito importante conhecer mais os materiais que nos cercam.

Esse conhecimento começa com a leitura atenta de tudo o que está escrito nos rótulos e nas embalagens dos produtos que utilizamos.



Produtos industrializados presentes em nosso dia a dia.

Montagem fotográfica: Conesão Editorial

**PESQUISAR**

Os rótulos ou embalagens dos produtos industrializados contêm muitas informações. Veja o exemplo a seguir:



Ilustração digital: Luis Moura

Informações contidas no rótulo de um produto alimentício.

Será que as pessoas leem todas essas informações?

Para descobrir isso, você fará uma pequena enquete, entrevistando cinco pessoas à sua escolha sobre quais informações elas buscam nos rótulos ou nas embalagens dos produtos que consomem. Para facilitar seu trabalho, crie um quadro com 7 colunas e 10 linhas. A pergunta de sua entrevista é: o que você costuma ler nos rótulos ou embalagens dos produtos? Nas linhas da primeira coluna, você vai listar os elementos do rótulo, que podem ser:

- nome do produto;
- marca do fabricante;
- data de fabricação;
- prazo ou data de validade;
- composição (ingredientes);
- tabela nutricional (no caso de alimentos);
- modo de usar, contraindicação, precaução;
- símbolos que aparecem;
- nome, endereço e telefone do fabricante;
- quantidade do produto.

Depois, use uma coluna para cada entrevistado e assinale com X os elementos que cada um costuma ler nos rótulos ou nas embalagens e com um traço (–) o que a pessoa não lê.

Depois que tiver entrevistado as cinco pessoas, some o total de X de cada linha da tabela e escreva na última coluna. Assim, você terá o total de pessoas que leem determinado item.

1. Qual item ou quais itens as pessoas mais leem nos rótulos e embalagens?
2. Há algum item que nenhuma das pessoas entrevistadas costuma ler?
3. E você, o que lê nos rótulos e nas embalagens?

---

## O SIGNIFICADO E A IMPORTÂNCIA DAS INFORMAÇÕES DE RÓTULOS E EMBALAGENS

Vamos agora entender melhor o que significam essas informações e por que é importante conhecê-las bem antes de utilizar um produto.

### **O NOME DO PRODUTO**

O nome do produto diz o que se está adquirindo. Por exemplo: água sanitária, leite em pó, leite longa vida, bebida láctea, manteiga etc.

Parece mentira, mas é justamente por não lerem nem o nome do produto que muitas pessoas acabam comprando “gato por lebre”, ou seja, pensam que estão adquirindo um produto quando, na realidade, estão levando outro.

Isso acontece porque produtos diferentes, mas que têm a mesma finalidade, são comercializados em embalagens semelhantes e encontrados nas mesmas prateleiras dos supermercados.

Observe as imagens que representam embalagens de leite, um produto que costuma confundir as pessoas:



## A MARCA DO FABRICANTE

Pesquisas de opinião mostram que as marcas que estão há mais tempo no mercado e que investem em propaganda têm a preferência das pessoas, mesmo que seus produtos sejam mais caros.

Mas o que leva uma pessoa a adquirir o produto da marca X e rejeitar o mesmo produto da marca Y? Só confiança na marca? Propaganda? Preço? Hábito? A qualidade dos produtos da marca?

### DEBATER

Reúnam-se em trios e escolham um produto que é muito usado por vocês. Discutam as questões apresentadas, procurando chegar a alguma conclusão sobre as principais razões para a preferência pela marca.

## A DATA DE FABRICAÇÃO E O PRAZO DE VALIDADE

Os produtos encontrados no mercado são constituídos de substâncias químicas, pois tudo o que nos cerca, inclusive essas mercadorias, é formada por substâncias químicas.

Acontece que, com o tempo, tais substâncias, por interação com luz, calor ou ar, transformam-se em outras, com características completamente diferentes do produto inicial.

Por isso, há o prazo de validade – que significa o período de tempo em que as características do produto adquirido são garantidas pelo fabricante. Passado esse período, o produto poderá apresentar problemas de ineficiência (por exemplo, perda do poder de limpeza) ou até causar danos à saúde, no caso de medicamentos e de produtos alimentícios.

Deve-se dedicar muita atenção à leitura desse prazo, pois cada fabricante pode ter uma maneira diferente de indicá-lo na embalagem. Em alguns produtos, o prazo é quase ilegível ou difícil de interpretar ou de ser encontrado na embalagem. Veja, por exemplo, as imagens na página a seguir, que mostram diferentes formas de apresentar a data de

fabricação e o prazo de validade em determinados produtos. Algumas informações são difíceis de serem visualizadas.

É também importante verificar, um a um, os produtos que estão dispostos em uma mesma prateleira do supermercado, pois é muito comum os comerciantes colocarem em local mais acessível os produtos que estão com prazos de validade próximos de vencer, deixando no fundo da prateleira ou em locais mais altos aqueles que durarão mais tempo. Cuidado também com as “ofertas”: muitas vezes são de produtos cujo prazo de validade está próximo de expirar.

## LER IMAGENS

Veja algumas formas de mostrar a data de validade e a data de fabricação. Algumas são difíceis de visualizar. Você consegue descobrir mais facilmente a data de validade em qual dos rótulos?



Onde está a data de fabricação? Qual é a data de validade?

Onde está a data de validade? É fácil notar? E a data de fabricação?

Desta maneira dá para entender!

## A COMPOSIÇÃO (INGREDIENTES)

Os rótulos ou embalagens devem mostrar qual é a composição do produto, ou seja, quais são os ingredientes utilizados em seu preparo. Por que é importante ler a composição do produto? Há várias razões: uma delas é que há pessoas alérgicas a determinados ingredientes; outra é que, em caso de alergia, intoxicação ou ingestão acidental, é importante indicar ao socorro médico o que o produto contém, pois assim o tratamento tem maior chance de sucesso. Além dessas, há também outras razões, ligadas à própria qualidade do produto. Veja o exemplo a seguir:

A

**Ingredientes:** creme de leite, leite em pó desnatado, espessantes carboximetilcelulose, celulose microcristalina, carragena, goma guar e goma alfarroba e estabilizante citrato de sódio.  
**NÃO CONTÉM GLÚTEN**

B

**Ingredientes:** creme de leite e estabilizante fosfato dissódico.  
**Homogeneizado.**  
**NÃO CONTÉM GLÚTEN.**  
**NÃO CONGELAR.**

Ingredientes de dois cremes de leite: um de caixinha (A) e outro de lata (B). Ambos são cremes de leite, porém um tem leite em pó e espessantes em sua composição. Os espessantes servem para “engrossar” o creme de leite. O que tem leite em pó e espessantes é mais barato, mas contém menos creme de leite.

## MODO DE USAR

Cada produto tem um modo correto de utilização. Leia o seguinte texto, que se refere a um caso real.

Uma pessoa resolveu usar um produto para remover uma mancha de ferrugem em um sapato de pano, mas não lavou o calçado com água em abundância após a utilização do produto, conforme indicado nas instruções de uso. Resolveu calçá-lo em seguida, pois a mancha havia sumido. No mesmo dia, começou a sentir um ardor no pé e observou uma vermelhidão. Logo, formou-se uma ferida necrosante (que mata as células da pele).

Isso aconteceu porque o produto empregado contém uma substância denominada ácido oxálico, que provoca essa ação necrosante em contato com a pele.

Com base no que foi mostrado nesse caso, responda: qual deve ser a atitude do consumidor diante das informações do rótulo?

## Os SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Embalagem reciclável.
	Embalagem de aço.
	Embalagem de plástico reciclável. O número que aparece no meio indica o tipo de plástico.
	Embalagem de alumínio e reciclável.
	Embalagem reciclável.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

Em rótulos e embalagens há símbolos que dão informações importantes. Veja alguns deles:

Todas as embalagens que podem ser recicladas devem apresentar símbolos de reciclagem. Reciclar significa reinserir o material no ciclo produtivo e não simplesmente que ele seja reutilizado com outra finalidade. Por exemplo, garrafas PET são recicladas quando entram no processo de produção para dar origem novamente a plásticos e não quando são simplesmente reutilizadas para fazer uma vasilha. Nesse caso, temos *reúso* e não *reciclagem*.

Todos os produtos têm alguma utilidade, mas muitos deles são perigosos. Alguns são inflamáveis e podem provocar incêndios e queimaduras. Outros são tóxicos e podem causar doenças e até matar. Outros são corrosivos, ou seja, corroem diversos materiais, destroem a pele e, se forem ingeridos, podem matar.

Alguns dos símbolos que indicam produtos perigosos são os seguintes:

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Líquido inflamável. Exemplo: álcool.		Produto corrosivo. Exemplos: tira-manchas, água sanitária, soda cáustica, ácido muriático.
	Gás inflamável. Exemplos: gás de isqueiro, gás de cozinha.		Produto muito irritante ou tóxico. Pode causar doenças e até matar. Exemplos: inseticidas, tira-manchas, tira-ferrugem, solventes de tintas, vernizes.
	Sólido inflamável. Exemplos: fósforos e velas.		Produto muito tóxico, veneno. Pode provocar a morte se for ingerido ou inalado. Exemplos: inseticidas, veneno para ratos, formicidas, mata-cupim.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

## NOME, ENDEREÇO E TELEFONE DO FABRICANTE

Essas informações são muito importantes, tanto para esclarecimentos de dúvidas dos consumidores como para possíveis reclamações. Produtos que não têm essas informações são possivelmente clandestinos.

## A QUANTIDADE DE PRODUTO

“Pague mais por menos”: essa poderia ser uma manchete de jornal numa época em que os preços dos produtos estavam tabelados, durante o Plano Cruzado, adotado pelo governo Sarney, na década de 1980. O produto era o mesmo, o preço era o mesmo, mas a quantidade era menor. Esse artifício é muito usado por muitos fabricantes para aumentar preços indiretamente. É a famosa “maquiagem”. É preciso ficar bem atento ao comprar um produto.

Por exemplo: certo fabricante vende o pacote de 4 rolos de papel higiênico com 20 m cada um a R\$2,50. Outro vende o pacote de 4 rolos de papel com 30 m cada um, com a mesma qualidade, a R\$2,70. É, portanto, mais barato comprar os rolos de 30 m. Verifique sempre a quantidade indicada e tenha sempre uma calculadora em mãos ao fazer compras!

### APLICAR CONHECIMENTOS

1. Enceja (2005) Nas tabelas a seguir, estão informações nutricionais de dois tipos de amendoim.

#### Tipo A

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção de 20 g		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor calórico	110 kcal	4
Proteínas	5 g	10
Gorduras totais	9 g	11
Gorduras saturadas	0 g	0
Colesterol	0 mg	0
Ferro	0,70 mg	5
Sódio	410 mg	17

\* Valores diários de referência com base em uma dieta de 2500 kcal.

#### Tipo B

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção de 10 g		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor calórico	60 kcal	2
Proteínas	3 g	6
Gorduras totais	5 g	6
Gorduras saturadas	1 g	4
Colesterol	0 mg	0
Ferro	0,2 mg	1
Sódio	0 mg	0

\* Valores diários de referência com base em uma dieta de 2500 kcal.

Analisando as informações, pode-se concluir que:

- a) o amendoim do tipo A tem maior valor calórico que o amendoim do tipo B.
  - b) tanto o amendoim do tipo A quanto o do tipo B estão isentos de colesterol.
  - c) tanto o amendoim do tipo A quanto o do tipo B apresentam as mesmas concentrações de sal.
  - d) tanto o amendoim do tipo A quanto o do tipo B estão isentos de gordura.
2. Enceja (2005) Uma dona de casa foi ao supermercado e resolveu comprar queijo. Chegando em casa, notou que ele estava esbranquiçado e tinha a data de validade vencida. Sua atitude mais correta seria a de:
- a) tirar a parte esbranquiçada e comer o restante do queijo.
  - b) trocar o produto por outro que esteja dentro do prazo de validade.
  - c) dar aos animais por considerá-lo estragado.
  - d) comê-lo assim mesmo, já que o prazo de validade não é importante.

## Sem energia, nada feito!

Joana chega a seu trabalho e, como de costume, aciona o botão do elevador para subir até o oitavo andar, onde é seu escritório. Ao perceber que o painel do elevador estava apagado, olha desolada para as escadas, sua única alternativa diante da falta de energia elétrica. Resignada, põe-se a subir as escadas degrau a degrau, carregando os documentos que deverão ser encaminhados ainda naquela manhã.

Situações como essa nos trazem a consciência do quanto somos dependentes de fontes de energia para realizar diversas atividades de nosso dia a dia. Os aparelhos elétricos que usamos diariamente nos trazem comodidades e facilitam a realização de trabalhos, como o de nos transportar até os andares mais altos de um edifício, como fazem os elevadores. Entretanto, para que isso aconteça, todos os equipamentos necessitam de energia para realizar tarefas. Portanto, sem energia, nada feito! Joana que o diga, ao chegar a seu escritório depois de dez minutos, esbaforida e com as pernas doloridas!



Ilustração digital: Luis Moura

Na falta de energia para colocar os aparelhos em funcionamento, temos de nos valer da energia do próprio corpo. É o que ocorre quando os elevadores não funcionam e temos de usar as escadas.

(Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Você só é capaz de ler este texto por causa da energia dos alimentos que está armazenada em seu corpo, que também é usada ao respirar, pensar, falar, mover-se etc. Essa energia fica armazenada nas ligações químicas das substâncias que são processadas durante a digestão. Dentro de nossas células, essas ligações químicas são rompidas, liberando a energia necessária para o funcionamento de cada órgão.

Entretanto, para ler deve haver luz, proveniente de uma lâmpada, de uma vela ou ainda do próprio Sol. Cada fonte de energia possui características próprias e é pelo conhecimento e domínio das diversas fontes de energia que o ser humano se torna capaz de transformar o mundo onde vivemos, possibilitando inovações tecnológicas e criando novos desafios.

Neste capítulo vamos aprender a reconhecer as diferentes formas de energia e suas transformações a partir de uma rápida viagem pela história da humanidade, analisando a relação entre oferta de energia e desenvolvimento humano.

#### DEBATER I

Converse com seus colegas sobre as questões a seguir.

1. Imagine que você vive cinquenta anos atrás. Como você deve proceder para comprar, armazenar e preparar alimentos em casa?
2. E como eram os meios de transporte e de comunicação dessa época.

## ENERGIA PARA O TRABALHO DO HOMEM PRIMITIVO

Parece estranho pensar que os primeiros seres humanos já trabalhavam. Entretanto, a luta pela sobrevivência implica uma permanente busca de recursos na natureza, o que requer considerável quantidade de energia. Portanto, trabalhar, nesse contexto, significa transformar a natureza.

Há 150 mil anos os seres humanos viviam praticamente como os outros animais, utilizando apenas o que conseguiam retirar da natureza. O Sol era a única fonte de luz e de calor, e seu alimento consistia de frutos das árvores e de carne crua, pois ainda não sabiam como produzir e dominar o fogo.

Como grande parte da energia corporal (em média 60%) é usada para manter a temperatura de nosso corpo estável, a sobrevivência do homem primitivo dependia basicamente do balanço energético, ou seja, da diferença entre a energia obtida dos alimentos e a que era gasta pelo corpo. Quanto mais frio o ambiente, mais calor é produzido pelo nosso organismo para manter nossa temperatura estável, o que se agrava em épocas de inverno.

Se hoje em dia buscamos normalmente alimentos mais calóricos no inverno, imagine a dificuldade dos humanos primitivos para superar essa necessidade. A caça e a pesca eram realizadas sem o uso de instrumentos elaborados, o que requeria ainda maior quantidade de energia corporal para capturar e matar a presa.

A ciência moderna estabeleceu um padrão para a determinação da quantidade de energia contida nos alimentos, que vem estampado nas embalagens dos produtos. Essa energia pode ser medida em **Joules**, cujo símbolo é **J**. O Joule é a unidade de medida de energia usada pelo Sistema Internacional de Medidas (SI), mas é muito comum o uso da **caloria (cal)**. Como 1 cal é uma quantidade de energia muito pequena se comparada com os valores energéticos dos alimentos, costuma-se usar o múltiplo **quilocaloria (kcal)**, sendo **1 kcal = 1 000 cal**. A relação entre caloria e Joule é **1 cal = 4,18 J**.

A obesidade passou a ser considerada questão de saúde pública em nossos dias. O metabolismo de nosso corpo ainda funciona baseado na lógica dos homens primitivos, na qual a energia dos alimentos representava quase a totalidade do seu consumo energético. Contudo, hoje em dia, somente 5% do que o cidadão urbano consome corresponde à energia dos alimentos. As facilidades trazidas pela modernidade fizeram com que a energia corporal fosse poupada, uma vez que dispomos de combustíveis para locomoção, eletricidade nos diversos aparelhos e outras energias para a produção dos bens que utilizamos. O sedentarismo e o aumento de peso são reflexos do resultado positivo no balanço energético entre consumo e gasto de energia corporal.

Observe as tabelas abaixo:

Valores energéticos por porção de alimentos		
Alimentos	Porções (100 g)	Energia (kcal)
Leite de vaca cru	Meio copo	63
Queijo branco fresco	uma fatia	243
Carne magra de vaca	uma fatia	146
Ovo	duas unidades	163
Refrigerante	meio copo	39
Pão	duas unidades	269
Peixe de mar frito	dois filês	371
Arroz cozido	3 colheres de sopa	167
Feijão cozido	5 colheres de sopa	67
Mamão	uma fatia	32

Fonte: PINHEIRO, A. B. V. et al. *Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras*. 5 ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

Quantidade de energia corporal consumida em atividades físicas	
Atividade	kcal gastas em 1 hora
Dormir	60
Estudar	180
Lavar roupa	200
Varrer	250
Andar a 5 km/h	350
Dançar	400
Pedalar	450
Jogar futebol	550
Subir escada	670
Correr	800

Fonte: JUSZWIAK, C. R.; PASCHOAL, V. C. P.; LOPEZ, F. A. Nutrição e atividade física. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 76, suplemento, nov./dez. 2000. Disponível em: <[http://www.medicina.ufrj.br/educacao\\_medica/graduacao/dep\\_pediatria/disc\\_pediatria/disc\\_prev\\_social/roteiros/jadolescencia/nutri%20C3%A7%20C3%A3o.pdf](http://www.medicina.ufrj.br/educacao_medica/graduacao/dep_pediatria/disc_pediatria/disc_prev_social/roteiros/jadolescencia/nutri%20C3%A7%20C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 4 fev. 2014.

1. Se um adulto necessita de aproximadamente 2000 kcal para suas funções orgânicas diárias (esportistas e mães que amamentam necessitam de um pouco mais), use a tabela dos alimentos e elabore um cardápio energeticamente balanceado para suprir essa necessidade diária.
2. Elabore uma rotina diária de atividades físicas que consumam 2000 kcal, o que evitaria o aumento de peso.

#### ATENÇÃO!

Esse cardápio não será necessariamente sadio, pois faltam outras informações nutricionais sobre esses alimentos. Além disso, cada indivíduo possui um metabolismo próprio. Por esse motivo, é necessário sempre consultar profissionais da saúde para obter orientações sobre rotina alimentar e atividades físicas mais apropriadas.

## O SER HUMANO E A ENERGIA

O Sol irradia energia em todas as direções, mas somente 1,4 bilionésimo dessa energia chega à Terra depois de viajar 150 milhões de quilômetros pelo espaço sideral. Dessa energia, 30% é refletido nas altas camadas da atmosfera e volta para o espaço; 46,6% aquece e evapora a água de oceanos e rios; 16,3% aquece o solo; 7% aquece o ar; e menos de 1% é usada pelas plantas terrestres e marinhas na fotossíntese.

A energia do Sol é a principal responsável pela manutenção da vida em nosso planeta, seja por permitir que haja água no estado líquido, fundamental para que a vida se desenvolva, seja por meio da fotossíntese realizada pelas plantas. A fotossíntese é uma reação química que usa a energia solar para capturar o gás carbônico presente na atmosfera e liberar o gás oxigênio ao produzir compostos como glicose, que servem de alimento para outros seres vivos.

De acordo com achados arqueológicos, o homem primitivo começou a utilizar o fogo há cerca de vinte mil anos, tornando a sua vida menos difícil. Esse conhecimento possibilitou-lhe enxergar durante a noite e se proteger de predadores, além de fornecer calor, fundamental para aquecer o ambiente e cozinhar os alimentos, facilitando a digestão.

Antes do fogo, o homem primitivo só conseguia armazenar energia em seu corpo por meio dos alimentos. Com o fogo, essa energia pôde ser armazenada fora de seu corpo, a partir da lenha, guardada para quando fosse necessária.

Portanto, ao dominar o fogo, o homem fez com que seu dia se estendesse ao longo da noite, além de fazer com que funções de seu corpo se estendessem para fora dele.

Outra grande revolução que ocorreu na vida humana foi o advento da agricultura há cerca de quinze mil anos. Por meio do cultivo da terra, os agrupamentos humanos deixaram de ser essencialmente nômades e passaram a se estabelecer próximos aos rios, onde a terra era mais fértil e úmida. Alguns grupos também criavam gado. Com a invenção do arado, foi possível também aproveitar a força muscular dos animais para realizar o trabalho de lavar a terra.

Com a agricultura, o homem passou a armazenar parte da energia radiante do Sol e a estocar alimentos para distribuição e consumo conforme sua necessidade. Isso aumentou

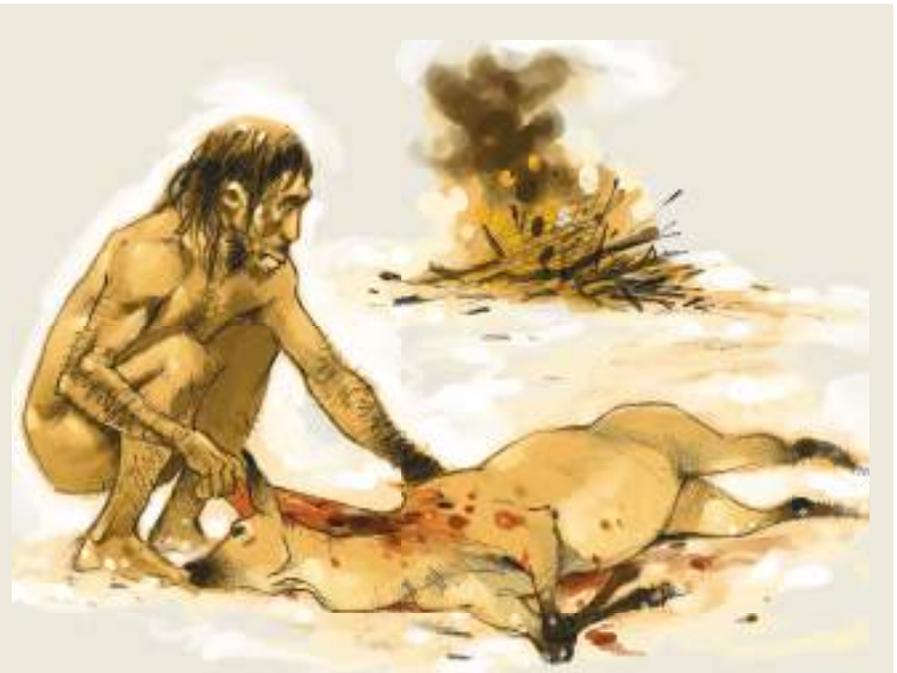
a oferta de alimento para os seres humanos primitivos, mas também aumentou o trabalho necessário para sua produção.

Os primeiros instrumentos de ferro foram feitos há cinco mil anos, ampliando a capacidade de derrubar florestas e sulcar terras mais duras. Assim, a atividade agrícola se expandiu para além das margens dos rios.

Nas vilas e cidades as relações sociais tornaram-se mais complexas, definindo-se funções especializadas: agricultores, ferreiros, pastores, guerreiros etc. Com isso, a obtenção de alimentos passou a depender não mais do trabalho de apenas um grupo de pessoas específico, mas de muitos homens e mulheres em atividades complementares, necessitando de maiores quantidades de energia para cada atividade.

A energia solar fixada na plantação, a tração animal e o fogo foram três diferentes fontes de energia que o homem primitivo aprendeu a dominar.

Ilustração digital: Conexao Editorial



Fonte: Elaborado pelos autores, 2010. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

O uso do fogo permitiu que os alimentos fossem assados ou cozidos, mudando hábitos alimentares dos seres humanos, uma vez que parte da digestão passou a ser feita fora do estômago devido à cocção dos alimentos.

## DEBATER II

1. Elabore com seus colegas uma lista com tudo que é necessário para que os ingredientes usados no preparo de um pão estejam disponíveis em uma cozinha. Comece pensando no preparo da terra para o plantio do trigo. Considere também o combustível usado para assar o pão.
2. Que funções ou profissionais estão envolvidos direta ou indiretamente na produção de um pão?
3. Em que situações e de que modo a energia é usada no processo de produção de um pão?

## ENERGIA PARA O TRABALHO DO HOMEM INDUSTRIAL

Hoje em dia, quase todas as coisas são produzidas pelas indústrias. Mas nem sempre foi assim: tecidos, livros, sapatos, ferramentas e tantos outros utensílios eram produzidos por artesãos há pouco mais de duzentos anos. Ferreiros, sapateiros, alfaiates, padeiros, carpinteiros, entre outros, são funções artesanais até hoje. Os artesãos confeccionavam seus produtos desde a preparação da matéria-prima até o acabamento e a venda final. Ainda com a posse dos meios de produção, suas oficinas eram pequenos estabelecimentos, tendo, quando muito, um ou dois aprendizes, e uma produção pequena que normalmente atendia ao mercado local.

O processo de industrialização iniciado em meados do século XVIII no Reino Unido representou outra grande transformação na vida humana. O surgimento da indústria foi caracterizado pelo emprego de muitas máquinas usadas em sequência por operários.

Em virtude da grande demanda por mão de obra para operar as máquinas, leis e transformações sociais provocaram uma grande transferência da população rural para as cidades onde as fábricas estavam instaladas, agravando diversos problemas urbanos como falta de moradia, baixos salários, péssimas condições de trabalho, trabalho infantil, falta de saneamento básico e de assistência médica etc. Aos poucos, os primeiros sindicatos foram surgindo, organizando e mobilizando os operários em manifestações e greves, reivindicando melhorias nas condições de trabalho.



New Walk Museum Art Gallery, Leicester, Reino Unido. Foto: Leicester Arts Museum/The Bridgeman Art Library/Keystone



Coleção particular. Foto: Peter Newark American Pictures/The Bridgeman Art Library/Keystone

**Uma fábrica de santos em Nápoles (1832), de Thomas Unwins (1782-1857). Óleo sobre tela, 75,5 x 86,4 cm.**

**Linha de montagem de indústria automobilística estadunidense, em Detroit, c. 1917. Fotografia de autoria desconhecida.**

A partir do século XIX, o artesanato ficou concentrado nos espaços das oficinas, onde um pequeno grupo de aprendizes vivia com o mestre-artesão, detentor de todo o conhecimento técnico. A Revolução Industrial trouxe a valorização da mecanização sobre o artesanato, extinguindo a liberdade do operário e sua identificação com aquilo que ajudava a produzir.

Nas fábricas, os operários eram treinados para ser especialistas em alguma parte da linha de montagem. Se um sapateiro dominava a arte de produzir um sapato, um operário na linha de montagem de uma fábrica de sapatos era responsável apenas por fixar a sola do sapato com uma máquina de costura, por exemplo. Outro operário apenas prendia a fivela e assim por diante.

O forte controle sobre a força de trabalho humano pelo uso das máquinas possibilitou aumentar vertiginosamente a produção na indústria, atendendo a um mercado consumidor em franca expansão. Os lucros decorrentes das vendas dos produtos eram enormes e fortemente concentrados nas mãos dos donos das indústrias, que investiam principalmente na compra de outras máquinas para expandir a produção.

Quanto mais máquinas, maior a necessidade de energia para pô-las em funcionamento. As primeiras máquinas industriais funcionavam a partir do vapor de água superaquecido pela queima do carvão mineral. Portanto, o início da Revolução Industrial teve como base o uso do **calor** ou da **energia térmica**.

### PESQUISAR I

Pesquise sobre a primeira máquina a vapor de que se tem notícia na história, a *colípora*. Compreender seu funcionamento simples ajuda a compreender também as modernas máquinas a vapor.

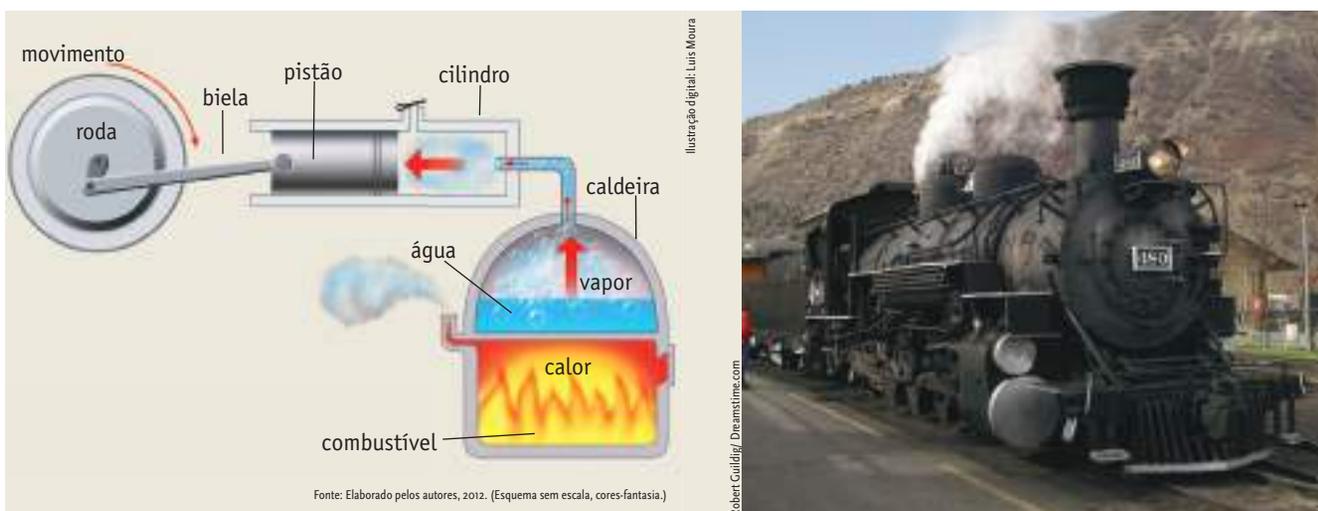
## A ENERGIA TÉRMICA EMPREGADA NAS MÁQUINAS A VAPOR

O carvão mineral, o petróleo e o gás natural são classificados como combustíveis fósseis, pois são formados a partir da decomposição de matéria orgânica soterrada e mantida, por milhares de anos, sob alta pressão e temperatura. Por conta desse longo processo de formação, essas fontes de energia não são consideradas renováveis, levando em conta a escala de tempo humana. Já as energias solar, eólica e das marés, por exemplo, são consideradas renováveis.

O carvão mineral teve tanta importância nos séculos XVIII e XIX quanto têm o petróleo e o urânio nos dias atuais. As cem milhões de toneladas de carvão extraídas anualmente pelos ingleses foram capazes de substituir o esforço humano utilizando locomotivas, teares e bombas de água.

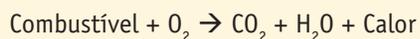
As primeiras máquinas a vapor foram usadas para retirar a água que se acumulava dentro das minas de carvão. As locomotivas a vapor, que alcançavam incríveis 45 km/h, podiam transportar cargas pesadíssimas. As antigas carruagens eram puxadas por cavalos e viajavam a 12 km/h, e quando os animais se cansavam, tinham de ser trocados.

As máquinas a vapor também foram usadas para impulsionar grandes embarcações, eliminando a tradicional dependência dos ventos, típica das naus da época das grandes navegações, duzentos anos antes. As máquinas a vapor aumentaram a velocidade do mundo.



O princípio básico de uma máquina a vapor é usar o calor produzido pela queima de um combustível para mover uma roda. O calor superaquece o vapor de água numa caldeira, fazendo pressão e empurrando um pistão móvel confinado num cilindro. A biela, engenhosamente montada, transmite o movimento do pistão para a roda.

A energia térmica que aquece a água da caldeira numa máquina térmica provém da **energia química** contida no combustível. A energia química, por sua vez, é liberada através da **combustão**. Nesse processo, o combustível reage com o gás oxigênio presente na atmosfera ( $O_2$ ) e, na presença de uma centelha, produz água ( $H_2O$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ), liberando parte da energia armazenada nas ligações químicas do combustível na forma de calor:



A quantidade de calor liberada nesse processo depende do tipo de combustível. Um motorista sabe que a gasolina rende mais que o álcool combustível nos motores dos automóveis. Veja na tabela a seguir o rendimento de alguns combustíveis:

Combustível (1 kg)	Energia (kcal)
Etanol	6 400
Gasolina	11 100
Óleo diesel	10 900
Lenha	2 800-4 400
Gás natural	11 900
Coque (derivado do carvão mineral)	7 200
Petróleo	11 900

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

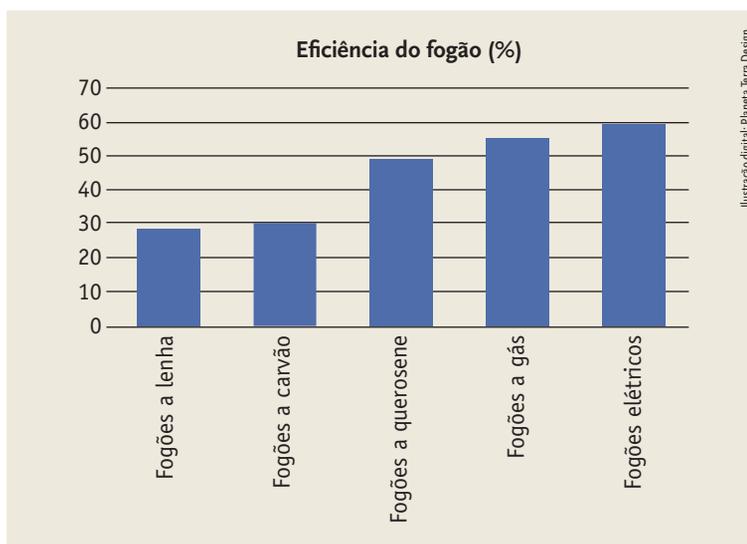
A partir desses dados fica evidente a importância de buscar fontes de energia mais eficientes e apropriadas para cada aplicação, como as atuais pesquisas para viabilizar as células de hidrogênio, que possui um calor de combustão de 28 670 kcal/kg.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

- Enem (2003) A eficiência do fogão de cozinha pode ser analisada em relação ao tipo de energia que ele utiliza. O gráfico ao lado mostra a eficiência de diferentes tipos de fogão.

Pode-se verificar que a eficiência dos fogões aumenta

- a) à medida que diminui o custo dos combustíveis.
- b) à medida que passam a empregar combustíveis renováveis.
- c) cerca de duas vezes, quando se substitui fogão a lenha por fogão a gás.
- d) cerca de duas vezes, quando se substitui fogão a gás por fogão elétrico.
- e) quando são utilizados combustíveis sólidos.



## CALOR E TEMPERATURA

A capacidade de transformar o mundo a partir da obtenção e do uso das diversas fontes de energia provém do conhecimento científico adquirido a partir de pesquisas sobre a interação entre matéria e energia. O calor, como vimos, é uma forma de energia. Mas como ocorre sua interação com a matéria? De que é composta a matéria?

Os antigos gregos do século IV a.C. foram os primeiros a propor que toda matéria era formada por minúsculas partículas, que eles chamaram de **átomos**, que em grego significa “indivisíveis”. Demócrito (c. 460-370 a.C.) foi um dos principais pensadores da escola grega atomista.

Para os atomistas, tudo, inclusive o fogo e a alma, seria constituído de átomos. Esse nome decorre da ideia de que se uma pedra fosse partida sucessivamente em pedaços cada vez menores, haveria um momento em que não mais seria possível dividi-los, chegando à menor porção de matéria possível, ou seja, ao átomo.

Essa ideia ficou esquecida por muito tempo, mas voltou com força total na ciência do início do século XIX. Hoje sabemos que toda matéria é constituída de átomos, que podem se associar formando **moléculas**, as menores unidades de matéria que caracterizam cada substância.

Por exemplo, uma molécula de água é composta por dois átomos de hidrogênio (símbolo H) e um átomo de oxigênio (símbolo O). Simbolicamente, a substância água é representada pela fórmula  $H_2O$ . Esse modelo de matéria é a base da compreensão do conceito de **temperatura**.

Às vezes utilizamos o tato para avaliar quanto um objeto está quente e até mesmo o estado febril de alguém. Entretanto, a nossa sensação pode nos surpreender, como na próxima atividade.

### EXPERIMENTAR

#### QUENTE OU FRIO?

##### Materiais necessários:

- uma vasilha com água morna;
- uma vasilha com água gelada;
- uma vasilha com água à temperatura ambiente.

##### Procedimentos:

Coloque as três bacias com água uma ao lado da outra. Coloque uma mão na bacia com água morna e a outra mão na bacia com água gelada e permaneça com elas imersas por um ou dois minutos. Em seguida, mergulhe as duas mãos simultaneamente na bacia com água à temperatura ambiente e procure sentir a temperatura da água em cada mão.

1. Como lhe parece a água à temperatura ambiente ao mergulhar a mão que estava na água morna? E a mão que estava na água gelada?
2. Com base nessas observações, o que você diria para uma mãe que, logo após lavar a louça com água fria, usasse as mãos para verificar se o filho está com febre? E se a mãe estivesse cozinhando e, por conta disso, tivesse as mãos bem aquecidas antes dessa verificação?

## ENERGIA CINÉTICA

Pelos dados obtidos do experimento, podemos concluir que o tato não é um indicador de temperatura confiável. De fato, nosso corpo é dotado de sensores térmicos sob a pele que são ativados quando a temperatura do meio externo é diferente da temperatura corporal.

Para compreender o que acontece nesse experimento, devemos ter em mente que **calor é um processo de transferência de energia térmica em virtude da diferença de temperaturas entre objetos ou no interior de um mesmo objeto**. Nesse processo, a energia sempre é transferida no sentido do que está com maior temperatura para o de menor temperatura. O calor geralmente provoca aumento na temperatura do objeto mais frio e a diminuição da temperatura do que está mais quente, até que ambos atinjam a mesma temperatura, cessando assim o calor. Nessa situação, dizemos que se instaurou um **equilíbrio térmico**.

Assim que colocamos a mão na água morna, percebemos a água mais quente. Isso decorre do fato de os sensores térmicos na mão perceberem a energia térmica proveniente da água que está mais aquecida. Como a energia térmica foi transferida da água para a mão, a temperatura da mão foi aumentando e a da água diminuindo, até que suas temperaturas se igualaram num dado momento, produzindo o efeito de não sentirmos mais a temperatura da água. Nesta situação, dizemos que a mão e a água estão em equilíbrio térmico.

O raciocínio é exatamente o mesmo para analisar a outra mão imersa na água gelada, mas a transferência energética acontece no sentido oposto. Logo no início, percebemos a água fria, pois a energia térmica da mão flui para a água, provocando diminuição da temperatura da mão e aumento da temperatura da água. Passado algum tempo, ambos podem atingir a mesma temperatura no equilíbrio térmico, podendo deixar a mão ligeiramente insensível à temperatura da água.

Como os sensores das mãos tiveram tempo suficiente para se acomodar às temperaturas de equilíbrio térmico nas respectivas águas onde estiveram imersas, ao mergulhar as mãos simultaneamente na bacia com água à temperatura ambiente, cada uma terá uma sensação térmica distinta. Você seria capaz de explicar isso? Basta considerar que nossa sensação de algo quente acontece quando nossos sensores térmicos recebem energia térmica e enviam a informação para o cérebro, e a sensação de frio ocorre quando a energia térmica flui de nosso corpo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

A água e a mão trocam energia térmica por meio do calor (representação feita pelas setas). O fluxo dessa energia se dá no sentido da maior para a menor temperatura. No equilíbrio térmico, as temperaturas se igualam e o calor cessa.

As minúsculas partículas da matéria possuem um permanente movimento desordenado. Qualquer tipo de **movimento**, inclusive o dessas partículas, diz respeito à outra modalidade de energia chamada **energia cinética**, que é tanto maior quanto maior for a velocidade do movimento. Logo, o calor pode modificar a energia cinética média das partículas de um corpo.

No experimento realizado, havia água com diferentes temperaturas. Do ponto de vista microscópico, a água morna era a que apresentava as moléculas com maior quantidade de energia cinética, com partículas mais agitadas e, portanto, com maior temperatura. Na água gelada, a energia cinética média de suas moléculas era bem menor, resultando numa temperatura mais baixa.

Seguindo esse raciocínio, quando é removida energia térmica suficiente da água, como faz um congelador, suas partículas diminuem sua energia cinética média tanto a ponto de ficarem imóveis, porém ainda vibrando, caracterizando a solidificação do gelo. Se, contudo, for fornecida energia térmica para a água no estado líquido por meio de uma chama, a energia cinética média de suas partículas aumentará tanto a ponto de as moléculas perderem suas ligações com as demais, passando para o estado gasoso.

É a energia cinética média das partículas que se modifica, aumentando ou diminuindo, conforme o fluxo energético no corpo promovido pelo calor. Portanto, quando usamos um termômetro para medir a temperatura de algo, estamos medindo o grau de agitação de suas partículas, ou seja, sua energia cinética média. Termômetro não mede calor, mas sim temperatura.

#### APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Uma lata de refrigerante foi tirada da geladeira e deixada sobre a pia por algum tempo. Explique por que sua temperatura se modifica até se estabilizar.
2. Qual a razão de a sopa esfriar depois de algum tempo, após ter sido preparada no fogão?
3. Como se explica que a água do arroz, enquanto cozinha, evapora, mas volta a se condensar (virar líquida novamente) na tampa da panela?

## CALOR E TRABALHO

Calor, portanto, é energia térmica que nunca pode ser localizada dentro de um objeto, mas apenas em trânsito, em transferência. O fluxo de calor num corpo pode causar modificações em sua temperatura, ou seja, na energia cinética média de suas partículas. Na verdade, a energia térmica, ao ser assimilada por um corpo, produz aumento na velocidade de agitação de suas partículas, transformando-se, portanto, em energia cinética.

A construção de uma máquina térmica leva em consideração todos esses conceitos. O calor liberado pela queima (combustão) do carvão mineral ou do petróleo aumenta a energia cinética média das partículas do vapor de água. O movimento desordenado dessas partículas é transformado no movimento ordenado do pistão, que coloca em movimento uma locomotiva a vapor, um moinho ou uma máquina de tear, por exemplo.

As máquinas térmicas funcionam desde que haja uma diferença de temperatura entre suas partes, favorecendo a propagação do calor no sentido da parte de maior temperatura para a de menor. O movimento produzido está relacionado ao trabalho realizado por essas máquinas, trabalho que, antes da Revolução Industrial, era realizado pelo esforço muscular.

Portanto, através da interação entre calor e matéria pode-se produzir trabalho também. A palavra **trabalho** tem um significado mais específico na Física, fazendo referência às situações em que a energia é transferida para obter movimento. Logo, trabalho e calor, em Física, são processos de transformação de energia, sendo que o calor provoca aumento da energia cinética das partículas de modo desordenado, enquanto o trabalho é consequência da energia cinética mais ordenada, mais organizada, como no movimento das máquinas térmicas.

É muito complicado definir energia, mas a partir do que vimos até aqui, podemos concluir que energia é a capacidade de modificar a temperatura de algum corpo ou de realizar trabalho.

## FORMAS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

A energia solar, constituída basicamente de luz e calor, viaja pelo vácuo até chegar à Terra. Essa é uma das formas de propagação da energia térmica. Ela não necessita de meio material e é conhecida como **irradiação**. Luz e radiação térmica são ondas eletromagnéticas e, como toda onda, transportam energia sem transportar matéria.

As ondas luminosas possuem valores de energia correspondendo às cores que percebemos, mas nossos olhos não conseguem captar e enviar ao cérebro a energia da radiação térmica, que normalmente está na faixa do **infravermelho**. Nossa pele, contudo, possui sensores térmicos capazes de perceber a energia térmica, particularmente quando passamos próximos de uma fonte intensa, como uma fogueira.

A energia também pode ser transferida por meio do calor pelo ar, pela água, pelo solo e pelos objetos, mas de maneiras diferentes, pois agora existem meios materiais no processo. Nos sólidos, a energia térmica atravessa o material. Em razão do processo conhecido como **calor por condução**, a energia térmica aquece o cabo de uma colher metálica quando mexemos um alimento levado ao fogo. A energia é transferida partícula a partícula nos sólidos, pelo aumento da agitação térmica.

Cada partícula que aumenta sua vibração transfere para sua vizinha menos vibrante parte de sua energia cinética, aquecendo toda a colher. Cada material possui uma capacidade de transmitir a energia através de si. Em geral, metais são bons condutores térmicos, motivo pelo qual nossas panelas são metálicas. Já a madeira e alguns tipos de plástico são considerados isolantes térmicos, revestindo os cabos de panelas e talheres, garantindo maior segurança.

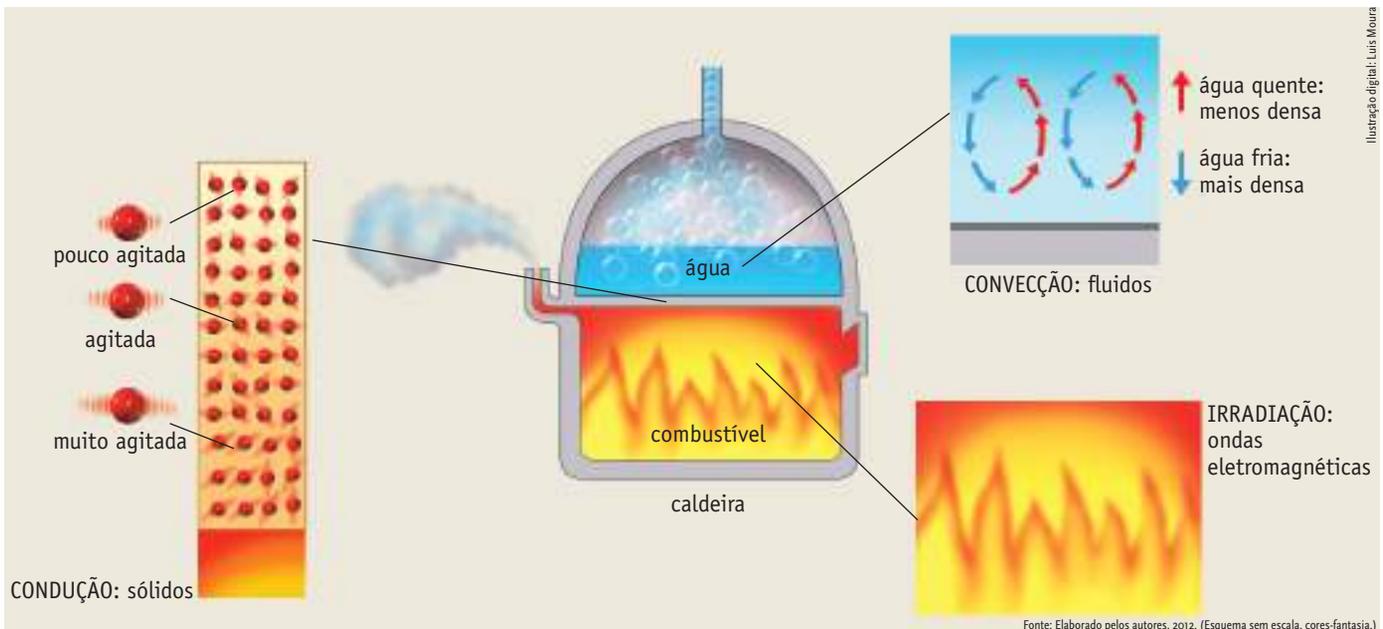
Por fim, quando o meio material for um fluido (líquidos ou gases), o processo de transferência de energia térmica predominante é o calor por **convecção**. Os ventos acontecem devido ao aquecimento diferenciado da superfície de nosso planeta. Por exemplo, durante o dia na praia, o vento sopra sempre do mar para a terra, e de noite o vento sopra no sentido oposto.

Isso acontece porque durante o dia o Sol aquece a água e a terra igualmente, contudo, a terra aquece mais rapidamente. O ar sobre a terra fica mais aquecido que o ar sobre o mar. Mais aquecido, as partículas do ar sobre a terra adquirem mais energia cinética, aumentando seu volume e diminuindo sua densidade.

Com isso, esse ar tende a subir na atmosfera, abrindo espaço para que o ar menos aquecido que estava sobre o mar ocupe aquele lugar deixado, produzindo o vento característico do mar para a terra. Ao subir, o ar diminui sua temperatura, aumenta sua densidade e tende a descer sobre o mar, criando assim uma corrente de convecção.

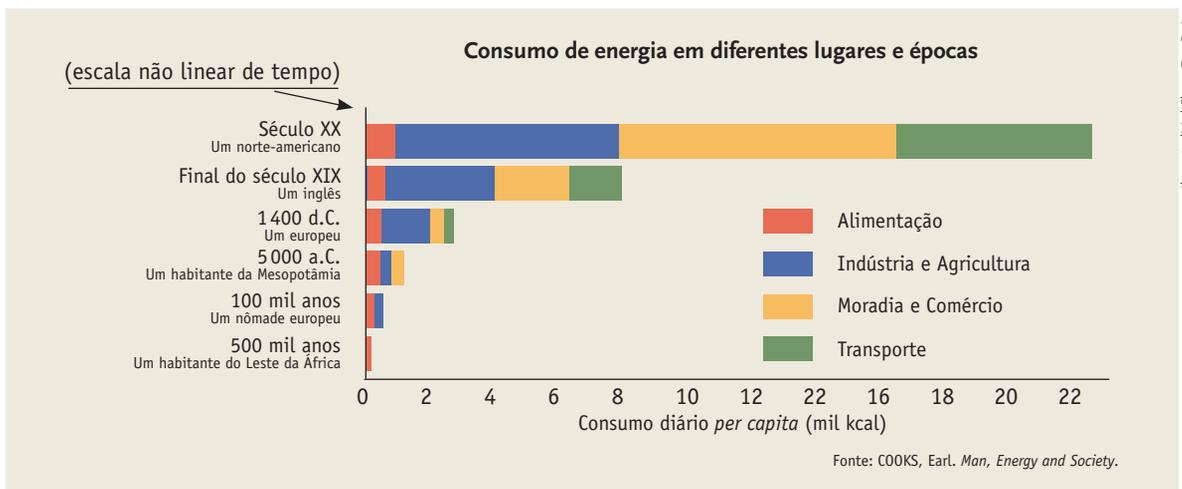
Durante a noite o processo é inverso, pois a terra tende a resfriar mais rapidamente do que a água do mar. Dessa vez é o ar sobre o mar que está menos denso e sobe, abrindo espaço para que o ar sobre a praia sobre naquela direção.

Observe o esquema a seguir, os três processos de transferência de energia térmica podem ser identificados na caldeira da máquina térmica, assim como numa panela aquecendo a água para preparar o jantar. O calor por irradiação ocorre pela queima do combustível, aquecendo o fundo da panela, cuja parede, através do calor por condução, transfere a energia até a outra face, onde se encontra a água, que, recebendo essa energia, torna-se menos densa e sobe, abrindo espaço para que a água menos quente e mais densa, que estava mais afastada do fundo aquecido, desça, produzindo as correntes de convecção.



### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Enem (2004) O consumo diário de energia pelo ser humano vem crescendo e se diversificando ao longo da História, de acordo com as formas de organização da vida social. O esquema apresenta o consumo típico de energia de um habitante de diferentes lugares e em diferentes épocas.



Segundo esse esquema, do estágio primitivo ao tecnológico, o consumo de energia *per capita* no mundo cresceu mais de 100 vezes, variando muito as taxas de crescimento, ou seja, a razão entre o aumento do consumo e o intervalo de tempo em que esse aumento ocorreu. O período em que essa **taxa de crescimento** foi mais acentuada está associado à passagem

- a) do habitante das cavernas ao homem caçador.
- b) do homem caçador à utilização do transporte por tração animal.
- c) da introdução da agricultura ao crescimento das cidades.
- d) da Idade Média à máquina a vapor.
- e) da Segunda Revolução Industrial aos dias atuais.

2. Enem (2000) As sociedades modernas necessitam cada vez mais de energia. Para entender melhor a relação entre desenvolvimento e consumo de energia, procurou-se relacionar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de vários países com o consumo de energia nesses países.

O IDH é um indicador social que considera a longevidade, o grau de escolaridade, o PIB (Produto Interno Bruto) *per capita* e o poder de compra da população. Sua variação é de 0 a 1. Valores do IDH próximos de 1 indicam melhores condições de vida. Tentando-se estabelecer uma relação entre o IDH e o consumo de energia *per capita* nos diversos países, no biênio 1991-1992, obteve-se o gráfico a seguir, onde cada ponto isolado representa um país, e a linha cheia, uma curva de aproximação.

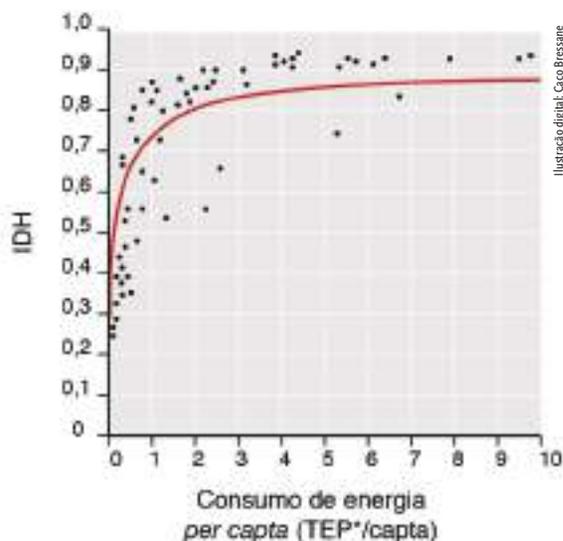


Ilustração digital: Ciro Bressane

\* TEP: Tonelada equivalente de petróleo.  
Fonte: GOLDEMBERG, José. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Edusp, 1998.

Com base no gráfico, é correto afirmar que:

- a) quanto maior o consumo de energia *per capita*, menor é o IDH.
- b) os países onde o consumo de energia *per capita* é menor que 1 TEP não apresentam bons índices de desenvolvimento humano.
- c) existem países com IDH entre 0,1 e 0,3 com consumo de energia *per capita* superior a 8 TEP.
- d) existem países com consumo de energia *per capita* de 1 TEP e de 5 TEP que apresentam aproximadamente o mesmo IDH, cerca de 0,7.
- e) os países com altos valores de IDH apresentam um grande consumo de energia *per capita* (acima de 7 TEP).

## PESQUISAR II

1. Faça uma lista de aparelhos elétricos de sua casa. Em seguida, escreva qual é a função de cada um deles.
2. Agrupe os aparelhos de sua lista nas seguintes funções:
  - a) produzem movimento;
  - b) produzem calor;
  - c) produzem ondas.
3. Liste quais são os tipos de fontes de energia elétrica que você conhece?

## ENERGIA PARA O TRABALHO DO HOMEM TECNOLÓGICO

A segunda etapa da Revolução Industrial, iniciada na segunda metade do século XIX, tem em sua base o desenvolvimento da indústria química, do petróleo, do aço e da eletricidade. A eletricidade, antes usada apenas em pesquisas científicas em laboratórios, passou a ser largamente utilizada, pois as máquinas elétricas eram muito mais eficientes que as máquinas a vapor, além de menos barulhentas, e não necessitavam de caldeiras a altas temperaturas.

A **energia elétrica** foi a energia que possibilitou todo o grande avanço tecnológico de nossa contemporaneidade. Ao acendermos uma lâmpada em nossa casa, estamos nos ligando com uma fonte de energia que está, muitas vezes, a centenas de quilômetros de distância. A eletricidade das tomadas de nossa casa é produzida em usinas. No caso do Brasil, as principais usinas são hidrelétricas.

A grande vantagem da eletricidade reside no fato de ela poder ser transportada a longas distâncias através de grossos cabos de cobre, chamados de linhas de alta tensão. Essa possibilidade de ter a fonte de energia tão distante dos centros de consumo não existiria se a energia fosse transportada na forma de calor ou através de um sistema mecânico, por exemplo.

Observe o esquema a seguir. Ao sair da usina, a tensão elétrica é elevada para 700 mil volts para diminuir as perdas de energia por conta do aquecimento das linhas de transmissão. Ao se aproximar dos centros de consumo, a energia passa pelas subestações rebaixadoras de tensão e, nos transformadores dos postes, ela pode ser convertida em 127 ou 220 volts, conforme padrão adotado pela companhia de distribuição de energia elétrica local. Há regiões em que a tensão é de 115 V/230 V, 127 V/254 V, e outras.

Em geral, a energia elétrica é consumida diretamente pelos aparelhos elétricos. Usamos também diretamente outras formas de energia, como o gás de cozinha no fogão e a gasolina nos automóveis. Entretanto, o consumo de energia também pode se dar de forma indireta. É o que acontece quando compramos um produto fabricado numa indústria.

Muitas pessoas trabalham extraíndo ferro, preparando plásticos, vidros e tintas, para que outros profissionais possam montar um liquidificador.

Todos esses processos de produção consomem energia diretamente e, quando compramos determinados produtos, estamos pagando também pela energia incorporada neles. Em outras palavras, também estamos consumindo a energia que foi usada em sua fabricação, mas de modo indireto.

Dizer que os aparelhos elétricos consomem energia diretamente quando ligados, significa dizer que eles transformam a energia elétrica em outras modalidades de energia,



segundo a finalidade para a qual foram produzidos: a torradeira e o chuveiro elétrico transformam a energia elétrica em energia térmica; o liquidificador e o barbeador transformam a energia elétrica em energia cinética, a televisão e o rádio transformam a energia elétrica em energia luminosa e energia sonora.

## AS USINAS DE ELETRICIDADE

Agora estamos mais preparados para compreender uma lei científica muito importante, conhecida como **Lei da Conservação da Energia**. Em linhas gerais ela nos diz que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada por meio de trabalho ou calor. Podemos observar tal lei quando estudamos o funcionamento da máquina a vapor.

Em uma usina elétrica, portanto, não se cria energia. A usina apenas transforma a energia de outro tipo em energia elétrica, que

pode ser facilmente transportada. Praticamente todas as usinas geradoras de eletricidade possuem uma turbina com um eixo conectado a um gerador, onde ocorre a transformação da energia cinética em eletricidade. Um rotor do gerador gira por causa de um fluxo propulsor, que empurra continuamente as pás da turbina. É a partir desse fluxo propulsor que ocorre a diferenciação entre os vários tipos de usinas de eletricidade.

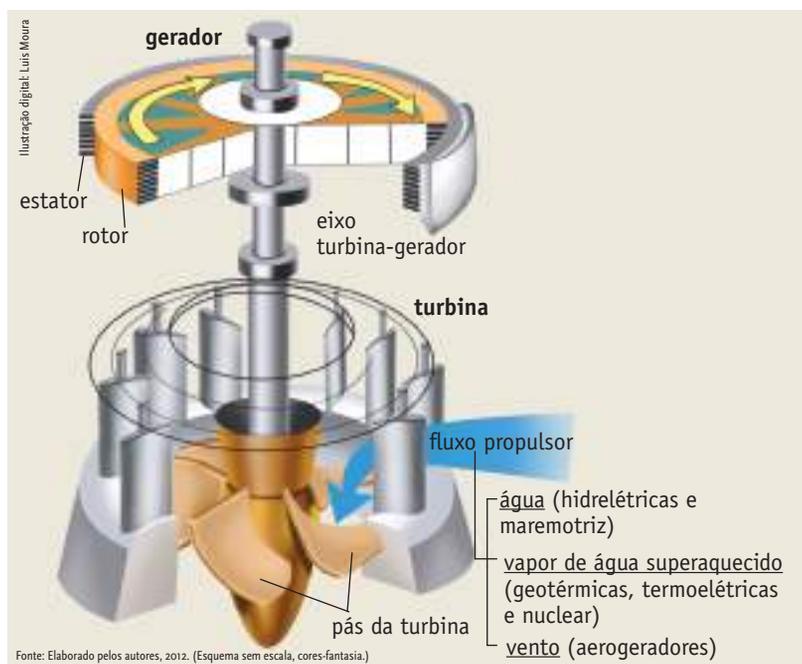
Observe o esquema desta página. No gerador da usina de eletricidade existem bobinas fixas no estator e grandes eletroímãs presos no rotor, postos a girar a partir da transmissão do movimento da turbina, movida pelo fluxo propulsor que impulsiona suas pás. A eletricidade é produzida nas bobinas pelo movimento dos ímãs.

### ÁGUA COMO FLUXO PROPULSOR

**Usinas hidrelétricas**, como a de Itaipu, necessitam de uma enorme massa de água que, alimentada por rios, fica represada por uma barragem. Em geral, os rios nascem nas partes altas do relevo e descem pela ação da gravidade em direção ao mar, mantidos pelo ciclo da água.

Durante o dia, a água dos rios, lagos e mares é aquecida pelos raios solares, provocando uma grande evaporação. O vapor de água é menos denso que o ar e tende a subir na atmosfera, voltando a resfriar-se e, em condições apropriadas, cai na forma de chuvas. Parte dessa água alimenta a cabeceira dos rios que deságuam na represa da usina.

A água represada pode realizar trabalho ao se deslocar pela ação da gravidade. Por conta disso, dizemos que essa massa de água represada possui uma **energia potencial gravitacional**, que é tanto maior quanto maior for a massa de água represada e a altura da barragem.



Para usar essa energia, é necessário colocar a água em movimento por um conduto descendente, formando um fluxo propulsor contínuo de água que desemboca nas pás da turbina. É o impacto da água com as pás da turbina que faz o rotor girar. Durante a descida da água pelo conduto, a energia potencial gravitacional da água que estava na represa é transformada em **energia cinética**, que é tanto maior quanto maior for a velocidade da água.

À medida que um certo volume de água vai descendo o conduto, sua energia potencial vai diminuindo, pois sua altura em relação à parte mais baixa da usina diminui. A velocidade da água pelo conduto pode ser regulada na casa de força da usina, e é essa velocidade da água que controla a velocidade de giro do rotor. Portanto, nesse processo ocorre a transformação da energia potencial da água no reservatório em energia cinética das turbinas, pelo movimento da água. O giro das turbinas é transferido para o gerador, onde a **energia mecânica** (potencial e cinética) é transformada em **energia elétrica**.

A **energia das marés** é obtida de modo semelhante ao das hidrelétricas. Constrói-se uma barragem, formando-se um reservatório junto ao mar. Quando a maré é alta, a água enche o reservatório, passando pela turbina hidráulica e produzindo energia elétrica. Na maré baixa, o reservatório é esvaziado e a água que sai dele passa novamente pela turbina em sentido contrário, produzindo energia elétrica.

Assim como nas hidrelétricas, as condições geográficas de relevo típicas da usina devem ser apropriadas: baías e estuários com marés amplificadas, como as que ocorrem em São Luís (MA), que chegam a atingir alturas de oito metros. Apesar disso, ainda não existe nenhuma usina maremotriz no Brasil.

Tanto as hidrelétricas como as usinas de marés são **fontes de energia renováveis**, pois dependem de ciclos regulares e curtos da natureza. A hidrelétrica depende do ciclo da água, e a maremotriz, do ciclo das marés.

## VAPOR DE ÁGUA SUPERAQUECIDO COMO FLUXO PROPULSOR

As **usinas termoeletricas** possuem uma estrutura que lembra a máquina a vapor. Numa grande fornalha, o combustível é queimado, produzindo o calor que superaquece a água numa caldeira. O vapor de água superaquecido a  $500^{\circ}\text{C}$  é direcionado, sob forte pressão, através de uma tubulação, para as pás de uma turbina, transmitindo para elas parte de sua energia cinética e diminuindo sua temperatura e pressão.

O vapor de água é então resfriado numa serpentina de condensador, voltando para o estado líquido. A água, então, é bombeada para a caldeira novamente, garantindo a continuidade do processo em um ciclo fechado.

O combustível usado na fornalha pode ser fóssil **não renovável**, como o carvão mineral, o gás natural e o petróleo, que são os maiores responsáveis pela poluição e pelo fenômeno do aquecimento global em nosso planeta. O uso desses combustíveis em um número cada vez maior de veículos que transitam nos grandes centros urbanos é uma das maiores preocupações atuais.

Existe, contudo, a possibilidade de queimar biomassa na fornalha, **combustível renovável**. A biomassa consiste em material orgânico proveniente de animais e vegetais, como os combustíveis fósseis, mas com ciclo de vida muito menor. São exemplos de biomassa a lenha, o bagaço de cana de açúcar, os resíduos agrícolas e florestais, a casca de arroz, os excrementos de animais, entre outros.

Em última análise, a fonte primária das usinas termoelétricas é também solar, se pensarmos que é a partir dela que tanto a biomassa se constitui primariamente pela fotossíntese das plantas, quanto os combustíveis fósseis, que no passado também eram animais e vegetais vivos que usaram a energia solar há milhões de anos.

Uma **usina geotérmica** não usa combustível para aquecer a água, pois a água já é captada superaquecida do subsolo de nosso planeta. O calor da terra está presente embaixo de toda a crosta, mas em algumas regiões ele está mais perto da superfície. Nesses locais é possível alcançar fontes de vapor de água quente o suficiente para ser usado numa turbina a vapor, fonte renovável de energia.

As **usinas nucleares** usam como combustível material radioativo, como o urânio e o plutônio, que, por meio da fissão nuclear liberam muita energia, que é usada para aquecer a água na turbina a vapor. A vantagem dessa usina é que ela não polui a atmosfera com os resíduos de combustão. Sua desvantagem reside principalmente na destinação do lixo nuclear, que, apesar de não servir mais para aquecer a água da usina, continua representando alto risco à saúde, além do risco de acidentes na própria usina, fazendo vazarem o material radioativo.

## VENTO COMO FLUXO PROPULSOR

Um **aerogerador** é constituído por uma torre metálica de aproximadamente 120 metros de altura, que sustenta uma turbina movida pelo vento, que bate em três pás de envergadura em torno de 30 metros. Um parque de aerogeradores ligados entre si pode ser montado em terra ou em mar, em regiões de vento permanente.

Mais uma vez é o Sol a fonte de energia primária: ao aquecer regiões do planeta de modo diferenciado, criando regiões com pressões atmosféricas diferentes, proporciona a formação dos ventos que movimentam as pás do aerogerador. Portanto, trata-se de uma fonte renovável de energia.

## POR FIM, O REI SOL

Podemos concluir, portanto, que a energia solar, além de ser fonte primária para as demais fontes de energia elétrica, é abundante, não poluente e gratuita, diferentemente de outras fontes não renováveis.

A tecnologia para converter a energia solar diretamente em eletricidade por meio dos painéis fotovoltaicos está se tornando cada vez mais acessível e eficiente, demonstrando ser uma das fontes de energia elétrica com menos impactos ambientais.

Contudo, tem sido mais comum o uso de coletores solares para aquecimento de água, resultando numa considerável economia de eletricidade. Nesse sistema, o Sol aquece uma placa normalmente instalada no telhado da residência, repleta de tubulações por onde passa a água que será aquecida, proveniente de um reservatório. Depois de aquecida, a água é transferida de volta para o reservatório.



Usina de produção de energia eólica.

Você já deve ter escutado frases como estas: “o homem é o que come”, “o peixe morre pela boca”, “come-se para viver e não se vive para comer”, “comida gorda, teste magro” e assim por diante. Em todas essas frases, a temática é uma só: a comida que ingerimos e o efeito dela em nosso organismo. Na realidade, muitas vezes não sabemos exatamente o que estamos comendo nem o que vai acontecer com essa comida dentro do nosso corpo.

Algumas vezes, verificamos que as nossas fezes ou urina apresentam cores, cheiros e consistências que variam, mas não sabemos por que isso acontece. Se essas variações ocorrem, e sabendo que as fezes são produtos transformados pela digestão do que comemos, logicamente as alterações em suas características estão relacionadas ao que ingerimos, seja na forma de alimentos sólidos, seja na de líquidos.

Será que sempre comemos comidas saudáveis? Pode até acontecer de acharmos que a comida não estava boa, isto é, provavelmente estragada, e depois termos uma diarreia violenta. Provavelmente, todos já passamos por situações como essa. Como evitá-las?

Muita gente acha que é nojento ficar olhando as fezes e a urina para poder responder a essas questões, mas se esquece de que é por meio dessas observações que os pais conseguem perceber alguma alteração no organismo de um recém-nascido, por exemplo. É isso mesmo! Seus pais já olharam e prestaram atenção nesses dejetos (as matérias fecais) e conseguiram evitar, muitas vezes, que você pudesse ter um problema maior quando criança, numa época em que você nem sabia se expressar pela fala.

Nosso dia a dia nem sempre permite que a gente fique observando tudo o que o nosso intestino ou os nossos rins jogam fora, mas temos de procurar ter uma alimentação o mais saudável possível. Se não quisermos olhar o “depois”, até porque já aconteceu, é bom prestar atenção no “antes”.

Você deve considerar o “antes” como uma rotina a ser seguida, para que não precise se arrepender quando o “depois” chegar. Tudo o que ingerimos, seja natural, seja industrializado, é composto de uma série de substâncias em determinadas quantidades, com propriedades específicas, e que são as responsáveis por uma nutrição adequada ou não, dependendo do que se come.

Entenda por “adequada” a alimentação que tem tudo o que é necessário para a nossa sobrevivência: proteínas encontradas principalmente em carnes, ovos e leite; carboidratos encontrados em grande quantidade em massas, farinhas, pães e doces; lipídios encontrados em grande proporção em óleos, manteigas, margarinas e sementes; além



Jovens consumindo hambúrgueres. Será que essa é uma opção saudável de nutrição adequada?

de vitaminas, sais minerais e água encontrados em diferentes tipos e quantidades em quase todos os alimentos que consumimos. Quanto mais você conhecer e se conhecer, mais garantida será a sua saúde e, portanto, melhor será a sua convivência com as pessoas, as substâncias e o ambiente.

Selecione em sua casa alguns rótulos de produtos alimentícios e traga-os para a escola para verificarmos o que há de comum e de diferente entre eles.

A produção, a comercialização e a rotulagem de produtos alimentícios, medicamentos, agrotóxicos, cosméticos, produtos de limpeza e outros materiais e serviços são regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Os rótulos dos alimentos devem trazer informações a respeito da quantidade e porcentagem de:

- calorias (quantidade de energia fornecida por determinada **porção**);
- carboidratos;
- proteínas;
- gorduras totais ou lipídios;
- gorduras saturadas (presentes em carnes gordas, laticínios – alguns tipos de queijos e manteiga – e coco);
- gorduras trans (muito comuns em batatas fritas, margarina e biscoitos amanteigados);
- cálcio (encontrado em grande quantidade no leite, queijo minas, iogurte, vegetais de folhas escuras, como espinafre, couve, couve-de-bruxelas, brócolis, repolho-roxo);
- sódio (presente no sal de cozinha – cloreto de sódio – e principalmente nos produtos industrializados – o nome “salgadinho” não é à toa!);
- fibras alimentares (presentes em frutas, vegetais, nozes, legumes, pão e cereais integrais e farelos).

As informações nutricionais complementares podem conter a definição do alimento (*diet* ou *light*), a alegação de propriedade funcional (papel no organismo) e a alegação de saúde. Por exemplo: “Fibras: regulam o intestino”, “Fitosterol: abaixa o colesterol”, “Ômega 3: reduz os triglicerídeos e o colesterol”.

As regras sobre a elaboração dos rótulos e das embalagens se aplicam à rotulagem nutricional dos produtos alimentícios, qualquer que seja a origem, embalados na ausência do cliente e prontos para ser consumidos, como biscoitos, bolos, leites, sucos, entre outros.



A nossa nutrição deve ser a mais equilibrada possível. Por isso, devemos ficar atentos aos rótulos dos alimentos. Ler o rótulo é uma questão de saúde, mas não é um dos pontos fortes do consumidor brasileiro. Como muitas vezes compramos pela marca ou pelo preço baixo, não observamos as informações dos rótulos.

#### GLOSSÁRIO

**Porção:** a quantidade de alimento que serve de base para os cálculos do valor energético e das quantidades de nutrientes. Ou seja, se um produto apresentar no rótulo a indicação de uma porção de 20 g, por exemplo, todas as outras quantidades e porcentagens são calculadas em relação a 20 g do produto.

## Alimentos *diet* e *light*

**Diet:** alimentos ou bebidas com fins dietéticos específicos, com total restrição de determinado componente, como açúcares, gorduras, sódio etc. Dessa forma, um alimento *diet* é aquele em que não há ou açúcares, ou gorduras, ou sódio, ou proteínas, ou algum outro ingrediente. Por isso, um alimento *diet* não tem necessariamente menos calorias. Um caso clássico é o de alguns chocolates *diet* que, apesar de não conterem açúcar, têm praticamente a mesma quantidade de calorias de um chocolate normal, uma vez que possuem mais gorduras. Os alimentos *diet* são indicados para pessoas que têm restrição ao consumo de algum ingrediente, como os diabéticos, que não podem ingerir açúcar. Já os hipertensos não devem consumir muito sal.

**Light:** alimentos ou bebidas que apresentam açúcares, gorduras, sódio etc. em quantidades reduzidas. Enquanto nos alimentos

*diet* há a eliminação de algum ingrediente, nos *light* há redução mínima de 25% desse ingrediente. Porém, isso não significa que um alimento *light* tenha mais calorias que o *diet*, já que isso depende da substância que teve sua quantidade reduzida. Ou seja, para que um produto *light* ou *diet* tenha menos calorias, é preciso que haja redução de um ingrediente calórico, como carboidrato, gordura ou proteína, e não de substâncias como sódio (sal *light*). Outra diferença importante é que os produtos *light* não são necessariamente indicados para pessoas com alguma doença, como diabetes, a menos que haja a eliminação de um ingrediente prejudicial. No caso de refrigerantes *light*, eles podem ser consumidos por diabéticos, já que não há açúcares. Na realidade, o refrigerante *light* também poderia ser classificado como *diet*, uma vez que a sacarose, o açúcar da cana, é substituída por adoçantes artificiais.

## LER IMAGEM

Observe o rótulo de queijo abaixo:

Ilustração digital: Conselho Editorial

Queijinho 8 unidades

**EXPERIMENTE TAMBÉM**

Queijinho 4 unidades

Ingredientes: Queijos, manteiga e/ou creme de leite, leite em pó e/ou soro de leite em pó, proteína de leite, estabilizante polifosfato de sódio, estabilizante citrato de sódio, sal, acidulante ácido cítrico e conservante ácido sórbico.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (Porção de 20g - 2 colheres de sopa)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		% VD (*)
Valor Energético	85 kcal = 357 kJ	4
Carboidratos	1,0g	0
Proteínas	3,0g	4
Gorduras Totais	7,7g	14
Gorduras Saturadas	4,9g	22
Gorduras Trans	0,3	VD não estabelecido
Fibra Alimentar	0	0
Sódio	244mg	10
Cálcio	97mg	10

MINISTERIO DA AGRICULTURA  
BRASIL  
INSPECIONADO  
2880  
SIF

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

Rótulo de queijo *light*.

Escreva uma lista com as informações contidas nele e justifique a necessidade de cada uma dessas informações para a sua saúde.

## POR QUE É IMPORTANTE LER O RÓTULO?

Ao conhecer a composição dos produtos que ingere, você estará apto a escolher uma nutrição melhor para você. Ou seja, essa tabelinha presente nos rótulos de produtos alimentícios permite-lhe a exercitar sua autonomia e cidadania, pois, ao saber a composição do produto, você não poderá dizer que emagreceu ou engordou por falta de informação nutricional.

Cada um dos nutrientes que aparecem no rótulo de produtos alimentícios tem uma ou mais funções em nosso organismo.

Vamos agora explorar os grandes grupos de nutrientes, dando exemplos.

**Carboidratos:** encontrados em massas, pães, açúcares e farinhas. Em geral, possuem diversas funções em nosso organismo:

- **energética** – são os principais fornecedores de energia para a célula e, portanto, para o corpo. Apesar de consumirmos vários tipos de carboidrato, como o amido (encontrado no milho e na batata), a lactose (encontrada no leite), a sacarose (encontrada na cana-de-açúcar), a frutose (encontrada em frutas maduras) etc., todos eles são metabolizados dentro do organismo e transformados em glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), molécula que será quebrada pela respiração celular para obtenção de energia;
- **estrutural** – a parede celular dos vegetais é constituída de celulose, um tipo de carboidrato mais complexo; a carapaça (exoesqueleto) dos insetos contém quitina, substância que dá muita resistência ao corpo desses animais; as células animais possuem uma série de carboidratos – o glicocálix – à sua volta, que fazem com que as células de um tecido fiquem unidas entre si;
- **reserva** – nos vegetais há o amido, que é formado por uma longa cadeia de glicose; nos animais, há o glicogênio, armazenado nos músculos e no fígado. O glicogênio também é um polímero de glicose, porém tem uma estrutura mais compacta e ramificada.

**Lipídios:** encontrados em banhas, óleos, carnes gordas (cupim, por exemplo), bacon, manteigas e ceras. Exercem funções muito importantes em nosso corpo e, portanto, não podem deixar de fazer parte da nossa alimentação. Devemos prestar atenção à quantidade e ao tipo de lipídio ingerido.

- **reserva de energia** – todo alimento em excesso será transformado em lipídio e se transformará em reserva no nosso organismo;
- **combustível celular** – na ausência de glicose como fonte de energia, a célula transforma lipídios em glicose, para garantir energia necessária à sua sobrevivência;
- **componente estrutural das membranas biológicas** – os glicolipídios e fosfolipídios são componentes estruturais da membrana plasmática;
- **isolamento e proteção de órgão** – o tecido adiposo é um ótimo isolante térmico e elétrico, além de amortecer choques mecânicos no corpo de animais;
- **composição de hormônios** – alguns hormônios são de natureza proteica (formados basicamente por um tipo especial de proteína), mas outros são de natureza lipídica, ou seja, possuem lipídios em sua composição, como os esteroides (hormônios sexuais), que são formados a partir do colesterol.

**Proteínas:** encontradas em qualquer matéria viva, aparecem em grandes quantidades no leite (caseína), nas carnes e nos ovos (albumina). É, talvez, a primeira molécula orgânica a surgir antes do aparecimento do primeiro ser vivo. Desempenham diversas funções em nosso organismo:

- **estrutural** – participam da estrutura dos tecidos: colágeno (pele), actina e miosina (músculos), queratina (camada córnea da pele), albumina (plasma sanguíneo), osseína (ossos);
- **hormonal** – para ocorrer a produção de vários hormônios em nosso organismo, há necessidade de algumas proteínas, como é o caso da insulina;
- **defesa** – o nosso sistema imunológico precisa de uma série de proteínas para produzir os anticorpos e as células que nos protegem contra a entrada de invasores;
- **coagulação sanguínea** – para ocorrer a coagulação sanguínea – formação da “casquinha” no machucado e interrupção do fluxo de sangue –, há necessidade de algumas proteínas especiais (como o fibrinogênio), que sofrem transformações e originam uma barreira no vaso sanguíneo lesado, impedindo que o sangue continue escorrendo;
- **transporte** – a hemoglobina, um tipo de proteína encontrada no sangue de todos os vertebrados e de alguns invertebrados, é a proteína responsável pelo transporte de oxigênio no sangue dos órgãos respiratórios (pulmões, por exemplo) até as células.

#### PARA REFLETIR

Como saber o que comer, diante de um bombardeio de propagandas e estímulos ao consumo de uma série de produtos? Que informações são importantes para que possamos escolher adequadamente a nossa alimentação? Tire suas conclusões analisando a situação a seguir.

Há alguns anos, a indústria farmacêutica lançou no mercado um produto que se tornou bastante popular. Ele era basicamente um composto vitamínico, mas, apesar de conter informações nutricionais corretas no rótulo, tinha um forte apelo para o consumo. As pastilhas desse medicamento tinham cores e sabores muito agradáveis aos olhos e paladar, principalmente aos das crianças. A tampa do frasco não tinha nenhum “segredo contra crianças” e elas consumiam essas pastilhas como se fossem balas. Depois de um tempo, essas pastilhas foram retiradas do comércio.

Consulte a tabela de vitaminas (p. 37-38) e elabore hipóteses que justifiquem o fato de esse produto ter saído do mercado.

#### PESQUISAR

Até os anos 1990, era comum ver estampado, em vários produtos, um rótulo chamado “o trevo da boa nutrição”. Era um trevo de quatro folhas estilizado, e cada folha representava um dos componentes: carboidratos, proteínas, lipídios e sais minerais. Como a ideia era informar às pessoas apenas o conteúdo básico de sua alimentação, não havia nenhuma indicação em relação às quantidades em que cada uma dessas substâncias podiam ser consumidas. Como essas quantidades podem variar de acordo com a disponibilidade do produto, a vontade de cada um, a oferta regional de produtos alimentares e o preço de cada produto, uma série de tabelas e gráficos foram lançados, em diversos meios de comunicação, para melhor informar o consumidor sobre o que e como os produtos deveriam ser consumidos para que se tivesse uma alimentação adequada.

Surgiram, então, as pirâmides nutricionais, elaboradas inicialmente com embasamento científico. Essas pirâmides sofreram e continuam sofrendo modificações, causadas principalmente pelas dietas de emagrecimento que aparecem todos os dias em diversas regiões do mundo – dieta dos pontos, dos carboidratos, da lua, das cores etc. –, bem como pelas pesquisas encaminhadas por diversas instituições públicas e privadas.

O que caracteriza uma dieta? Por que há tantos tipos de dietas? Faça uma pesquisa entre seus colegas e familiares para identificar os tipos de dieta que eles conhecem e procure explicar como cada uma delas funciona.

---

## O CARDÁPIO IDEAL

A cada dia, surgem novas preocupações com substâncias que não faziam parte do nosso cotidiano: gorduras saturadas, insaturadas, poli-insaturadas, “bom e mau” colesterol, gorduras trans. Enfim, cada dia que passa temos mais informações para “digerir”. Como conclusão de pesquisas realizadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em 1992 foi apresentado oficialmente o *Guia da pirâmide alimentar*, com o objetivo de ajudar o público a fazer opções dietéticas que mantivessem a saúde e diminuíssem o risco de doenças crônicas.

As informações foram rapidamente absorvidas pelos médicos e nutricionistas e, ao mesmo tempo, repassadas aos pacientes que os procuravam para saber como obter uma alimentação mais saudável. A regra era: consumir menos gorduras e óleos e aumentar o consumo de carboidratos complexos – pães, cereais em flocos, arroz, massas etc.

Indicava-se, também, a necessidade de aumento do consumo de verduras e legumes (batata, por exemplo, uma fonte riquíssima de carboidratos), frutas, derivados de leite, carnes vermelhas e outros tipos de carnes.

Desde essa época, já se sabia que a pirâmide sugerida continha muitos erros nutricionais, como o estímulo ao alto consumo de carboidratos e a exclusão de todas as gorduras e óleos, mas ainda não existiam muitas pesquisas sobre o tema.

Pesquisas recentes mostram que nem todas as gorduras fazem mal e nem todos os carboidratos fazem bem. Alguns tipos de gorduras são muito importantes para a saúde, pois são responsáveis por diminuir consideravelmente o risco de doenças cardiovasculares.

Em 2010, estudos realizados pela Escola de Saúde Pública de Harvard (que fica no estado de Massachusetts, nos Estados Unidos), além de contradizerem algumas informações nutricionais fornecidas pela pirâmide de 1992, consideraram que a representação na forma de pirâmide é de difícil compreensão. Eles preferem distribuir os diversos alimentos em um prato. Observe, na segunda imagem da página a seguir, que a área colorida de cada setor do prato mostra as proporções de consumo entre os grupos de alimentos.

A forma de representar o melhor cardápio diário causa polêmica entre médicos e nutricionistas brasileiros, que divergem em relação à utilidade da pirâmide ou do prato como formas de orientar as pessoas sobre o que devem comer.

Independentemente dessas discussões, é bem provável que novas pesquisas sobre a composição desse cardápio (seja ele representado por uma pirâmide ou por um prato) já tenham sido concluídas no momento em que você estiver lendo este capítulo. Há um comitê nos Estados Unidos que todo ano revisa esses conceitos e faz novas proposições.

### Pirâmide alimentar de 1992

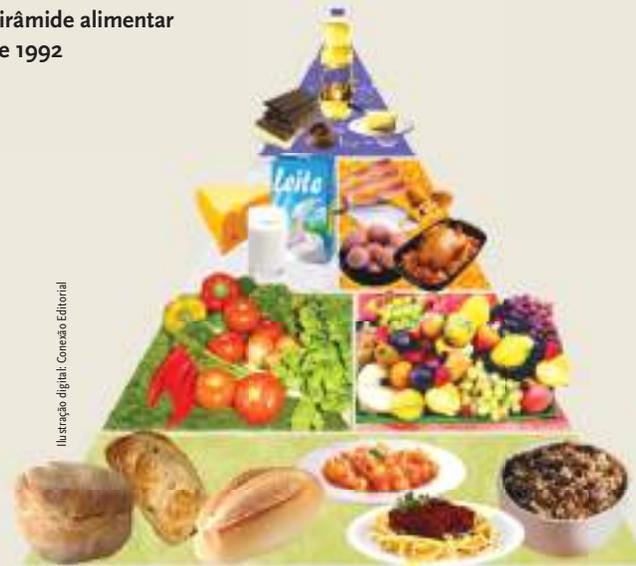


Ilustração digital: Conexao Editorial

Fonte: Revista Scientific American Brasil. São Paulo: Duetto, ano 1, n. 9, fev. 2003. p. 70. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

### O novo prato americano proposto pelos pesquisadores



Folhapress

Fonte: Folha de S. Paulo, 15 set. 2011. Caderno Cotidiano, C12. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Especialistas divergem sobre a melhor forma de representar o cardápio diário. Pesquisadores de Haward optaram pelo prato em detrimento da pirâmide.

## SAIS MINERAIS E VITAMINAS

Há muito ainda a ser pesquisado a respeito de gorduras, proteínas e carboidratos. Tão importantes para a nossa saúde quanto são também os sais minerais e as vitaminas.

Apesar de serem utilizados pelo nosso organismo em quantidades mínimas, esses dois grupos de nutrientes devem ser consumidos diariamente e de forma bastante diversificada, pois são necessários nos processos metabólicos do corpo humano, assim como são essenciais na constituição de uma série de substâncias.

Os sais minerais são nutrientes inorgânicos necessários ao bom funcionamento do organismo, pois são componentes essenciais de algumas substâncias orgânicas (o ferro, por exemplo, na composição da hemoglobina) e participam da regulação de determinados processos (o sódio, por exemplo, na regulação da pressão arterial). Podem estar presentes no corpo combinados com proteínas, vitaminas, gorduras etc., com outros minerais e na forma livre.

Atuam de várias maneiras no organismo, participando direta ou indiretamente na formação dos ossos e dentes, na manutenção do equilíbrio de líquidos e substâncias do corpo, no controle dos batimentos cardíacos e impulsos nervosos, além de auxiliar as vitaminas e enzimas na realização de processos, como a formação de glicogênio pela glicose, das gorduras pelos ácidos graxos, e do glicerol e das proteínas pelos aminoácidos.

Podem ser classificados, de acordo com a necessidade diária do organismo, em microminerais ou macrominerais, conforme apresentado na tabela a seguir.

Microminerais	Macrominerais
<p>São necessários em quantidade mínima diária (menos que 100 mg/dia).</p> <p><b>Cobre:</b> absorção do ferro, essencial para hemácias, tecido conjuntivo, fibras nervosas e pigmentação da pele, componente de enzimas. Fontes: frutos do mar, carnes, grãos inteiros e cacau.</p> <p><b>Ferro:</b> produção de hemoglobina e transporte de gás oxigênio. Fontes: fígado, carnes, frutos do mar, feijões e vegetais com folhas escuras.</p> <p><b>Flúor (na forma de fluoreto):</b> saúde de ossos e dentes. Fontes: água fluoretada e chás.</p> <p><b>Iodo:</b> importante para o funcionamento adequado da tireoide. Fontes: sal de cozinha e frutos do mar.</p>	<p>São necessários em quantidades superiores a 100 mg/dia.</p> <p><b>Cálcio:</b> formação dos ossos, contração muscular, impulsos nervosos. Fontes: leite e derivados, sardinha e vegetais com folhas escuras.</p> <p><b>Fósforo:</b> manutenção da saúde de ossos e dentes, componente de algumas enzimas essenciais ao funcionamento do corpo. Fontes: carnes, aves, peixes, gema de ovo, leguminosas, derivados do leite e refrigerantes.</p> <p><b>Sódio e potássio:</b> atuam no equilíbrio da quantidade de água no organismo e no bom funcionamento da atividade muscular. Fontes de potássio: abacate, banana, frutas cítricas e secas, leguminosas e muitos vegetais e grãos integrais. Fontes de sódio: sal de cozinha, derivados do leite, frutos do mar, temperos e alimentos processados (“salgadinhos”).</p> <p><b>Cloro:</b> importante na formação do suco gástrico (ácido clorídrico), responsável pela manutenção do equilíbrio de outros minerais no organismo. Fontes: sal comum e frutos do mar.</p>

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

As **vitaminas** são proteínas especiais que atuam na regulação de reações que ocorrem no metabolismo, ao contrário de outros nutrientes (gorduras, carboidratos e proteínas), que são os compostos utilizados nas reações reguladas pelas vitaminas. A falta de uma vitamina bloqueia uma ou mais reações metabólicas específicas na célula e pode eventualmente causar um distúrbio no balanço metabólico do organismo inteiro. Ou seja, as vitaminas são importantes porque intermedeiam processos no nosso organismo.

Não basta ter na alimentação uma dieta rica em cálcio para ter ossos saudáveis. É necessário que a vitamina D também esteja incluída nessa dieta. É ela que promove o transporte e a incorporação desse mineral nos ossos. Uma dieta rica em cálcio e pobre em vitamina D pode levar uma pessoa a ter ossos tão frágeis quanto se não tivesse ingerido cálcio. Esse é um exemplo do papel exercido pelas vitaminas em nosso organismo.

Veja, na tabela a seguir, exemplos de como algumas vitaminas agem em nosso corpo.

<b>Vitamina A</b>	Desencadeia o processo de conversão dos alimentos em glicose, ou seja, ajuda a produzir o nosso combustível. Fontes: pão integral, germe de trigo, peixe, sementes, castanhas, frutas, feijões, cereais integrais, batatas, levedo de cerveja e fígado.
<b>Vitamina B1</b>	Atua na formação de pigmentos fotorreceptores pela retina, na manutenção de mucosas, formação de colágeno pela pele, saúde da tireoide e glândulas adrenais, além de ser importante em reações imunológicas. Fontes: gema de ovo, salmão, fígado, sardinha, cenoura, beterraba, caqui e melão.
<b>Vitamina B2</b>	Desempenha papel importante no metabolismo energético e como protetor das bainhas dos nervos. É fundamental para o metabolismo de enzimas. Fontes: fígado, rins, leite e derivados, ovos, peixes, germe de trigo, amêndoas, verduras e cereais integrais.

<b>Vitamina B12</b>	É essencial para a reprodução celular e muito importante na formação das hemácias (os glóbulos vermelhos do sangue). Fontes: castanha-do-pará, fígado, rins, peixe, frango e carne vermelha.
<b>Vitamina C</b>	Auxilia na formação do colágeno, fortalece os vasos sanguíneos e é fundamental para a absorção do ferro pelo intestino. Fontes: acerola, caju, goiaba, laranja, verduras, pimentão, morango, kiwi, couve-flor, tomate, abacaxi, limão, melão, repolho e legumes.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

## SUBSTÂNCIAS ESTRANHAS: QUAL A UTILIDADE?

Uma série de substâncias de nomes às vezes muito estranhos está presente em vários produtos alimentícios. Apesar de não serem fontes de energia, são necessárias por vários motivos: os aditivos alimentares.

De acordo com a Anvisa, considera-se aditivo alimentar qualquer substância colocada nos alimentos, com a intenção de modificar o cheiro, aroma e sabor naturais durante a sua produção.

Também podem ser utilizados para aumentar o prazo de validade dos alimentos, impedindo que se estraguem com facilidade e permitindo que sejam comercializados em qualquer época do ano, a um custo relativamente baixo para os consumidores. Os aditivos são muito antigos na história do ser humano e nem sempre percebemos que a conservação de alimentos que usamos no dia a dia está relacionada ao tipo de aditivo que é usado. É o caso do uso de sal na carne-seca, por exemplo.

Em outros produtos, costuma-se misturar ervas e temperos para melhorar o sabor dos alimentos. Conservam-se frutas com açúcares, e pepinos e outros vegetais com vinagre – o pickles é um bom exemplo dessa técnica. Entretanto, atualmente, com a química moderna, mais aditivos têm sido empregados a cada ano. A indústria alimentícia gasta verdadeiras fortunas para descobrir substâncias que melhorem o aspecto visual, o sabor e o cheiro de alimentos de baixo teor calórico, *fast-food* e “salgadinhos”.

Várias dessas substâncias são artificiais e outras são naturais (corantes, aromatizantes e realçadores de sabor, por exemplo), mas precisamos prestar muita atenção na leitura dos rótulos, para que possamos perceber e relacionar os efeitos que cada uma delas pode causar em nosso organismo. A tabela a seguir apresenta algumas dessas substâncias.

Aditivo alimentar	Principais funções
<b>Acidulante</b>	Aumentar a acidez ou dar sabor ácido.
<b>Antioxidante</b>	Retardar o aparecimento de alterações oxidativas (ou seja, sabor e odor de ranço).
<b>Aromatizante</b>	Dar sabor específico.
<b>Conservante</b>	Impedir ou retardar alterações e/ou deteriorações provocadas por microrganismos (bactérias, fungos).
<b>Corante</b>	Conferir, intensificar ou restaurar a cor.
<b>Estabilizante</b>	Manter a estabilidade/uniformidade da mistura de duas ou mais substâncias imiscíveis.
<b>Realçador de sabor</b>	Reforçar o aroma e/ou o sabor.

Fonte: Anvisa. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2011. (Texto adaptado.)

Além de ler o rótulo, deve-se ficar atento a qualquer reação, seja gastrointestinal (náusea, vômito, diarreia), seja cutânea (coceira, vermelhidão, urticária), que possa surgir após a ingestão de algum alimento que contenha aditivo. Procure sempre auxílio médico para avaliar se o problema foi ou não desencadeado pelo consumo de determinado produto.

### APLICAR CONHECIMENTOS

1. Enem (2005) A obesidade, que nos países desenvolvidos já é tratada como epidemia, começa a preocupar especialistas no Brasil. Os últimos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares, realizada entre 2002 e 2003 pelo IBGE, mostram que 40,6% da população brasileira está acima do peso, ou seja, 38,8 milhões de adultos. Desse total, 10,5 milhões são considerados obesos. Várias são as dietas e os remédios que prometem um emagrecimento rápido e sem riscos. Há alguns anos foi lançado no mercado brasileiro um remédio de ação diferente dos demais, pois inibe a ação das lipases, enzimas que aceleram a reação de quebra de gorduras. Sem ser quebradas, elas não são absorvidas pelo intestino, e parte das gorduras ingeridas é eliminada com as fezes. Como os lipídios são altamente energéticos, a pessoa tende a emagrecer. No entanto, esse remédio apresenta algumas contraindicações, pois a gordura não absorvida lubrifica o intestino, causando diarreias. Além do mais, podem ocorrer casos de baixa absorção de vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K, pois
  - a) essas vitaminas, por serem mais energéticas que as demais, precisam de lipídios para sua absorção.
  - b) a ausência dos lipídios torna a absorção dessas vitaminas desnecessária.
  - c) essas vitaminas reagem com o remédio, transformando-se em outras vitaminas.
  - d) as lipases também desdobram as vitaminas para que essas sejam absorvidas.
  - e) essas vitaminas se dissolvem nos lipídios e só são absorvidas junto com eles.

2. Enceja (2002) Os seres humanos têm enfrentado o problema da preservação de alimentos por séculos. Confira algumas soluções encontradas:

I - os egípcios e os romanos envolviam pedaços de carne em uma quantidade de sal extraído da água do mar;

II - os índios americanos amarravam fatias de bisão e de veado no alto de uma tenda fechada, sobre uma fogueira colocada no centro da tenda;

III - os colonos americanos armazenavam alimentos perecíveis em cavernas e fontes.

Comparando essas soluções com os métodos modernos de preservação dos alimentos, pode-se considerar que

- a) os métodos modernos não incorporaram nenhuma das soluções apontadas em I, II ou III.
- b) embora com mais tecnologia e apesar de usarmos outros métodos, ainda hoje recorremos à refrigeração, conforme já faziam os colonos americanos.
- c) apesar de usarmos outros métodos, ainda hoje fazemos o mesmo que os índios americanos, mas abandonamos o princípio de conservação usado pelos egípcios.
- d) a despeito do nosso avanço tecnológico, não foram introduzidos métodos de conservação baseados em princípios diferentes dos utilizados nos exemplos apresentados.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### SITES



#### ABC DA SAÚDE

Apresenta informações relacionadas à nutrição.

Disponível em: <[www.abcdasaude.com.br](http://www.abcdasaude.com.br)>. Acesso em: 10 nov. 2011.



#### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO)

Página em que se pode fazer o cálculo do índice de massa corpórea (IMC).

Disponível em: <[www.abeso.org.br/calculc\\_imc.htm](http://www.abeso.org.br/calculc_imc.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2011.

# Substâncias químicas: o que são? Onde estão?

As substâncias químicas fazem parte da composição de tudo que nos cerca, inclusive dos produtos industrializados. Mas o que são substâncias químicas? Por que é importante conhecê-las? Como elas estão relacionadas à nossa sobrevivência e ao nosso convívio social? Auxiliá-lo a encontrar respostas para essas questões é o que pretendemos neste capítulo.

## LER IMAGENS

Observe os objetos abaixo. Considere agora a seguinte lista de materiais: vidros, plásticos, metais, madeiras, couros, porcelanas. Em seguida, responda às seguintes perguntas:



1. Com quais desses materiais pode ser feito cada um dos objetos ilustrados na imagem? Por que tais materiais podem ser utilizados?
2. Que características (propriedades) um material deve ter para que possa ser utilizado na fabricação de mesas e cadeiras? E na fabricação de panelas?
3. Por que não se pode utilizar porcelana para fabricar fios elétricos?
4. Por que não se pode empregar somente plásticos na fabricação de panelas?

## PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

Ao responder a essas perguntas, você deve ter notado que o uso que se faz de um material está relacionado com suas propriedades.

**LER TABELA I**

Analise a tabela e responda às perguntas a seguir:

Propriedade do material	Resulta da interação com	Significado	Exemplos
Transparência	Luz	Propriedade relacionada à passagem da luz através do material. Uma janela de vidro é transparente, pois deixa passar a luz através dela e vemos com nitidez tudo o que está do outro lado do vidro. Uma tábua de madeira é opaca, pois a luz não a atravessa e não podemos observar objetos através dela. Uma folha de papel vegetal é translúcida, pois a luz a atravessa parcialmente, e vemos os objetos que estão do outro lado sem nitidez (ficam embaçados).	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p> <p>Vidro transparente de automóvel. Vidro despolido translúcido de ambulância. O metal é opaco (não se vê através dele).</p>
Temperatura de fusão	Calor	É a temperatura máxima em que um material pode se manter como sólido numa dada condição de pressão atmosférica. Nessa temperatura, ocorre a mudança do estado sólido para o líquido.	 <p>Harvard Kristoffersen/SXC.HU</p> <p>A água sólida (gelo) funde-se a 0°C sob pressão de 1 atm.</p>
Temperatura de ebulição	Calor	É a temperatura máxima em que um material pode se manter como líquido numa dada condição de pressão atmosférica. Nessa temperatura, ocorre a mudança do estado líquido para o gasoso.	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p> <p>A água entra em ebulição a 100°C sob pressão de 1 atm.</p>
Condutibilidade térmica	Calor	Indica a capacidade de um material de conduzir calor. Os metais são bons condutores térmicos e por isso são utilizados para fabricar panelas. Já a madeira e vários plásticos são maus condutores térmicos; portanto, são utilizados nos cabos de panelas.	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p> <p>O metal é bom condutor térmico; já o plástico é mau condutor. Por isso, podemos pegar a panela pelo cabo sem nos queimar.</p>
Condutibilidade elétrica	Eletricidade	Indica a facilidade de um material em conduzir eletricidade. Os metais são bons condutores de eletricidade e por isso são utilizados para fabricar fios condutores de eletricidade. Já a madeira, a borracha, a porcelana e vários plásticos são maus condutores de eletricidade; assim, são utilizados como isolantes elétricos.	 <p>Ricardo Givasi/PMPA</p> <p>O metal do fio elétrico é condutor de eletricidade; as luvas isolantes protegem o electricista de possíveis choques elétricos.</p>
Dureza	Força mecânica	É a resistência que um material apresenta ao ser riscado. O diamante é o material mais duro que se conhece. Ele risca, ou seja, provoca ranhuras em todos os outros materiais e não é riscado por nenhum. Já a pedra-sabão (rocha que possui esse nome por ser escorregadia) é composta essencialmente de talco – material menos duro que se conhece – e pode ser riscada até pela unha.	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p> <p>A unha é mais dura do que a pedra-sabão.</p>
Elasticidade	Força mecânica	É a facilidade que um material tem de ser dobrado ou encurvado e voltar espontaneamente à posição inicial. Um clipe de metal ou um fio metálico de cobre são flexíveis, mas não são elásticos. Já a borracha é flexível e elástica. Cessada a força, ela volta à posição inicial.	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p> <p>A borracha é elástica.</p>
Permeabilidade	Outros materiais	Um material é permeável quando permite a passagem de outro material por ele e é impermeável quando impede essa passagem. Por exemplo, o vidro é impermeável à água; a madeira, não tratada com vernizes, é permeável à água.	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p> <p>O plástico é impermeável à água, mas o pano, não.</p>

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

1. Quais das propriedades um material deve ter para que possa ser utilizado em traveseiros? Por quê?
2. Os encanamentos de água e esgoto das residências são geralmente feitos com um tipo de plástico, o polímero de vinila (PVC). Entretanto, os encanamentos pelos quais passa água quente são de cobre. Por quê?
3. Que materiais você escolheria para fazer uma estante de livros? Justifique sua resposta.
4. Uma tomada elétrica é feita com diferentes materiais: há partes metálicas e partes de plástico. Por quê?
5. Que propriedades de uma vela de filtro comum, feita com porcelana porosa, permitem que ela seja utilizada para filtrar a água?

#### LER TABELA II

Analise a tabela e depois responda às questões propostas.

Material	Composição	Temperatura de fusão (à pressão de 1 atm)	Temperatura de ebulição (à pressão de 1 atm)	Condutibilidade elétrica
Água destilada	água	0 °C	100 °C	muito baixa, quase zero
Água mineral	água e sais minerais dissolvidos em proporção variável conforme a fonte	menor do que 0 °C, variável conforme a proporção de sais dissolvidos	maior do que 100 °C, variável conforme a proporção de sais dissolvidos	baixa, porém maior do que a da água destilada, variável conforme a proporção de sais dissolvidos
Cobre	cobre	1083 °C	2582 °C	muito alta
Latão	cobre e zinco, em proporção variável conforme a forma de obtenção	menor do que 1083 °C, variável conforme as proporções de cobre e de zinco	menor do que 2582 °C, variável conforme as proporções de cobre e de zinco	alta, porém menor do que a do cobre, variável conforme as proporções de cobre e de zinco

Obs.: Não é necessário memorizar os dados desse quadro. Consulte-o sempre que necessário.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

1. Examine a composição dos quatro materiais. Quais são mais parecidos? Por quê?

.....

.....

2. Que semelhanças você percebeu entre a água mineral e o latão?

.....

.....

3. Materiais que apresentam um conjunto de propriedades, independentemente de sua origem ou forma de obtenção, são considerados **substâncias químicas**. Eles têm um único constituinte. Já materiais que apresentam propriedades que variam conforme sua origem ou forma de obtenção são considerados **misturas de substâncias químicas**. Eles têm mais de um constituinte. Com base nesses conceitos, classifique os quatro materiais apresentados no quadro.

.....

.....

As imagens a seguir mostram outros exemplos de substâncias químicas e de misturas de substâncias químicas:



Carlos Aguiar/SXC.HU

Pepita de ouro: substância química ouro.



Sytem Mleiv/SXC.HU

Liga de ouro 18 quilates: mistura que contém 75% de ouro e 25% de outros metais.



Ilustração digital: Conexao Editorial

Açúcar orgânico: mistura de diversas substâncias químicas, na qual a sacarose é o principal constituinte.

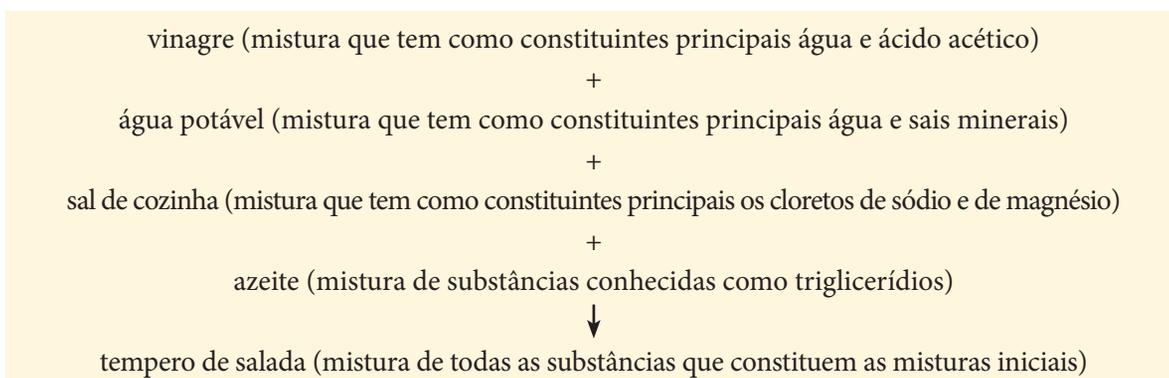


Ilustração digital: Conexao Editorial

Açúcar comum refinado: constituído pela substância química sacarose.

## FAZENDO MISTURAS

Todos os dias, fazemos misturas de diversos produtos. Quando, por exemplo, misturamos vinagre, água potável, sal de cozinha e azeite, que já são misturas de substâncias químicas, para preparar um tempero de salada, obtemos uma mistura final com mais substâncias químicas do que as que existiam em cada um desses materiais isoladamente. Veja o esquema a seguir.



Algumas misturas, entretanto, resultam em algo mais do que a simples mistura de todas as substâncias. Para observar o resultado de algumas dessas misturas, leia o texto a seguir e faça o experimento proposto.

Mudança de cor, formação de gás e turvação são alguns dos sinais que indicam a formação de substâncias químicas que não existiam antes de a mistura ser feita. Ou seja, as misturas realizadas produziram **novas substâncias químicas**, diferentes das que foram misturadas (lembre-se de que uma substância química é caracterizada por suas propriedades).

Essa formação de substâncias químicas diferentes das que existiam inicialmente é decorrência do fenômeno conhecido como **transformação química** ou **reação química**. A formação da ferrugem é um exemplo.

## EXPERIMENTAR

### MISTURAS

Mudança de cor, formação de gás e turvação são alguns dos sinais que indicam a formação de substâncias químicas que não existiam antes de a mistura ser feita. Ou seja, as misturas realizadas produziram **novas substâncias químicas**, diferentes das que foram misturadas (lembre-se de que uma substância química é caracterizada por suas propriedades).

Essa formação de substâncias químicas diferentes das que existiam inicialmente é decorrência do fenômeno conhecido como **transformação química** ou **reação química**. A formação da ferrugem é um exemplo. Este experimento poderá ser feito individualmente ou em grupo, na escola ou na casa de algum dos colegas do grupo.

#### Materiais necessários:

- 1 xícara (café) de vinagre de álcool;
- 1 colher (café) de bicarbonato de sódio em pó (ou fermento químico em pó);
- 3 pregos comuns novos;
- 1 comprimido de ácido acetilsalicílico de 500 mg (obs.: não servem os comprimidos infantis ou os efervescentes);
- ½ litro de água filtrada;
- 10 lascas de sabão de coco ou de sabão em pedra comum (obs.: não serve sabonete);
- 1 vidrinho de solução de iodo de farmácia;
- 1 colher (café) de farinha de trigo;
- 4 copos pequenos (aproximadamente 200 ml de capacidade) incolores e transparentes (por exemplo: copos de geleia; potinhos de alimentos para bebê, copos descartáveis);
- 1 colher (chá) para agitar as misturas;
- 4 etiquetas;
- 1 conta-gotas (para o iodo).

#### Procedimentos:

Etiquete os copos, numerando-os de 1 a 4. Faça em cada copo a mistura indicada na tabela. Observe o que ocorre logo após a mistura e registre suas observações na tabela. Providencie um local para deixar os copos em repouso por mais dois dias. Observe os copos no dia seguinte e dois dias após as misturas. Registre suas observações na tabela a seguir.

Copo número	Mistura	Observações nas mudanças ocorridas logo após a agitação da mistura	Observações nas mudanças ocorridas no dia seguinte ao da mistura	Observações nas mudanças ocorridas dois dias após a mistura
1	Água filtrada até metade do copo + 1 colher de bicarbonato de sódio + ½ xícara de vinagre de álcool			
2	Água filtrada até metade do copo + 1 colher de farinha de trigo + 10 gotas de iodo			
3	Água filtrada até metade do copo + 10 lascas de sabão + ½ xícara de vinagre de álcool			
4	Água filtrada até metade do copo + 3 pregos + 1 comprimido de ácido acetilsalicílico			

Responda agora às seguintes questões:

1. Em quais misturas formou-se algo que não existia antes de a mistura ser feita? Justifique.
2. Em quais misturas houve mudança de cor?
3. Em qual ou em quais misturas houve formação de gás, sinalizada pela formação de bolhas?
4. Em qual ou em quais misturas houve aumento da turvação (diminuição da transparência)?
5. Dê três exemplos de transformações químicas que ocorrem em seu dia a dia.

### Uma representação para as transformações químicas

As substâncias iniciais que participam de uma transformação química são chamadas reagentes da transformação. As novas que se formam são chamadas “produtos da transformação”. As transformações podem ser representadas da seguinte forma:

#### Reagentes → Produtos

Assim, por exemplo, a transformação ocorrida no copo 1 pode ser representada por:



## TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS, SOBREVIVÊNCIA E CONVIVÊNCIA

Todos os materiais são substâncias químicas ou misturas de substâncias químicas. Assim, as substâncias químicas, de uma forma ou de outra, estão presentes em tudo o que nos cerca. Além disso, dependemos delas para nossa sobrevivência, pois nosso organismo, assim como o de todos os seres vivos, é formado por complexas misturas de diversas substâncias químicas, nas quais a substância que está presente em maior proporção é a água. Cerca de 70% de toda a massa de nosso organismo corresponde à água.

Nossa respiração também resulta de um complexo conjunto de transformações químicas que produzem a energia necessária à nossa sobrevivência.

São também as transformações químicas que permitem produzir plásticos, vidros, papéis, componentes eletrônicos, combustíveis, xampus, pães, medicamentos, preservativos, cosméticos, detergentes, sabões, metais, e também preparar comida, tratar esgotos domésticos e industriais, reciclar vários materiais e ter acesso a tantas outras coisas com as quais convivemos em nossos momentos de trabalho, lazer e estudo.

Entretanto, para produzir tudo isso, precisamos retirar materiais do ambiente e processá-los industrialmente. Depois de utilizados, a maior parte acaba voltando para o ambiente como lixo, o que causa graves problemas.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Enceja (2002) Suponha que uma indústria de painéis disponha de três materiais, X, Y e Z, para utilizar na fabricação de painéis. Os valores de condutividade térmica desses materiais estão apresentados na tabela. Valores baixos de condutividade térmica indicam bons isolantes.

Material industrializado	Condutividade térmica (kcal/°C · m · s)
X	$7 \times 10^{-2}$
Y	$1 \times 10^{-3}$
Z	$9 \times 10^{-6}$

Para produzir um painel com cabo, a indústria deve utilizar:

- a) Z para o painel e Y para o cabo.
- b) X para o painel e Z para o cabo.
- c) Y para o painel e X para o cabo.
- d) X para o painel e Y para o cabo.

## PESQUISAR

Escolha um dos seguintes produtos: álcool etílico (etanol), sabão, sal de cozinha, ferro, cal hidratada, água potável e PVC. Em seguida, procure descobrir:

- Que substâncias químicas estão presentes nele.
- Como ele é obtido industrialmente, incluindo misturas e/ou transformações químicas que estão envolvidas nessa obtenção.

Você pode pesquisar em livros, jornais, internet, ou nas próprias empresas produtoras (há sempre um telefone para atendimento nas embalagens). Apresente os resultados de seu trabalho em um cartaz.

## ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

### Químico

Este capítulo aborda o tema **substância química**, e suas propriedades e composição. Tal saber é essencial para compreender os usos sociais desses materiais e a composição dos produtos com os quais temos contato no cotidiano. Um profissional indispensável nesse campo é o químico.

Um dos desafios do químico é utilizar seus conhecimentos para solucionar problemas relacionados à indústria, agricultura, ecologia, educação e saúde.

**Formação escolar exigida:** Ensino superior completo (4 anos).

**Área de atuação:** Por sua ligação com setores produtivos estratégicos do país, o químico é muito valorizado no mercado de trabalho. As principais áreas de atuação do químico são: ensino na disciplina de Química, marcada pela carência de profissionais no país. Também atua como responsável técnico em empresas do setor químico e petroquímico, além de trabalhar em fábricas

de tintas, medicamentos, corantes, solventes, insumos agrícolas, têxteis, de calçados e muitas outras, o que eleva sua responsabilidade social. Atua também na criação e gestão de laboratórios químicos e setores de controle de qualidade de bens e matérias-primas. Também pode atuar em investigações forenses como perito. Pode se especializar em programas de pós-graduação para exercer a pesquisa e a docência no ensino superior.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVROS



#### ALQUIMISTAS E QUÍMICOS: O PASSADO, O PRESENTE E O FUTURO

Em um pequeno livro, de leitura muito agradável, José Atílio Vanin aborda aspectos históricos, características e processos de obtenção de várias substâncias químicas presentes no cotidiano das pessoas, em diferentes épocas.

VANIN, José Atílio. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1994.



#### SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS: ESTRUTURA E PROPRIEDADES

Com uma linguagem que valoriza mais os conceitos do que as fórmulas matemáticas e uma abordagem fácil de entender, esse livro introduz o leitor no mundo da Química Orgânica.

ROQUE, Nidia Franca. *Substâncias orgânicas: estrutura e propriedades*. São Paulo: Edusp, 2011.

### SITES



#### COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP)

Apresenta várias informações sobre a água, seu tratamento e controle de qualidade.

Disponível em: <[www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br)>. Acesso em: 11 nov. 2011.



#### INSTITUTO DO PVC

Apresenta diversas informações sobre usos, produção e propriedades do policloreto de vinila (PVC).

Disponível em: <[www.institutodopvc.org](http://www.institutodopvc.org)>. Acesso em: 23 nov. 2011.

## Ser ou não ser alimento? Eis a questão!

Algum tempo atrás, um cineasta estadunidense chamado Morgan Spurlock decidiu ser cobaia de uma experiência feita por si mesmo e gravou todo o processo a que se submeteu: durante um mês, fez três refeições diárias apenas com produtos servidos em uma rede de lanchonetes tipo *fast-food* (comida rápida).

O resultado foi o filme *Super Size me: a dieta do palhaço*. Enquanto realizava a experiência e o filme, esse diretor mostrava como o povo estadunidense está influenciado pela cultura do *fast-food*, além de mostrar os efeitos desse tipo de nutrição no próprio organismo – Spurlock engordou 11 quilos, seu fígado ficou muito prejudicado e o nível de colesterol atingiu taxas muito altas. Nas últimas semanas, o humor de Spurlock só melhorava depois que ele comia em uma lanchonete da rede, o que levou uma médica a crer que ele estava começando a se viciar nos lanches.

Há vários outros filmes (veja a lista a seguir) que, tendo a comida como tema, discutem relações familiares e políticas. Com base em todos eles, podemos fazer a mesma pergunta: as personagens que participam desses jantares, ceias ou orgias gastronômicas estão bem nutridas ou bem alimentadas?

Nutrição e alimentação são palavras de mesmo significado? Qual é a diferença entre alimentos e nutrientes? Levante hipóteses para explicar o significado de cada uma dessas palavras e depois responda oralmente à questão proposta no parágrafo anterior.

### Filmes em que a comida está presente

- Chocolate*, de Lasse Hallström, EUA, 2000, 122 min.
- Comer, beber, viver*, de Ang Lee, Taiwan, 1994, 123 min.
- A comilança*, de Marco Ferreri, França/Itália, 1973, 125 min.
- Estômago*, de Marcos Jorge, Brasil, 2008, 112 min.
- A grande noite*, de Stanley Tucci, EUA, 1996, 104 min.
- Histórias de cozinha*, de Bent Hamer, Noruega/Suécia, 2003, 95 min.
- Julie e Julia*, de Nora Ephron, Estados Unidos, 2009, 123 min.
- Ratatouille* (animação), de Brad Bird, Estados Unidos, 2007, 110 min.
- Super Size me: a dieta do palhaço*, de Morgan Spurlock, EUA, 2004, 96 min.
- Tempero da vida*, de Tassos Boulmetis, Grécia/Turquia, 2003, 107 min.



Fernando Favoretto/Claro Imagem

### PESQUISAR

Para entender melhor as definições de nutriente e alimento, vamos fazer uma análise da composição e das funções de um líquido muito importante, principalmente nos nossos primeiros meses de vida – o leite. Qual a sua composição? Por que há vários tipos de leite? Como ele é produzido? Por que ele é importante na alimentação?

Para responder a essas perguntas, você deverá fazer uma comparação entre os três tipos de leite mais comercializados – desnatado, semidesnatado e integral.

O leite é um líquido produzido pelas glândulas mamárias de mamíferos e contém uma série de substâncias: água, sais minerais, vitaminas, proteínas, lipídios e carboidratos. Dessas, algumas são produzidas pelos seres vivos e outras podem também ser encontradas no solo e na água. Cada uma delas exerce várias funções no corpo

do ser vivo. Algumas intermedeiam ou regulam processos; outras fazem parte de tecidos, órgãos ou substâncias mais complexas; enquanto outras são responsáveis pelo fornecimento de energia para os seres vivos.

Como todas essas substâncias são necessárias à nossa sobrevivência, é dado a elas o nome de **nutrientes**. Eles são obtidos pelo corpo por meio da ingestão de **alimentos**, que são compostos formados de uma série de nutrientes, ou por meio de trocas gasosas, no caso do oxigênio. Estão presentes no leite: água, proteínas (a caseína é a proteína responsável pela coloração branca do leite), carboidratos (a lactose confere o sabor adocicado ao leite), lipídios (a nata do leite é formada basicamente de lipídios), vitaminas (A e D, principalmente) e sais minerais (cálcio e fósforo).

## NUTRIENTES QUE VÃO FORNECER ENERGIA PARA O SER VIVO

A explicação de como surgem esses nutrientes está em um processo, talvez o mais importante para a vida na Terra – a fotossíntese. Para percebermos a sua importância, basta lembrar que foi a diminuição na intensidade da fotossíntese que, provavelmente, causou a extinção de vários animais, principalmente dos grandes dinossauros, há cerca de 65 milhões de anos. Uma das teorias que explicam essa mortandade em massa sugere que houve um choque de um meteoro gigantesco com a Terra, na região da península de Iucatã, no México.

O impacto com o solo levantou uma quantidade muito grande de sedimentos, que se espalharam pela atmosfera e não deixaram que grande parte dos raios solares atingissem o solo, impedindo a realização da fotossíntese. Sem a fotossíntese, as bases das teias alimentares ficaram prejudicadas e os grandes herbívoros, sem comida suficiente para o tamanho avantajado de seus corpos, morreram.

### LER ESQUEMA I



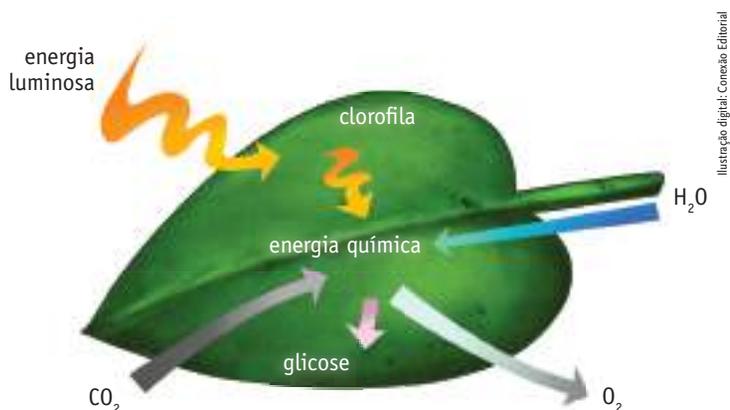
O esquema mostra uma relação entre três seres vivos – gramíneas, capivara e onça-pintada. Descreva a relação existente entre esse esquema e o texto acima.

.....

.....

.....

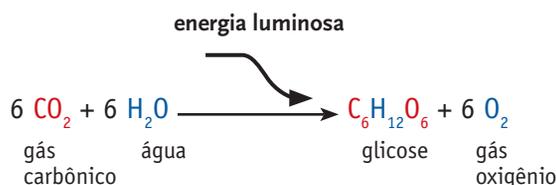
## TODO ALIMENTO FORNECE NUTRIENTES, MAS NEM TODO NUTRIENTE FORNECE ENERGIA



Fonte: Elaborado pelos autores. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Esse esquema mostra o que acontece na fotossíntese, processo responsável pela produção de alimentos dos vegetais e, indiretamente, de todos os outros grupos de seres vivos. A planta absorve água e gás carbônico (representados pelas setas azul e marrom, respectivamente), substâncias com baixo teor energético.

A planta também capta energia luminosa por meio da atividade de uma proteína especial, a clorofila, abundante nas folhas e em outras partes de cor verde do vegetal. A clorofila transforma a energia luminosa em energia química, a qual é utilizada na união das moléculas de  $H_2O$  e  $CO_2$  absorvidas, resultando na produção de moléculas de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), nutriente com alto teor energético, e moléculas de gás oxigênio ( $O_2$ ), substância indispensável para a respiração de seres vivos aeróbicos.



### EM UMA EQUAÇÃO QUÍMICA:

As cores dos símbolos químicos dessa equação mostram a origem e o destino das substâncias utilizadas e produzidas na fotossíntese. Ou seja, o gás carbônico se liga ao hidrogênio da molécula de água, formando a molécula de glicose, enquanto o oxigênio da molécula de água forma a molécula de gás oxigênio.

O vegetal, por meio da produção e posterior transformação da glicose, dará origem a outras macromoléculas, como as proteínas e os lipídios. Incorporando grande quantidade de energia em nutrientes com baixo teor energético (sais minerais, água e gás carbônico, por exemplo), o vegetal produz os alimentos, nutrientes com alto teor energético (carboidratos, proteínas e lipídios).

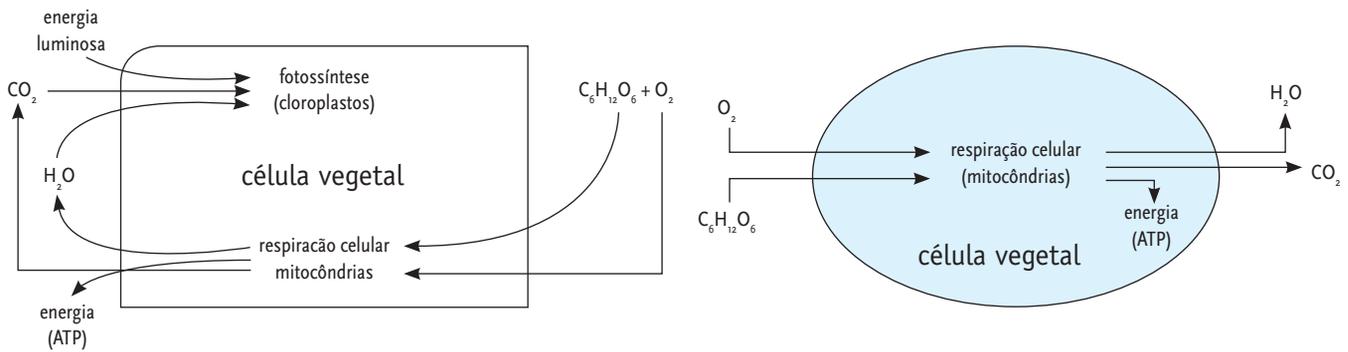
Essas macromoléculas, após a ingestão e a transformação em moléculas simples no processo digestivo, serão encaminhadas às células, local em que a energia será liberada para que a célula permaneça viva, em um processo inverso à fotossíntese (respiração celular).

### A bioquímica na cozinha

O que representam os números pequenos na frente dos símbolos em uma equação química? Elabore algumas hipóteses e discuta com seus colegas a importância desses números. Quer uma dica? Aí vai: pense no conjunto de reações químicas que ocorrem na sua cozinha quando você prepara um bolo. O bolo de fubá é produzido por várias reações químicas que ocorrem entre ovos, leite, farinha de trigo e fubá, margarina e fermento em pó. Será que o bolo ficaria bom se, no preparo da massa, você utilizasse todo o frasco de fermento? Se você tiver resposta para essa questão, facilmente vai achar a função dos números (coeficientes) na frente dos símbolos da equação química da fotossíntese. Pense em uma receita, seus ingredientes e no resultado esperado.

## LER ESQUEMA II

Analise os esquemas a seguir e produza um texto descrevendo os processos que estão ocorrendo nas células vegetal e animal. Em todas as células aeróbicas, ou seja, que utilizam gás oxigênio, a respiração celular se dá como descrito nos modelos apresentados. Apenas nas células clorofiladas – vegetais, algumas bactérias e alguns protistas – acontece a fotossíntese. Compare os reagentes e os produtos originados das reações químicas de cada processo e estabeleça as semelhanças e as diferenças entre eles.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Ilustração digital: Planeta Terra Design

## ATP – A MOLÉCULA “CARGA RÁPIDA”

O que você faria se morasse distante de um núcleo urbano, perto de um rio e não soubesse se a água disponível é potável ou não? Provavelmente você tomaria alguns cuidados para que essa água pudesse ser bebida. O que seria mais lógico: recolher a água em uma caixa-d'água, realizar alguma forma de tratamento e depois armazenar a água tratada em garrafas ou fazer o tratamento de água sempre que quisesse bebê-la? Dessas duas opções, qual delas seria a mais viável, mais econômica e mais rápida para obter a água necessária?

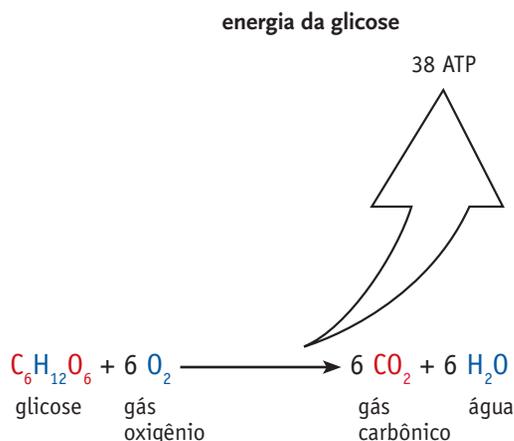
Com a energia dos nutrientes ocorre a mesma coisa. Temos uma grande quantidade de energia armazenada nas moléculas da glicose, por exemplo. Mas, para obtermos essa energia, precisamos realizar um processo que ocorre dentro da célula, a respiração celular, que é responsável pela quebra da molécula de glicose, com o auxílio do gás oxigênio, e da liberação de gás carbônico e energia.

A energia liberada da molécula de glicose poderia se dissipar pela célula se não fosse armazenada em outra molécula, chamada de ATP (sigla em inglês para *adenosine triphosphate* – trifosfato de adenosina, em português). Você deve estar se perguntando: por que liberar a energia de uma molécula e armazenar em outra?

A liberação da energia da molécula de glicose é um processo relativamente lento, que não permite que disponhamos rapidamente de energia no momento em que precisamos dela para realizar alguma atividade. E a liberação da energia da molécula de ATP é um processo muito rápido, que permite que tenhamos prontamente a energia necessária para qualquer atividade.

Comparando com a questão do parágrafo inicial, a glicose seria a caixa-d'água, o tratamento da água seria a respiração celular, e as garrafas seriam os ATPs produzidos pela respiração celular. Essa é a grande vantagem de liberar a energia das moléculas de glicose e armazená-la nas moléculas de ATP.

## EM UMA EQUAÇÃO QUÍMICA:



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

Ilustração digital: Planeta Terra Design

### A respiração celular

A quebra da molécula de glicose acontece a todo instante, ininterruptamente, a qualquer hora do dia, e, para isso, é necessário gás oxigênio. É exatamente por isso que podemos ficar algumas horas ou até mesmo vários dias sem comer ou beber (as nossas reservas são fantásticas!), mas não conseguimos, na maioria das vezes, ficar mais de três minutos sem gás oxigênio – o recorde mundial de apneia estática (sem se movimentar dentro de uma piscina) é de 20 minutos e 21 segundos, obtido por Ricardo da Gama Bahia, em 16 de setembro de 2010, no Rio de Janeiro. Essa marca já está homologada no livro *Guinness World Records*.

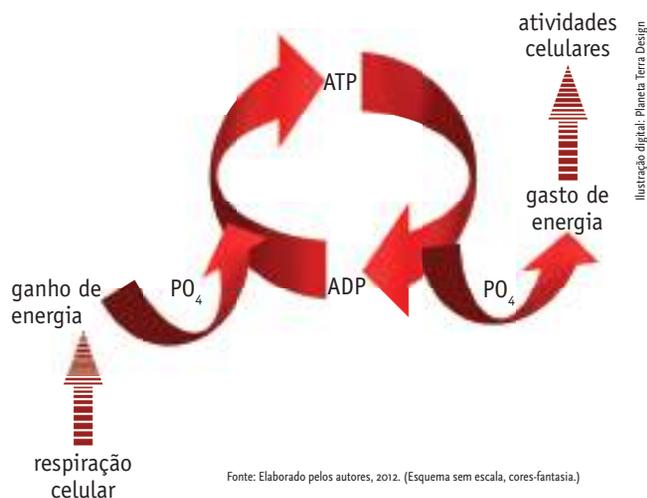
Cada célula possui o seu estoque de ATPs, formado durante o processo de respiração celular. À medida que a célula gasta essa energia em suas atividades – lembre-se de que até para o coração pulsar ocorre gasto de energia –, a molécula de ATP libera a energia necessária e se transforma em outra molécula, chamada de ADP (sigla em inglês para *adenosine diphosphate* – difosfato de adenosina, em português), que possui um átomo de fósforo a menos que a molécula de ATP.

Quando estamos com baixa quantidade de ATPs e grande quantidade de ADPs nas células, o nosso corpo reage a essa diferença, causando dores no corpo, sonolência, diminuição na velocidade dos reflexos, por exemplo, provocando cansaço. Se você estiver cansado, é necessário repor energia, alimentar-se direito, refazer-se do desgaste do dia a dia, descansar e ter uma boa noite de sono também. Em outras palavras, você precisa diminuir o seu estoque de ADP e aumentar o de ATP.

### LER ESQUEMA III

Durante o dia, apesar de respirarmos o tempo todo, consumimos muita energia – entre 2 000 e 2 500 kcal –, pois o nosso organismo está a “pleno vapor”, envolvido em várias atividades, muitas vezes. À noite, na hora de descansar/dormir, a nossa taxa respiratória até diminui um pouco, mas o importante é que o gasto energético é bem menor e, portanto, a produção de energia é maior do que o gasto. Isso significa que há aumento do estoque de ATP e diminuição do estoque de ADP.

1. Analise e discuta o que acontece com as quantidades de ATP e ADP, no seu organismo, durante um dia, com base no esquema ao lado.
2. Após a discussão, em uma folha avulsa, construa um gráfico que represente a variação das quantidades de ATP e de ADP durante 24 horas. Dessa forma, você comprovará por que em determinado momento do dia você sente mais cansaço (muito ADP e pouco ATP) e, ao acordar, você está pronto para mais um dia de atividades (muito ATP e pouco ADP).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Ilustração digital: Planeta Terra Design

## ATP, QUILOCALORIA OU CALORIA?

No passado, havia muita confusão no que se refere ao valor energético dos produtos alimentícios, em virtude da falta de padronização das unidades utilizadas. Em alguns produtos, encontrávamos esse valor descrito em calorias, em outros, em quilocalorias. Como saber o que estávamos consumindo, uma vez que quilocaloria é a unidade correspondente a 1 000 calorias? Para tentar padronizar, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) adotou o seguinte critério: o valor nutritivo deve vir grafado em kcal (quilocaloria) e em kJ (quilojoules), seguido de uma referência de consumo diário também em kcal e kJ.

Dessa forma, e se for necessário, saberemos que, durante um dia, ao consumir aquele produto, estamos ganhando certa porcentagem de energia, que deverá ser computada em relação à quantidade total que está sendo apontada como saudável para o organismo.

Por causa dessa padronização, as indústrias não podem representar o valor energético dos produtos em quantidades de ATPs, mas há uma correspondência entre essas medidas. O valor energético de um alimento é medido pela quantidade de energia térmica que é liberada na “quebra” completa desse alimento até seus produtos finais. De toda a energia encontrada na glicose, 61% são perdidos na forma de calor, na formação dos ATPs (processo de respiração celular), e, quando a energia dos ATPs for utilizada, 50% a 90% dessa energia também será perdida na forma de calor. A energia que sobra é transformada em atividades da célula. Para se ter uma ideia do que é perdido na forma de calor, vejamos estes números:

- quantidade de energia existente em uma molécula de glicose: 686 kcal;
- quantidade de energia armazenada nos ATPs: 266 kcal (correspondente à formação de 38 ATPs);
- quantidade de energia perdida na forma de calor: 420 kcal.

Mesmo assim, a energia disponível, proveniente de uma molécula de glicose, é muito grande. De tudo o que é consumido em termos energéticos, grande parte é usada na manutenção da temperatura do corpo, e o resto, se não for gasto em outras atividades do metabolismo, é armazenado na forma de gordura (lipídios).

Portanto, não há necessidade de comer gordura para armazenar gordura. Se a entrada (ingestão) de proteínas ou de carboidratos for, em termos energéticos, maior que a saída (energia gasta no metabolismo), o nosso organismo transformará o excesso em gordura e a armazenará.

## QUAL É MAIS CALÓRICO: UM QUIBE ASSADO OU UM QUIBE FRITO?

Levando em conta os outros tipos de alimentos e os seus respectivos desempenhos energéticos, verificamos que tanto os carboidratos quanto as proteínas fornecem a mesma quantidade de energia final, enquanto as gorduras fornecem o dobro. Um grama de carboidrato e de proteína fornecem 4,1 kcal cada um, e um grama de gordura fornece 9,3 kcal, ao final da respiração celular.

Portanto, é preciso muito cuidado ao fazer uma dieta, pois a mesma quantidade de carboidratos e de gorduras fornece porcentagens completamente diferentes de energia. Outro cuidado que precisamos ter é que normalmente a gordura é encontrada em forma pura nos produtos, já que não se dissolve em água, enquanto os carboidratos e as proteínas são encontrados muitas vezes diluídos.

Você já comeu batatas na manteiga? A gordura da manteiga possui quase tanta energia quanto a batata toda e, além disso, a manteiga fornece quase 2,5 vezes mais energia do que todo o amido da batata, representado por apenas 16,6% do peso total da batata, uma vez que a maior parte do seu peso é dada pela água. E agora, você pode responder à pergunta do subtítulo? Para ajudar, analise as duas receitas de quibe, frito e assado, e tente, ao verificar suas composições, determinar qual delas é a mais calórica.

#### **Quibe frito**

- 1 kg de carne moída;
- 1 kg de trigo para quibe;
- 2 colheres (sopa) de manteiga;
- 2 cebolas picadas;
- sal;
- pimenta-do-reino;
- hortelã;
- óleo para fritar;

Faça os bolinhos com a massa e frite em óleo quente.

#### **Quibe assado**

- 1 kg de carne moída;
- 500 g de trigo para quibe;
- 2 cebolas picadas;
- 1 tomate picado, sem sementes;
- hortelã;
- sal;
- pimenta-do-reino;

Asse a mistura em forno médio, por uns 40 min.

## **EXPERIMENTAR**

### **COMBUSTÃO DO PÃO E DO AMENDOIM**

Você pode comprovar o que foi mencionado acima fazendo uma experiência muito simples: a combustão do pão e do amendoim. É importante que você realize essa experiência em grupo, pois serão necessárias pelo menos mais duas pessoas para ajudá-lo. Você vai precisar de um pedaço de pão francês, amendoim cru, uma lamparina a álcool, uma pinça de metal (o cabo da pinça deve estar revestido por um tecido ou cortiça para evitar o aquecimento dos dedos) para segurar o pão e o amendoim, um tubo de ensaio, uma pinça de madeira para segurar o tubo de ensaio e um termômetro que meça até 100 °C. Pese o amendoim e um pedaço de pão francês. É necessário que os dois produtos tenham aproximadamente o mesmo peso.

Em seguida, coloque 20 mL de água (pode ser medida com uma seringa de injeção) no tubo de ensaio, segure-o com a pinça de madeira e peça a um colega que coloque e segure o termômetro dentro do tubo com água, tomando cuidado para não deixar o termômetro em contato direto com o vidro. Peça a outro colega que pegue o pedaço de pão com a pinça de metal e ateie fogo. Assim que o pão começar a queimar, coloque-o para aquecer o tubo de ensaio com água, evitando correntes de ar nesse momento. Quando acabar o fogo do pão por completo, marque a temperatura alcançada pela água. Faça os mesmos procedimentos com o grão de amendoim. Ao final do experimento, compare as duas medidas de temperatura da água e registre as suas explicações e conclusões. Compare-as com as dos outros grupos e tente justificar o porquê das diferenças encontradas, se for o caso.

## DEBATER

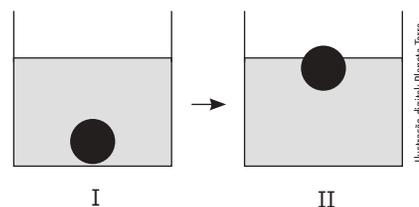
A maioria dos seres vivos precisa de um ambiente rico em gás oxigênio, pois o utilizam no processo de obtenção de energia por meio da respiração celular. Alguns seres vivos, provavelmente descendentes diretos dos primeiros seres vivos que surgiram na Terra – algumas espécies de bactérias e de fungos –, conseguem liberar a energia dos alimentos por meio de outros processos, sem a utilização de gás oxigênio.

Um desses processos é chamado de fermentação. Essa palavra não deve ser totalmente estranha a você, pois provavelmente já a escutou em outras situações. Quem já não ouviu recomendações do tipo “não misture bebidas fermentadas com bebidas destiladas”, ou, ainda, “a massa não ficou fofinha porque colocaram pouco fermento”? O que essas situações têm a ver com o fato de alguns seres vivos conseguirem obter energia sem a ajuda do gás oxigênio?

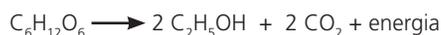
Em grupo, formule uma resposta para a questão a seguir e apresente a solução para a classe. Debata com seus colegas as respostas de vocês. Por que, quando usamos o fermento biológico, há necessidade de “deixar a massa descansar” e, quando usamos o fermento químico (mistura de substâncias utilizada na fabricação de bolos), não há essa necessidade?

## APLICAR CONHECIMENTOS

1. Enem (2000) No processo de fabricação de pão, os padeiros, após prepararem a massa utilizando fermento biológico – um tablete contendo milhões de um tipo de fungo unicelular chamado *Saccharomyces cerevisiae* –, separam uma porção de massa em forma de “bola” e a mergulham num recipiente com água, aguardando que ela suba, como pode ser observado, respectivamente, em I e II no esquema ao lado. Quando isso acontece, a massa está pronta para ir ao forno.



Um professor explicaria esse procedimento da seguinte maneira: “A bola de massa torna-se menos densa que o líquido e sobe. A alteração da densidade deve-se à fermentação, processo que pode ser resumido pela equação:



glicose            álcool            gás  
                         comum            carbônico

Considere as afirmações abaixo.

- I – A fermentação dos carboidratos da massa de pão ocorre de maneira espontânea e não depende da existência de qualquer organismo vivo.  
II – Durante a fermentação, ocorre produção de gás carbônico, que se vai acumulando em cavidades no interior da massa, o que faz a bola subir.  
III – A fermentação transforma a glicose em álcool. Como o álcool tem maior densidade do que a água, a bola de massa sobe.

Dentre as afirmativas, apenas:

- a) I está correta.            b) II está correta.            c) I e II estão corretas.            d) II e III estão corretas.            e) III está correta.

2. Enceja (2002) Receita de pão caseiro salgado:

Ingredientes:

- 2 tabletes de fermento biológico
- ½ copo de água morna
- 1 colher de sopa de açúcar
- 1 pitada de sal
- 2 colheres de sopa de óleo
- 1 ovo
- farinha de trigo para dar consistência à massa

Observe que a receita é de pão salgado e, ainda assim, leva açúcar. Isso se justifica porque o açúcar

- a) diminui o sabor mais forte que o fermento dá ao pão.            b) é a fonte energética para os microrganismos.            c) contribui para dar sabor ao pão.            d) aumenta a acidez do pão.

### ATENÇÃO!

Ao analisar a equação química da fermentação, você deve ter observado que houve a transformação da glicose em álcool e gás carbônico, sem a utilização de gás oxigênio e com a liberação/produção de energia. Essa é uma forma de alguns fungos e bactérias conseguirem energia a partir de alimentos, que pode ser aproveitada para fins culinários e industriais, já que produz substâncias de importância econômica, como o álcool. As usinas de cana-de-açúcar empregam esse processo para produzir o álcool que utilizamos como combustível nos automóveis, limpeza e desinfecção de ferimentos. Ao mesmo tempo que os fungos transformam a glicose em álcool, também liberam gás carbônico e conseguem a energia necessária à sua sobrevivência. O gás carbônico produzido na fermentação permite que as massas fiquem “fofinhas”, macias, com melhor textura para o paladar, o que faz o fermento biológico ser imprescindível na elaboração de massas de pão e de pizzas.

## Quantidades e proporções de substâncias químicas: do remédio ao veneno

Uso que se faz das substâncias químicas está relacionado às suas propriedades características. Por exemplo, o cloro é utilizado no tratamento da água porque tem propriedades bactericidas, ou seja, é capaz de matar bactérias, entre elas as que provocam doenças. Sem essa utilização do cloro, a **sobrevivência** humana, principalmente nas grandes cidades, estaria comprometida, tendo em vista o número de doenças graves transmitidas pela água contaminada por bactérias ou outros microrganismos.

Outro exemplo é o ácido acetilsalicílico, que é utilizado como medicamento por suas propriedades antitérmicas (diminui a febre), analgésicas (diminui a dor) e anti-inflamatórias (diminui as inflamações). Trata-se de um dos medicamentos mais usados em todo o mundo.

Entretanto, para obter a ação esperada, tanto do cloro como do ácido acetilsalicílico, é necessário conhecer muito bem as quantidades em que essas substâncias podem ser administradas, pois, se forem menores do que as recomendadas, não farão efeito, e, se forem maiores, podem causar diversas complicações à saúde humana, inclusive a morte. Também é importante conhecer a forma correta de utilizá-las.

Essas considerações valem para o uso de todas as outras substâncias químicas com as quais **convivemos**, inclusive a água, líquido essencial à vida. Você já pensou no que pode acontecer se ficar bebendo água sem parar, desde a manhã até a noite? E se inalar em vez de ingerir a água? Nem podemos pensar em fazer isso, pois os resultados certamente serão muito danosos.

Neste capítulo, você estudará as substâncias químicas, as misturas de substâncias e as transformações químicas do ponto de vista **quantitativo**, ou seja, considerando quantidades e proporções.

### PROPORÇÕES DE SUBSTÂNCIAS EM MISTURAS

Uma mistura de substâncias químicas é caracterizada tanto pelos tipos de substâncias que a constituem como pelas quantidades em que elas estão presentes na mistura. Veja os exemplos a seguir.

Examinando essas imagens, notamos que há diferentes formas de expressar as proporções entre as quantidades das substâncias componentes das misturas. Essas quantida-



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

des, nos produtos de uso rotineiro, são geralmente a massa, que é normalmente expressa em quilograma (símbolo kg), grama (g), miligrama (mg) ou micrograma ( $\mu\text{g}$ ); e o volume, que é normalmente expresso em litro (símbolo L), mililitro (mL), decilitro (dL), centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ), decímetro cúbico ( $\text{dm}^3$ ) ou metro cúbico ( $\text{m}^3$ ).

Assim, as proporções dos componentes nas misturas, ou seja, suas concentrações, são informadas de diferentes maneiras nos rótulos apresentados ao lado e na página anterior, mas todos utilizam essas unidades de medida. Vamos ver o significado dessas proporções.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## CONCENTRAÇÃO EM MASSA

Indica a massa de uma substância que está dissolvida em determinado volume da mistura. Assim, quando lemos, por exemplo, dipirona sódica 500 mg/mL, isso significa que cada mililitro da mistura contém 500 mg de dipirona sódica.

## CONCENTRAÇÃO EM PORCENTAGEM

A porcentagem indica quantas partes de uma substância estão presentes em cem partes da mistura. Quando expressamos a concentração em porcentagem, devemos indicar a qual ou quais unidades estamos nos referindo. Veja a seguir:

- **% (em massa) ou % (m/m)** – indica a massa em gramas da substância presente em 100 g da mistura ou a massa em quilogramas da substância presente em 100 kg da mistura etc.
- **% (em volume) ou % (v/v)** – indica o volume em mililitros da substância em 100 ml da mistura ou o volume em litros da substância em 100 L da mistura etc.
- **% (em massa/volume) ou % (m/v)** – indica a massa em gramas da substância dissolvida em 100 ml da mistura ou a massa em quilogramas da substância em 100 L da mistura etc.
- **Graus INPM** – essa unidade de medida corresponde à porcentagem em massa de uma substância presente em uma mistura; é geralmente empregada em misturas alcoólicas.
- **Graus Gay-Lussac (GL)** – essa unidade de medida corresponde à porcentagem em volume de uma substância em uma mistura; é habitualmente empregada em misturas alcoólicas.

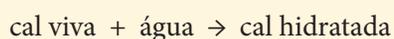
## LER IMAGENS I

Observe as imagens das páginas anteriores e responda às questões a seguir.

1. Suponha que uma pessoa tenha ingerido uma dose de 40 gotas de dipirona sódica. Sabendo que cada gota tem volume aproximado de 0,05 ml, que massa de dipirona sódica foi ingerida?
2. Que outra imagem mostra uma proporção expressa na forma de concentração em massa?
3. Identifique quais das imagens se referem à porcentagem em volume, à porcentagem em massa e à porcentagem em massa por volume.
4. Por que é incorreto um rótulo apresentar apenas o valor 70%, sem outras informações, para indicar a concentração de álcool numa mistura álcool-água?
5. Com o que você aprendeu, procure criar uma legenda para cada uma das imagens apresentadas.

## PROPORÇÕES DE SUBSTÂNCIAS EM TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Você já aprendeu que a transformação química ocorre quando se formam substâncias diferentes das iniciais. Será que tudo o que é misturado se transforma? Vamos analisar alguns dados, referentes à transformação química que ocorre quando a cal viva (nome comercial do óxido de cálcio) é misturada com água, produzindo cal hidratada ou cal extinta (nomes comerciais do hidróxido de cálcio). Essa transformação pode ser representada por:



A cal hidratada é a cal comumente utilizada em construções para o preparo de argamassa.

## LER TABELA I

A tabela seguinte mostra dados referentes a cinco misturas (I, II, III, IV e V) feitas entre cal viva e água, indicando as massas dos reagentes que entraram em contato, do produto obtido e do que sobrou sem se transformar. Analise essa tabela e responda às questões que se seguem.

Mistura	Reagentes		Produto	Sobrou sem se transformar
	Cal viva	Água	Cal hidratada	
I	56 g	18 g	74 g	nada
II	56 g	20 g	74 g	2 g de água
III	60 g	18 g	74 g	4 g de cal viva
IV	112 g	36 g	148 g	nada
V	100 g	100 g	132 g	68 g de água

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

1. Em cada um dos experimentos, qual foi a massa total de reagentes que efetivamente se transformou? Para calcular essa massa, subtraia da massa total dos reagentes que entraram em contato o valor da massa que sobrou sem reagir.
2. Compare a resposta que deu à questão anterior com a massa do produto obtido (cal hidratada). O que você conclui?
3. Na mistura I, cal viva e água reagiram na proporção de 56 g para 18 g, respectivamente, ou seja, o quociente entre essas massas é  $56 \text{ g} \div 18 \text{ g} = 3,1$ . Calcule o quociente entre as massas que efetivamente reagem nas demais misturas. Que valor obteve? O que você conclui?
4. Qual é o valor do quociente entre a massa de cal viva que efetivamente reage e a massa de cal hidratada obtida em cada uma das misturas?
5. Para obter 100 g de cal hidratada, que massa de cal viva deve reagir completamente com água? Qual é a massa de água necessária?

Você deve ter chegado a duas conclusões ao responder às questões: uma se refere à **conservação da massa** na transformação química, ou seja, a massa total das substâncias químicas que efetivamente reagem é igual à massa do produto obtido. A outra conclusão é que há uma **proporção certa** entre as massas de reagentes e os produtos da reação. Se os reagentes não forem colocados nessa proporção, algum sobrá sem reagir.

Essas conclusões são válidas para todas as transformações químicas e correspondem a duas leis importantes da Química, que veremos a seguir.

#### **Lei de Lavoisier**

Nas transformações químicas, a massa se conserva: a soma das massas das substâncias que reagem é igual à soma das massas das substâncias produzidas.

#### **Lei de Proust**

Nas transformações químicas, há proporções definidas (fixas) entre as massas de reagentes e de produtos.

## PROPORÇÕES NAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

As substâncias químicas são materiais que têm o mesmo conjunto de propriedades, independentemente de sua origem ou forma de obtenção, pois, diferentemente das misturas, têm uma composição química determinada, que pode ser bem definida com testes químicos.

Vamos lembrar, nas imagens da página seguinte, alguns exemplos de substâncias químicas.

Além do aspecto, cor, estado físico e outras propriedades observáveis a olho nu, as substâncias ilustradas apresentam outras diferenças, como o comportamento quando recebem energia (por exemplo, quando são aquecidas, como você verá a seguir).

### SUBSTÂNCIAS SIMPLES E COMPOSTAS

Das quatro substâncias ilustradas nas imagens, duas delas – a água e a sacarose – podem ser desdobradas em outras substâncias quando submetidas a aquecimento em altas temperaturas. Com o cobre e o oxigênio isso não acontece.

A água transforma-se em vapor de água, que se desdobra em hidrogênio e oxigênio. Estes, por sua vez, **não se desdobram** em outras substâncias.

água → vapor de água → hidrogênio + oxigênio

energia

energia

hidrogênio → hidrogênio

energia

oxigênio → oxigênio

energia

A sacarose, recebendo energia, origina as substâncias carbono, hidrogênio e oxigênio.

sacarose → carbono + hidrogênio + oxigênio

energia

Assim como o hidrogênio e o oxigênio, o carbono não se decompõe em outras substâncias químicas ao receber energia:

carbono → carbono

energia

O cobre, ao ser aquecido a altas temperaturas, funde-se (transforma-se em estado líquido) e vaporiza-se (transforma-se em vapor), mas continua sendo cobre. Basta diminuir a temperatura para que o cobre em forma de vapor volte para o estado líquido e, em seguida, para o estado sólido:

cobre sólido → cobre líquido → vapor de cobre

energia

energia

As substâncias que podem ser decompostas em outras são chamadas **substâncias compostas** ou simplesmente **compostos**. As que não são decompostas em outras são chamadas **substâncias simples**.

## LER IMAGENS II

 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p>	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p>	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p>	 <p>Fabio Chialastri/Conexão Editorial</p>
<p>O cobre utilizado nos fios elétricos é uma substância química.</p>	<p>Água destilada é formada somente por água – uma substância química.</p>	<p>O açúcar de cana é constituído por uma única substância química, a sacarose.</p>	<p>O oxigênio utilizado nos hospitais é uma substância química, obtida por separação de componentes do ar atmosférico, que é uma mistura.</p>

Quais das substâncias ilustradas nas imagens são substâncias compostas? Quais são substâncias simples?

## ELEMENTOS QUÍMICOS: OS CONSTITUINTES DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

As substâncias químicas são constituídas de **elementos químicos**.

As substâncias simples são constituídas de um único elemento químico. Assim, o **cobre** é constituído apenas do elemento químico **cobre**. O **oxigênio**, do elemento químico **oxigênio**. O **hidrogênio** é constituído do elemento químico **hidrogênio**.

Já as substâncias químicas compostas são constituídas de mais de um elemento químico. Assim, a **água** é constituída dos elementos químicos **hidrogênio** e **oxigênio**. A **sacarose** é constituída dos elementos químicos **carbono**, **hidrogênio** e **oxigênio**.

Os elementos químicos são representados por símbolos, estabelecidos pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), que podem ter uma ou duas letras.

Por exemplo:

**H** é o símbolo do hidrogênio;

**O** é o símbolo do oxigênio;

**C** é o símbolo do carbono;

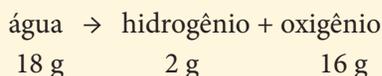
**Cu** é o símbolo do cobre;

**Al** é o símbolo do alumínio;

**Cl** é o símbolo do cloro.

## PROPORÇÕES DOS ELEMENTOS NAS SUBSTÂNCIAS COMPOSTAS — AS FÓRMULAS CENTESIMAIS

Verifica-se, experimentalmente, que, quando a água é decomposta, cada porção de 18 g de água origina 2 g de hidrogênio e 16 g de oxigênio:



Conhecendo-se as massas dos elementos que compõem 100 g de uma substância chega-se à sua fórmula centesimal. No caso da água, a fórmula centesimal é:



## PROPORÇÕES ENTRE QUANTIDADES DE ÁTOMOS NAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS — FÓRMULAS EXPERIMENTAIS (EMPÍRICAS OU MÍNIMAS)

Você já deve ter ouvido falar que a matéria é formada por partículas minúsculas, invisíveis mesmo aos mais poderosos microscópios. Os elementos químicos, que constituem as substâncias químicas, são chamados **átomos**.

No decorrer do curso, estudaremos com mais profundidade as características dos átomos, mas desde já é possível decifrar algumas fórmulas de substâncias que aparecem em nosso dia a dia.

É de conhecimento geral que a fórmula da água é  $\text{H}_2\text{O}$ . Essa fórmula é obtida experimentalmente e significa que, na água, há duas vezes mais átomos de hidrogênio do que de oxigênio. A fórmula da sacarose é  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Essa fórmula indica que os átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio estão respectivamente na proporção de 12:22:11.

A fórmula experimental do dióxido de carbono é  $\text{CO}_2$ , indicando que há dois átomos de oxigênio para cada um de carbono. A do monóxido de carbono é  $\text{CO}$ , indicando que

para cada átomo de carbono há um de oxigênio. Quando não aparece número como índice, subentende-se que ele seja 1. Assim, em vez de escrever  $C_1O_1$ , escreve-se simplesmente CO; em vez de escrever  $C_1O_2$ , escreve-se simplesmente  $CO_2$ . A fórmula do ácido sulfúrico é  $H_2SO_4$ , e não  $H_2S_1O_4$ .

Comparando essas fórmulas experimentais com as fórmulas centesimais, nota-se que ambas referem-se a proporções: as experimentais referem-se às **proporções entre número de átomos de cada elemento**, e as centesimais referem-se a **proporções em massa dos elementos**, dadas como porcentagens em massa.

## ORGANIZAÇÃO DOS ELEMENTOS — A TABELA PERIÓDICA

São pouco mais de cem os elementos químicos conhecidos. É a combinação desses elementos que forma todos os bilhões de substâncias químicas que conhecemos, assim como as 26 letras do alfabeto formam as palavras de nosso vocabulário.

Todos os elementos químicos foram organizados em uma tabela, conhecida como **tabela periódica dos elementos químicos** ou **classificação periódica dos elementos**, que é uma ferramenta de muita utilidade para todos os que utilizam conhecimentos da Química.

Veja a tabela periódica no fim desta unidade (p. 110). Ela traz informações que, ao longo do curso, você aprenderá a utilizar. A tabela periódica é para ser consultada sempre que necessário. Não perca tempo tentando memorizá-la.

## JUNTANDO AS DUAS FÓRMULAS: A ESCALA DE MASSAS ATÔMICAS

A fórmula centesimal do monóxido de carbono é  $C_{42,9\%}O_{57,1\%}$ . A fórmula experimental é CO, o que indica que há um átomo de carbono para cada átomo de oxigênio. Como há igual número de átomos de C e O, a fórmula centesimal indica que há maior porcentagem em massa de oxigênio. Assim, podemos concluir que o átomo de oxigênio é mais “pesado” que o de carbono. Ou que ele é 1,33 vezes mais pesado, pois:

$$57,1 \div 42,9 = 1,33$$

Por raciocínio semelhante, chegamos à conclusão de que o átomo de oxigênio é cerca de 16 vezes mais pesado que o átomo de hidrogênio. Veja:

$$\begin{aligned} \text{Fórmula centesimal da água} &= H_{11,1\%}O_{88,9\%} \\ \text{Fórmula experimental da água} &= H_2O \end{aligned}$$

Considere que em 100 g de água há  $x$  átomos de oxigênio que têm massa de 88,9 g e  $2x$  átomos de hidrogênio que têm massa igual a 11,1 g.

Logo,  $x$  átomos de hidrogênio têm massa de 5,55 g, pois, se  $2x$  equivalem a 11,1 g, então  $x$  equivale a  $\frac{11,1}{2}$  g. Assim, calcula-se:

$$\begin{aligned} x \text{ átomos de oxigênio} \div x \text{ átomos de hidrogênio} &= \\ 88,9 \text{ g} \div 5,55 \text{ g} &= 16 \end{aligned}$$

## APLICAR CONHECIMENTOS

1. Enceja (2002) Uso de água sanitária para desinfetar a água para beber.

- Para desinfetar 1 000 litros de água, adicione cinco colheres de sopa de água sanitária e misture bem. Após trinta minutos, a água pode ser consumida.
- Para desinfetar 20 litros de água, adicione uma colher de chá de água sanitária e espere trinta minutos para usá-la.
- Para um litro, use duas gotas.

Com base nessas instruções, a água de um poço foi tirada e tratada com água sanitária da seguinte maneira:

- Para cada 10 litros de água foram adicionadas 10 gotas de água sanitária.
- Analisando a descrição do procedimento sobre o tratamento de água de poço com água sanitária, pode-se afirmar que

- a) o procedimento foi correto.
- b) foram colocadas 10 gotas de água sanitária a mais.
- c) foram colocadas 10 gotas de água sanitária a menos.
- d) foram colocadas 20 gotas a menos.

2. Enem (2003) Os acidentes de trânsito no Brasil, em sua maior parte, são causados por erro do motorista. Em boa parte deles, o motivo é o fato de dirigir após o consumo de bebida alcoólica. A ingestão de uma lata de cerveja provoca uma concentração de aproximadamente 0,3 g/L de álcool no sangue.

A tabela abaixo mostra os efeitos sobre o corpo humano provocados por bebidas alcoólicas em função dos níveis de concentração de álcool no sangue.

Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeitos
0,1 – 0,5	Sem influência aparente, ainda que com alterações clínicas.
0,3 – 1,2	Euforia suave, sociabilidade acentuada e queda de atenção.
0,9 – 2,5	Excitação, perda de julgamento crítico, queda de sensibilidade e das reações motoras.
1,8 – 3,0	Confusão mental e perda da coordenação motora.
2,7 – 4,0	Estupor, apatia, vômitos e desequilíbrio ao andar.
3,5 – 5,0	Coma e morte possível.

Uma pessoa que tenha tomado três latas de cerveja provavelmente apresenta:

- a) queda de atenção, de sensibilidade e de reações motoras.
- b) aparente normalidade, mas com alterações clínicas.
- c) confusão mental e falta de coordenação motora.
- d) disfunção digestiva e desequilíbrio ao andar.
- e) estupor e risco de parada respiratória.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVRO



#### INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES I

Livro que apresenta um bom tratamento histórico e conceitual sobre transformações químicas, elementos químicos e massas atômicas.

GRUPO de Pesquisa em Educação Química (Gepeq-USP). *Interações e transformações I*. São Paulo: Edusp, 1993.

### SITE



#### SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

Site oficial de metrologia. Traz definições, regras e uso correto das unidades de medida.

Disponível em: <[www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)>. Acesso em: 16 nov. 2011.

Consumo de energia:  
medidas e contas

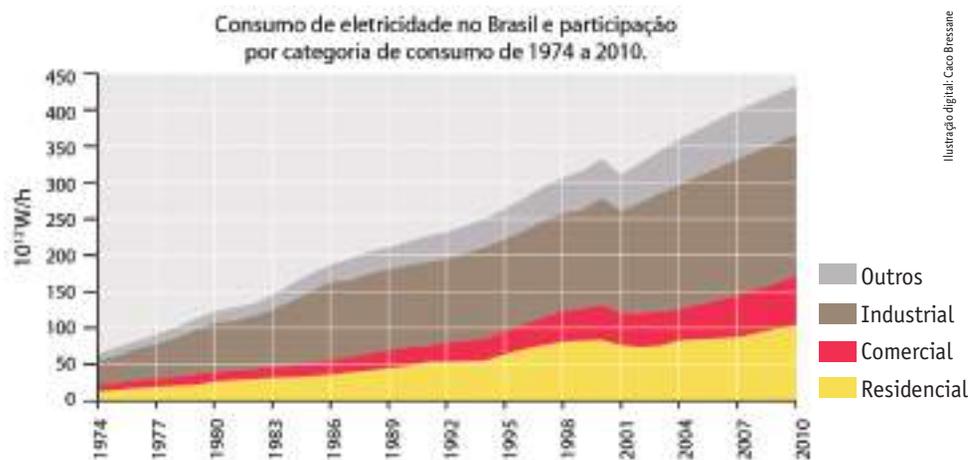
Em 2001 e 2002, o Brasil passou por uma experiência ao mesmo tempo traumática e educativa: o risco do “apagão” e o consequente racionamento de eletricidade. Vários fatores contribuíram para isso, como o fato de termos passado por um período de forte estiagem, resultando na diminuição dos níveis de água das represas que abastecem as hidrelétricas. Nossa principal fonte de eletricidade estava diminuindo, com sérios riscos de não conseguir fornecer a energia necessária para o consumo do país. Eis o trauma!



Sérgio Castro/Agência Estado/AE

Edifícios da zona sul de São Paulo totalmente apagados durante blecaute, em 2002. O risco do “apagão” gerou a necessidade de instaurar, em algumas localidades, o racionamento de energia elétrica. Hospitais, algumas indústrias e condomínios começaram a instalar geradores de eletricidade movidos a *diesel*.

A indústria, o comércio e a população em geral foram estimulados a **economizar energia elétrica**, debatendo e aprendendo formas de racionalizar a energia. Foi estabelecida, na época, uma meta nacional de economia de 20%. Como todos ficaram submetidos a essa meta, o tema “energia” passou a ser bastante frequente em jornais e revistas, em programas de televisão e de rádio, na internet etc. Tornou-se comum discutir o assunto nas empresas, nas famílias e nas escolas, de forma nunca antes vista.



Fonte: Ministério de Minas e Energia (MME). *Balanco energético nacional*. Disponível em: <<http://ben.cpe.gov.br>>. Acesso em: 18 fev. 2013.

1. Localize no gráfico o consumo brasileiro de energia elétrica por setor na época do “apagão”. Discuta com seus colegas os efeitos causados pela diminuição do consumo nos diversos setores da sociedade brasileira.
2. Imagine como seria esse gráfico caso não tivesse acontecido o episódio do “apagão”. Como ficaria a parte referente ao consumo residencial nessa situação?
3. Como ficariam as partes referentes aos setores comercial e industrial sem o “apagão”? O que significaria isso em termos de produção e vendas de mercadorias?
4. Você conseguiria explicar como essa experiência foi educativa para a sociedade brasileira?

## OBTENDO A ENERGIA ELÉTRICA PARA O CONSUMO

O racionamento também mostrou que a produção nacional de eletricidade centrada em hidrelétricas já não estava mais conseguindo atender à crescente demanda de energia elétrica do país. Havia, portanto, a necessidade de o Estado brasileiro investir mais nela e também em outras formas de produção de energia, como a construção de termelétricas, aproveitando o gás importado da Bolívia.

Nas contas de consumo de energia elétrica da época, havia mensagens dando dicas para diminuir o consumo de energia elétrica em horários de pico e orientações para eliminar os desperdícios.

É muito importante conhecer os fatores e o processo que resultam na conta de consumo que você paga todo mês. Esse conhecimento é fundamental para que tenhamos a clareza de que, até a energia chegar às nossas casas, é necessário um enorme esforço. Além disso, para poder exercer mais e melhor a nossa cidadania, devemos ter mais consciência do que pagamos em nossas contas de consumo. Este capítulo visa, portanto, discutir o consumo social da energia.

Antes de prosseguir a leitura, examine o esquema abaixo e tente explicar as transformações de energia, desde a fonte utilizada até a obtenção da eletricidade que sai da usina para as cidades.



As usinas hidrelétricas transformam a energia da queda de água (energia mecânica) na energia elétrica que chega até nossas residências.

Em todas as modalidades de produção de energia elétrica, é fundamental dispor de uma fonte de energia primária que será transformada em eletricidade. É o que chamamos de **transformação de energia**.

A produção da eletricidade nas hidrelétricas é complexa, mas seu princípio de funcionamento pode ser explicado de forma mais simples pelo mecanismo da roda-d'água, como os moinhos movidos por um fluxo de água conduzida por um canal e derramada a partir de uma posição mais alta que a roda.

Nesse caso, a água possui energia potencial gravitacional em relação à roda-d'água. Durante a queda livre da água em direção às pás da roda, a energia potencial da água é convertida gradualmente em energia cinética em razão da atração gravitacional, que é tanto maior quanto maior for a velocidade da água.

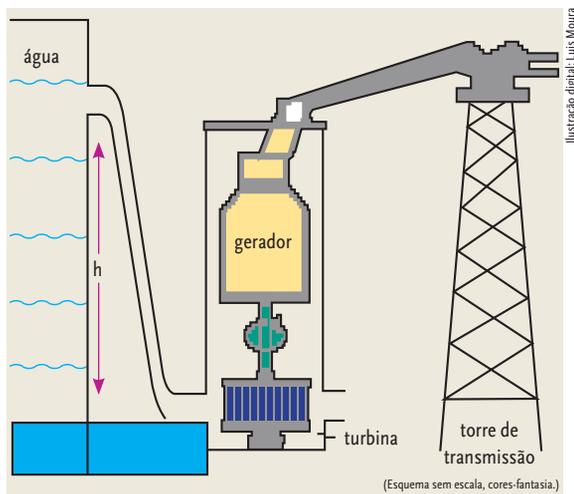
Quando a água atinge as pás, o impacto impulsiona a roda, que gira à medida que a água vai batendo. Quanto maior o fluxo de água ou o desnível, maior será a velocidade da água no impacto e, como consequência, mais rapidamente girará a roda.

No caso das usinas hidrelétricas, a água desce por condutos com velocidade constante e é controlada pela casa de força, diferente da roda-d'água, onde a água cai em queda livre, aumentando a velocidade durante a queda até seu impacto nas pás.

Entretanto, nos dois casos, a energia potencial gravitacional da água é convertida em energia cinética que faz mover um rotor. Nas usinas, ao transferir a energia cinética da água para o giro das turbinas, acontece a transformação da energia mecânica em energia elétrica no gerador acoplado à turbina por um eixo.

## APLICAR CONHECIMENTOS I

- Enem (1998) Na figura abaixo está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade. Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:



- hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
- hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.
- termelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
- nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.

**Comentário:** Nas usinas termelétricas, sejam a carvão, sejam a gás nuclear, o que faz mover a turbina é o vapor de água à alta temperatura. Nesse caso, a energia térmica é convertida em eletricidade. Numa usina eólica, é o vento (energia cinética) que faz mover enormes cata-ventos que, por sua vez, movimentam as turbinas do gerador. Como se pode ver, a partir da turbina o processo é sempre o mesmo, variando apenas a fonte de energia que faz as suas pás girarem.

## GASTOS E CUSTOS DE ENERGIA EM CASA

A energia elétrica produzida na usina é transportada até as nossas casas através de linhas de transmissão de alta voltagem, passando por diversas subestações de transmissão e por transformadores que elevam e rebaixam a tensão elétrica, até chegar aos postes residenciais. Veja esse caminho na ilustração da página seguinte.

Em casa, todas as vezes que utilizamos um aparelho elétrico, estamos essencialmente transformando a energia elétrica da tomada ou proveniente de pilhas e baterias em algum outro tipo de energia, como energia térmica, mecânica, luminosa, sonora, entre outras. Esse uso de energia elétrica sempre representa certo custo a ser pago, seja na hora da compra das pilhas e baterias, seja com a conta de energia elétrica. Entre o fio do poste e o seu aparelho elétrico em uso há um medidor de eletricidade.

Quando essa energia passa pelo relógio de luz (medidor de energia) é que a questão do consumo toca mais fundo.

Dizem que só sentimos um problema de fato quando afeta nosso bolso ou quando toma nosso tempo em demasia. Pois bem, vamos despendar um tempo para analisar nosso consumo e nossa conta de luz. Iniciemos, portanto, pelo aparelho que registra esse consumo: o relógio de luz.

## LEITURA DO MEDIDOR E APURAÇÃO DA ENERGIA CONSUMIDA

A conta é emitida mensalmente com base em leituras periódicas do **relógio de luz**.

É comum haver dúvidas quando recebemos a conta e descobrimos que o consumo aumentou. Você sabe como é feita a apuração dos gastos com energia? Por que é importante verificar esses gastos? Quando a gente muda de residência, é preciso examinar as contas velhas da casa. Você sabe por que isso é importante?



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

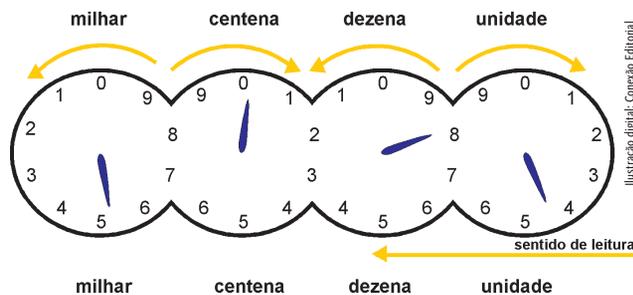
### PESQUISAR I

Vá até o medidor de energia mais próximo e observe seu funcionamento com a ajuda do texto a seguir. Mas, atenção: não toque em nenhuma parte do relógio de luz para não correr o risco de tomar um forte choque.

Aprendendo a ler o medidor de energia, você poderá acompanhar o seu consumo de eletricidade. Existem dois tipos de medidores: o analógico e o digital. Identifique o modelo instalado em seu imóvel pelas informações abaixo.

O tipo mais comum de medidor de energia elétrica é o **analógico** ou de ponteiros. Ele é composto de quatro ponteiros de relógio, conforme mostra a figura ao lado.

Para obter o valor do consumo parcial de energia, deve-se proceder da seguinte forma:



1. Comece a leitura pelo marcador da unidade localizado à direita na figura. Repare que os ponteiros giram no sentido horário e anti-horário, e sempre no sentido crescente dos números, do menor para o maior.
2. Para efetuar a leitura, anote o último número ultrapassado pelo ponteiro de cada um dos quatro relógios. Sempre que o ponteiro estiver entre dois números, deverá ser considerado o menor valor. Por exemplo, a leitura da figura anterior é 5 084 kWh.
3. Para fazer o cálculo de seu consumo parcial, você deverá subtrair da leitura atual a última leitura do mês anterior, que consta no campo **Leitura** da sua conta de energia elétrica. Suponha que a leitura da conta do mês anterior tenha sido de 4 869 kWh. Portanto: 5 084 kWh (leitura atual) – 4 869 kWh (leitura anterior) = 215 kWh (consumo parcial).

Para que você tenha maior controle do seu gasto mensal de energia, esse procedimento pode ser realizado periodicamente. No caso do medidor digital ou ciclométrico, a leitura é mais simples, pois os números que aparecem no visor já indicam o valor da leitura, funcionando como um registrador de quilometragem percorrida por um veículo, conforme a figura ao lado.

Com base em sua leitura, para obter o consumo parcial, basta seguir os passos 3 e 4.



Leitura atual: 5 084 kWh

# OLHANDO COM MAIS ATENÇÃO PARA A CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Vejam como uma conta é composta e como a energia, fornecida pelas usinas geradoras e consumida em sua casa, é registrada. Além dos dados de identificação do cliente, a conta de luz traz outras informações relacionadas ao consumo mensal medido pelo relógio de luz.

**Luís da Silva**  
R. Joaquim Pedro, 1501  
CEP: 07654-321 São Caetano do Sul - SP  
CPF/CNPJ: 123.456.789-01 e INSC. EST. ISENTO  
Email: silva\_luis@eja.com.br

**IMPORTANTE**  
Contas pagas após o vencimento terão multa de 2%, juros de mora de 0,033% ao dia e atualização financeira e serão incluídas na próxima conta.

**Nº DA INSTALAÇÃO**  
**00000000**

**RESUMO DA SUA CONTA (R\$)**

Forneçimento	Tributos	Isso Financeiras	Outros produtos e serviços	Abatimentos e deduções	<b>TOTAL A PAGAR</b>
75,92	28,44	0,00	5,64	0,00	<b>110,04</b>

**NOTIFICAÇÃO/REAVISO DE CONTAS VENCIDAS**

\*

**DESCRIÇÃO DE FATURAMENTO** folha: 1/1

**FORNECIMENTO**

CONSUMO X TUAO (VALOR DO kWh)	33,94
CONSUMO X TE (VALOR DO kWh)	42,86

**TRIBUTOS**

PROFAPESP (3,41%)	0,42
COFINS (1,89%)	1,26
ICMS	26,10

**OUTROS PRODUTOS E SERVIÇOS**

COBAP LUI 13.47902	4,84
TX ENTR FAT OUTRA LOCALIDADE	1,20

**HISTÓRICO DE CONSUMO**

**DADOS DE LEITURA DO MEDIDOR**

Anterior	Letra	Atual	Letra	Podemos	Estima
03 ABR	20380	03 MAI	26899	04 JUN	28 504

**DADOS TÉCNICOS DA INSTALAÇÃO**

Medidor	Fator Multiplicação	Classe/Tensão	Faturamento	Tipos de Tarifa
8018374	1	Residência	Relativo	DE 20202
Tensão Nominal	Tensão Média	Tensão Máxima		
127 (BT) V	116 V	133 V		

**INDICADORES DE QUALIDADE DO SERVIÇO** Mês de Referência: MAI 13

Conjunto Elétrico: **SABARÁ**

	Limite Permitido	Verificado
Horas que o cliente ficou sem energia	18,20	9,35
Veias que o cliente ficou sem energia	13,20	5,19
Mês de horas contínuas que o cliente ficou sem energia	12,00	0,00

Atenção: o cliente tem direito de solicitar a separação do DHC, PIC, DPEC e ZNCR a ser compensado em caso de afetação temporária do limite permitido. O processo de separação dos indicadores técnicos do IES é realizado e certificado pela norma ISO 9001:2008.

**VALOR DA FATURA A PAGAR** **110,04**

O pagamento desta conta não quita débitos anteriores.

Considerar esta conta quitada somente após o débito em sua conta corrente.

Nº da fatura	Data de Emissão	Conta Referente a	Nº da Instalação	Consumo (kWh)	Vencimento	Total a Pagar (R\$)
55597267554	03 MAI 2013	MAI 2013	119499271	319	15 MAI 2013	110,04

**Luís da Silva**  
00000000000 000 0000000 000000 00000 0000 000000000

**ILUMINA S.A.**

Se por algum motivo de seu conhecimento não ocorrer o débito automático, pague esta conta em qualquer banco autorizado.

Tempo Composto

Compreender bem a conta de energia elétrica nos dá condições de acompanhar o próprio consumo e planejar ações para evitar desperdícios.

Pegue uma conta de energia elétrica de sua residência e acompanhe a leitura de nosso texto identificando nela as informações de que trataremos. Caso não disponha de uma no momento, acompanhe pela figura anterior.

## LENDO NOSSA CONTA DE LUZ

Antes de prosseguir a leitura do texto, identifique as seguintes informações em sua conta: histórico de consumo; consumo do mês (kWh); tarifa (R\$/kWh); impostos (R\$); total a pagar (R\$).

O **histórico de consumo** mostra como foi seu consumo de eletricidade nos meses precedentes ao daquela conta. Essas informações mostram os períodos de maior e menor uso da energia elétrica, auxiliando no planejamento do consumo. Por exemplo, quando é época de inverno no Sul ou Sudeste do país, costuma-se gastar mais energia elétrica para aquecer os ambientes ou a água do banho com os chuveiros elétricos. Na posição “inverno”, o chuveiro consome mais energia para aquecer a água do que na posição “verão”.

O campo **consumo** do mês informa a quantidade de energia gasta. Esse consumo é medido em uma unidade de energia chamada quilowatt-hora (kWh). A palavra “quilo”, representada pela letra “k”, é um fator de multiplicação por 1 000. É exatamente o mesmo “quilo” do quilômetro (1 km = 1 000 metros) ou do quilograma (1 kg = 1 000 gramas). Isso significa, por exemplo, que um consumo de 200 kWh é o mesmo que 200 000 Wh. Usa-se esse fator de multiplicação para facilitar a representação do número referente ao consumo. Sobre o significado da unidade de energia elétrica “Watt-hora”, falaremos mais adiante.

A **tarifa** é o valor em reais de uma unidade de energia consumida, ou seja, o valor de 1 kWh. Logo, para sabermos o valor em reais referente ao consumo, basta multiplicar o valor de 1 kWh pela quantidade de kWh consumida. Isso normalmente já vem explicitado na conta. Por exemplo, supondo uma tarifa de R\$ 0,28 e um consumo de 200 kWh, obtemos o valor em reais referente ao consumo da seguinte forma:  $0,28 \times 200 = \text{R\$ } 56,00$ . Mas não é apenas esse o valor a ser pago pela conta. Ainda temos de considerar os impostos. Algumas companhias distribuidoras de eletricidade adotam valores diferentes para certas faixas de kWh consumidos. Em 2007, por exemplo, uma empresa de energia elétrica brasileira cobrava R\$ 0,11977 por kWh para a faixa de consumo entre 0 e 200 kWh, e R\$ 0,20542 para o consumo acima de 200 kWh. É importante notar que o custo do kWh na faixa superior de consumo é próximo do dobro da primeira faixa.

Os **impostos** que incidem sobre o consumo da energia elétrica destinam-se a várias finalidades e representam normalmente um percentual sobre o valor em reais desse consumo. Logo, quanto maior for o valor do consumo, maiores serão os impostos que, somados ao consumo, dão o **valor total a pagar**.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

As contas de consumo são documentos fiscais que seguem padrões definidos pelos órgãos do governo. As questões a seguir exploram o entendimento e o processamento dos dados de uma conta de consumo de eletricidade e uma conta de água.

1. Enem (1998) No quadro ao lado estão as contas de luz e de água de uma mesma residência. Além do valor a pagar, cada conta mostra como calculá-lo, em função do consumo de água (em  $\text{m}^3$ ) e de eletricidade (em kWh). Observe que, na conta de luz, o valor a pagar é igual ao consumo multiplicado por certo fator. Já na conta de água, existe uma tarifa mínima e diferentes faixas de tarifação.

Suponha que, no próximo mês, dobre o consumo de energia elétrica dessa residência. O novo valor da conta será de:

- a) R\$ 55,23    b) R\$ 106,46    c) R\$ 802,00    d) R\$ 100,00    e) R\$ 22,90
2. Enem (1998) Suponha agora que dobre o consumo de água. O novo valor da conta será de:
- a) R\$ 22,90    b) R\$ 106,46    c) R\$ 43,82    d) R\$ 17,40    e) R\$ 22,52

Companhia de Eletricidade		Valor - R\$	
Fornecimento			
401 kWh $\times$ 0,13276000		53,23	
Companhia de Saneamento			
TARIFAS DE ÁGUA/ $\text{m}^3$			
Faixas de consumo	Tarifa	Consumo	Valor - R\$
até 10	5,50	tarifa mínima	5,50
11 a 20	0,85	7	5,95
21 a 30	2,13		
31 a 50	2,13		
acima de 50	2,36		
<b>Total</b>			11,45

## PARA REFLETIR I

1. Como saber quanta energia os aparelhos elétricos consomem?
2. Verifique quais aparelhos consomem mais eletricidade em sua casa.
3. No momento da compra de um aparelho elétrico, deve-se levar em conta quanta energia ele consome? Justifique.

## A ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA PELOS APARELHOS

Dissemos anteriormente que o campo **consumo** se refere à quantidade de energia elétrica consumida na residência. Sendo mais específico, o relógio de luz registra a soma da energia consumida em cada equipamento elétrico da residência em determinado período, uma vez que toda essa energia passa por ele, assim como toda água consumida numa residência passa pelo hidrômetro, no qual é feito o registro desse tipo de consumo.

Entretanto, é possível calcular o valor da energia elétrica consumida em cada aparelho. Para isso, precisamos apenas de duas informações: a potência elétrica do aparelho e o tempo em que esse aparelho ficou ligado. A potência elétrica do aparelho é obtida observando informações elétricas que normalmente vêm impressas nele. Em televisões, geladeiras, micro-ondas e lava-roupas, por exemplo, essa informação está numa chapinha atrás do aparelho. Em chuveiros, lâmpadas, liquidificadores, batedeiras etc., essa informação está impressa em suas carcaças. Trata-se do número seguido pelo símbolo W ou pela palavra watts, unidade de medida de potência.



## PESQUISAR II

Faça uma lista com, pelo menos, quatro equipamentos elétricos existentes em sua casa e os valores de suas respectivas potências elétricas. Conforme o exemplo, complete a tabela a seguir, estimando a quantidade de dias que cada equipamento é utilizado no mês, assim como a quantidade de horas que ele é utilizado num dia. Para a geladeira, que liga e desliga automaticamente, adote oito horas de funcionamento diário. Para o chuveiro, por exemplo, considere a quantidade de pessoas na casa (supondo quatro pessoas) e um tempo médio para os banhos (supondo 15 minutos). Isso dá uma estimativa de uma hora diária de uso do chuveiro.

Em seu caderno, calcule o consumo mensal em kWh de cada um dos itens da tabela.

Equipamentos elétricos	Potência elétrica (watt)	Dias de uso no mês	Utilização/dia (horas)
Rádio-relógio	7	30	24

A energia consumida por esses aparelhos pode ser obtida multiplicando a **potência elétrica** (em watts) pelo **tempo total de uso no mês** (em horas), resultando na energia medida em watts-hora (Wh). Para obter o valor em quilowatts-hora (kWh), devemos dividir o valor obtido por 1 000. No caso do rádio-relógio da nossa tabela, o cálculo da energia consumida seria:  $7 \times 30 \times 24 = 5\,040$  Wh. Passando para kWh:  $5\,040 \div 1\,000 = 5,04$  kWh.

Faça essa mesma operação com todos os equipamentos de sua lista e some o **consumo mensal** em kWh de todos eles. Essa soma é uma previsão da energia consumida por esses aparelhos no mês.

A **energia** ( $E$ ) consumida por um aparelho elétrico é o produto de sua **potência** ( $P$ ) pelo seu **tempo** ( $t$ ) de funcionamento. Expressamos isso matematicamente da seguinte forma:

$E = P \times t$ , sendo  $P$  a potência do aparelho e  $t$ , o seu tempo de uso.

Vimos que, quando a unidade de potência é dada em quilowatts (kW) e o tempo em hora (h), a unidade de medida de energia obtida é o quilowatts-hora (kWh). Entretanto, há outras unidades de medida de energia além dessa, como o joule (J). Quando a potência é dada em watts (W) e o tempo em segundos (s), a energia é dada em joules (J). O joule, o watt e o segundo são unidades do Sistema Internacional de medidas (SI).

A **potência** é uma grandeza física empregada não somente na eletricidade, mas em qualquer situação em que um dispositivo consegue fazer variar uma certa energia num certo tempo. Isso fica mais claro quando fazemos uma pequena modificação em nossa equação:

$$E = P \times t \Rightarrow P = \frac{E}{t}$$

o que significa dizer que a **potência mede a rapidez com que a energia é consumida**, ou se modifica ou se transforma.

## PARA REFLETIR II

A energia elétrica provém de uma fonte (tomada, pilha ou bateria). Já a potência elétrica é uma característica do aparelho, que informa com que rapidez esse equipamento transformará a energia da fonte.

1. Suponha duas lâmpadas corretamente instaladas e funcionando numa residência: uma de 20 W e outra de 8 W. Qual delas brilha mais?
2. Justifique sua resposta empregando o conceito de potência. Que transformação de energia ocorre na lâmpada?

## CONTAS EM GRANDE ESCALA: POTÊNCIA INSTALADA E POTÊNCIA CONSUMIDA

Antes de continuar a leitura, tente responder: O que é um blecaute? Por que ele acontece?

Iniciamos este capítulo relembando a época do “apagão”, em 2001. Vimos como o consumo de energia dos aparelhos elétricos é medido e contabilizado em cada residência. Agora, vamos investigar por que a economia de energia evitou a ocorrência de maior número de blecautes.

Você já deve ter ouvido falar na expressão **potência instalada** das usinas de eletricidade. Eis alguns valores de potência elétrica instalada para algumas hidrelétricas nacionais:

Usina	Potência instalada (MW)	Localização
Tucuruí I e II	8 370	Rio Tocantins (PA)
Itaipu (parte brasileira)	7 000	Rio Paraná (BR e Paraguai)
Ilha Solteira	3 444	Rio Paraná (SP e MS)
Xingó	3 162	Rio São Francisco (AL e SE)
Paulo Afonso IV	2 462,4	Rio São Francisco (BA)
Itumbiara	2 082	Rio Paranaíba (GO e MG)
Governador Bento Munhoz da Rocha Neto	1 676	Rio Iguaçu (PR)
Jupiá (Engenheiro Souza Dias)	1 551,2	Rio Paraná (MS e SP)
Porto Primavera (Engenheiro Sérgio Motta)	1 540	Rio Paraná (MS e SP)

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Disponível em: <www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\_Noticias.cfm?Identidade=394&id\_area=90>. Acesso em: 14 dez. 2011.

Repare que, nesse caso, a potência instalada está sendo dada em uma unidade múltipla do watt, o **Megawatt** (1 MW = 10<sup>6</sup> W). Essa é uma maneira de representar a energia disponibilizada pelas usinas para ser distribuída e consumida.

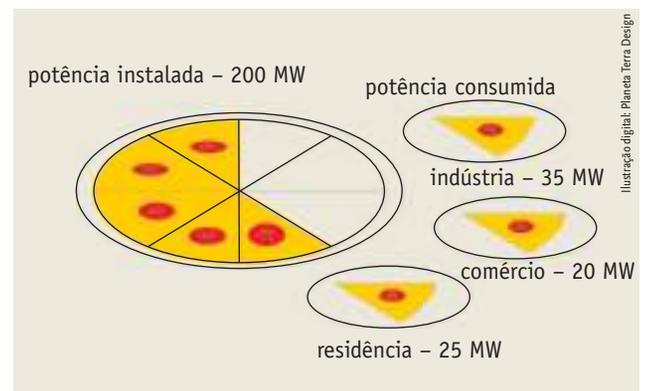
A energia elétrica fica sempre disponível nas usinas elétricas. Se ninguém a utilizar, ela é economicamente perdida, representando prejuízos para as empresas distribuidoras de eletricidade. Portanto, somente quando um equipamento elétrico com determinada potência é ligado por algum tempo ( $E = P \times t$ ) é que essa energia é consumida.

Podemos pensar na **potência instalada** como uma grande pizza, que será dividida e distribuída para o consumo dos diversos aparelhos elétricos das indústrias, residências etc., conforme as potências elétricas de cada aparelho. Quando esses aparelhos são ligados, passa-se a contabilizar a **potência consumida**.

A potência instalada representa, portanto, a máxima rapidez com que aquela quantidade de energia pode ser consumida. Numa potência instalada de 1 000 MW, podem ser ligados aparelhos cuja soma de potências dê, no máximo, 1 000 MW.

A pizza, entretanto, uma vez consumida, não retorna mais para a assadeira. Já, ao desligar um aparelho com certa potência, outro de mesma potência pode ser ligado em seu lugar sem abalar a potência instalada. Por isso, costuma-se qualificar a disponibilidade de energia como potência instalada (MW), não como energia disponível (kWh ou J).

Agora, se a potência consumida ultrapassar a potência elétrica instalada, o sistema de distribuição de energia entra em colapso e pode ser seriamente danificado. Para evitar isso, um sistema de segurança é instalado na rede de distribuição. Quando o consu-



mo de energia fica muito próximo de sua capacidade máxima, esse sistema interrompe automaticamente o fornecimento, ocasionando o blecaute e, literalmente, apagando tudo (vem daí o nome “apagão”).

Aproveitando o período do ano em que o entardecer ocorre mais tarde no Brasil, o “horário de verão” foi um mecanismo instituído para evitar um excesso de consumo de energia no horário de pico (das 17h30 às 20h30). É nesse intervalo que se costumam ligar muitos aparelhos elétricos simultaneamente, como chuveiros, lâmpadas, televisões etc., sobrecarregando a rede de distribuição.

## PARA CRIAR

Com base nas dicas fornecidas pela companhia de distribuição de energia e no texto deste capítulo, estabeleça um plano para diminuir 20% de seu consumo mensal de energia elétrica. Para tanto, utilize a tabela de consumo de energia elétrica de aparelhos que você montou em uma atividade anterior, complementando-a com outros equipamentos de que você dispõe em sua casa. Indique as principais ações concretas a ser tomadas para cumprir essa meta.

## ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

### *Técnico em eletricidade e eletrotécnica*

Ao estudar as formas de produção e o consumo de energia elétrica, podemos fazer referência à formação profissional técnica em eletricidade. Essa profissão se relaciona diretamente ao complexo sistema de produção e distribuição de energia elétrica, incluindo linhas e redes de transmissão, e à instalação de circuitos elétricos em unidades residenciais, fabris e de comércio e serviços. Sua atuação, juntamente com outros profissionais, tem uma grande importância social, pois deles depende o pleno funcionamento de uma complexa rede de pro-

dução e distribuição de energia em setores essenciais, como hospitais, escolas e transportes.

Faz parte de sua rotina de trabalho planejar e criar métodos e sequências de operações para testar e desenvolver sistemas elétricos, além de projetos e sistemas de aterramento e proteção contra descargas elétricas. Também inspeciona equipamentos, estruturas e instalações, detectando problemas e buscando soluções para que operem adequadamente.

Em sua formação, o estudante aprende sobre diagramas de circuitos, eletricidade, téc-

nicas de manutenção, gestão, entre outros.

**Formação escolar exigida:** Curso técnico de nível médio (2 anos).

**Área de atuação:** Os locais que mais empregam esses técnicos são as concessionárias de energia elétrica, empresas de telefonia e prestadoras de serviços de instalação e manutenção elétrica. O profissional também pode trabalhar como prestador autônomo de serviços de reparo e instalação elétrica e complementar sua formação inicial com cursos de nível superior na área.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVROS



#### **ENERGIA E MEIO AMBIENTE**

Esse livro trata dos diferentes recursos energéticos, suas características e consequências ambientais que o seu uso traz, além de trazer artigos discutindo questões atuais relativas ao tema.

HINRICH, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.



#### **INSTRUMENTOS DE MEDIDAS**

Além do medidor de energia, outros instrumentos de medidas físicas são explorados nesse fascículo.

PINTO, Alexandre Custódio; LEITE, Cristina; SILVA, José Alves da. *Instrumentos de medidas*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

### SITES



#### **COPEL – SIMULADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Nesse simulador, você pode prever seu consumo de energia, selecionando o tempo diário de utilização dos aparelhos elétricos de cada cômodo de sua casa.

Disponível em: <[www.copel.com/hpcopel/simulador](http://www.copel.com/hpcopel/simulador)>. Acesso em: 24 nov. 2011.



#### **WWF BRASIL – ENERGIA**

Entre outras ideias sustentáveis do site, essa página contém dicas de consumo consciente de energia para o dia a dia.

Disponível em: <[www.wwf.org.br/participe/dicas/?8400](http://www.wwf.org.br/participe/dicas/?8400)>. Acesso em: 24 nov. 2011.

## Consumo energético: obesidade e anorexia

Às vezes, comer muito, em cada uma ou em todas as refeições, não significa que você comeu tudo o que é necessário, tanto em relação aos tipos quanto às quantidades de cada nutriente. Sabemos que uma boa nutrição está relacionada à quantidade e tipos de nutrientes que comemos.

O Ministério da Saúde recomenda uma ingestão diária de 2000 kcal para a população brasileira acima dos dois anos de idade. O valor de 2000 calorias (kcal) é apenas um parâmetro, pois o consumo de energia necessário para a manutenção da saúde varia de acordo com sexo, idade, nível de atividade física, estado fisiológico, presença ou ausência de doenças, e ainda o estado nutricional atual da pessoa.

### NECESSIDADES NUTRICIONAIS

A pergunta é sempre a mesma, principalmente entre os pequenos: “Mãe, por que eu preciso comer fígado?”. E a resposta também é sempre a mesma: “Para você não ficar doente, meu filho” ou “Para você crescer com saúde, minha filha”. Não há discussão! Mãe sabe o que diz! Mas será que ela sabe por que diz isso?

Pergunte a seus parentes mais velhos como alimentavam seus filhos. Que informações eles tinham a respeito e como as obtinham? O que os fazia pensar daquele jeito? É uma forma de você entrar em contato com o conhecimento intuitivo das pessoas e confrontá-los ou comprová-los com o saber científico.

Além de pensar na quantidade e no tipo de comidas que ingerimos (gorduras, proteínas e carboidratos), não podemos nos esquecer da prática regular de atividade física, da necessidade de equilibrarmos o que comemos com o que gastamos na forma de energia, além das práticas de higiene, que devem ser adotadas como forma de garantir a qualidade dos alimentos ingeridos.

Com todas essas informações, é possível você criar um manual de saúde alimentar na classe e propor à escola que seja feita uma palestra sobre essas questões. Mãos à obra! Não se esqueça de seu papel social perante a comunidade.

### E QUANDO NÃO CONSEGUIMOS CRIAR UMA ROTINA ALIMENTAR SAUDÁVEL?

Estabelecer rotinas alimentares é um hábito que exige, antes de tudo, certa disciplina e alguma determinação. Nem sempre é fácil deixar de comer alguma coisa apetitosa só porque já atingimos o nosso índice calórico diário. Os restaurantes por quilo são mestres em nos desviar de nossos intentos nutricionais, uma vez que oferecem uma série de comidas cheirosas e saborosas, com teores calóricos diversificados, mas muitas vezes com excesso em alguns tipos de nutrientes.

Por exemplo, alguém se alimenta de salada de macarrão, maionese de batata e legumes, batata ou mandioca fritas, ravióli de ricota e pudim de leite. Analisando os conteúdos de cada tipo de alimento desse cardápio, você verá que há exagero na quantidade de carboidratos. Faltaram, nessa alimentação, as proteínas e os sais os minerais mais diversificados.

E você, sairia satisfeito desse almoço? Iria se sentir bem alimentado? Seu organismo receberia tudo de que precisa? Você estaria bem nutrido? Discuta com seus colegas as possíveis diferenças entre estar bem alimentado e bem nutrido com base nas respostas a essas questões.

A não identificação das diferenças entre esses dois conceitos pode levar, em alguns casos, a um consumo exagerado de certos nutrientes, com possíveis carências em relação a outros, não atendendo às necessidades diárias. Eventualmente, cometemos certos exageros, mas sabemos como voltar a ter uma alimentação equilibrada e saudável. O problema é quando não conseguimos perceber o nosso desequilíbrio alimentar e não vemos que estamos entrando em um processo de difícil retorno – os transtornos ou distúrbios alimentares.

## A PRESSÃO DE GRUPO

Aquilo que você come – ou deixa de comer – pode se tornar um caso médico. O tipo de comida ingerida e os hábitos alimentares interferem diretamente na saúde física e mental das pessoas, podendo desencadear alterações de comportamento, prejudicando o relacionamento com outras pessoas ou com o próprio trabalho. As causas dessas alterações são diversas e vão desde as hereditárias até o esforço para ter um corpo que seja socialmente aceito, segundo os padrões ditados por um grupo social. Por envolver fatores tão variados, a própria definição de transtorno alimentar é objeto de discussão. Alguns autores falam em uma epidemia, gerada pelo culto ao corpo perfeito. Estima-se que essas síndromes afetam cerca de 1% da população mundial, sobretudo mulheres adolescentes e jovens.

### LER IMAGEM

1. A imagem abaixo faz alusão a uma das formas de transtorno alimentar.



Fábio Chialastri/Conexão Editorial

Discuta com os colegas os significados que a imagem acima pode ter. Quando chegarem a alguma conclusão, cada um deve elaborar um pequeno texto que sintetize as ideias discutidas.

2. Qual a sua sensação ao ver a foto?

## DISTÚRBIOS ALIMENTARES

Os distúrbios alimentares podem se manifestar de diferentes maneiras, mas é comum todos eles ocorrerem em pessoas com autoimagem muito prejudicada e que buscam um “conserto” dessa situação recorrendo à alimentação inadequada. Esses transtornos recebem nomes diferentes, dependendo do tipo de comportamento de cada pessoa. Alguns deles, aparentemente, podem nem ser caracterizados como um transtorno alimentar, mas, se de alguma forma esses hábitos interferem na saúde física e mental, representam problemas. É o caso de pessoas que são “vidradas” por uma alimentação sem agrotóxicos ou aditivos alimentares. Elas são muito rígidas na escolha e na forma de preparo dos pratos que consomem e querem que todos à sua volta sejam assim. Isso pode sinalizar uma forma de transtorno obsessivo-compulsivo ou um início de anorexia.

Outra forma aparece na quase compulsão de levantar no meio do sono, “assaltar” a geladeira e voltar a dormir, sem que se lembre de nada no dia seguinte. São pessoas com hábitos alimentares absolutamente normais durante o dia, mas que, muitas vezes, são sonâmbulas. Cerca de 5% da população pode apresentar o problema; a maioria são mulheres.

A obesidade mórbida, outro distúrbio nos hábitos alimentares, tem fatores genéticos envolvidos. Os pacientes, em geral crianças, apresentam um constante e enorme apetite por alimentos extremamente calóricos, podendo chegar à morte por complicações causadas pelo excesso de peso.

### ANOREXIA

Essencialmente, a anorexia é o comportamento obsessivo que uma pessoa apresenta para manter seu peso abaixo dos níveis esperados para sua estatura e tipo físico. A pessoa tem uma percepção distorcida do próprio corpo, que a leva a ver-se e sentir-se como “gorda”. Apesar de as pessoas em volta notarem que ela está abaixo do peso, a pessoa nega e quer emagrecer e perder ainda mais peso. O funcionamento mental, de forma geral, está preservado, exceto a imagem que a pessoa tem de si mesma e o comportamento irracional de emagrecimento.

A pessoa com anorexia costuma usar de muitos meios para emagrecer. Além da dieta, é capaz de submeter-se a exercícios físicos intensos, induzir o vômito, jejuar, tomar diuréticos e usar laxantes. Para quem não conhece o problema, é estranho como alguém “normal” pode considerar-se acima do peso estando muito abaixo. Não há explicação para o fenômeno, mas ele deve ser levado muito a sério, pois 10% dos casos de pessoas que requerem internação morrem por inanição/desnutrição, suicídio ou desequilíbrio dos componentes sanguíneos.

### OBESIDADE

Outro distúrbio alimentar, a obesidade é um dos maiores problemas de saúde atualmente e atinge indivíduos de todas as classes sociais. Apresenta fatores hereditários e constitui um estado de má nutrição em decorrência de um distúrbio no balanceamento dos nutrientes, induzido, entre outros fatores, pelo excesso alimentar.

O peso excessivo causa problemas psicológicos, frustrações, infelicidade, além de uma grande quantidade de doenças nutricionais. O aumento da obesidade tem relação com o sedentarismo, a grande disponibilidade atual de alimentos, erros alimentares e com o próprio ritmo

corrido da vida de hoje. Relaciona-se com dois fatores preponderantes: a genética e a nutrição inadequada. A genética evidencia que existe uma tendência familiar muito forte para a obesidade, pois filhos de pais obesos têm de 80% a 90% de probabilidade de também serem obesos.

O sedentarismo é a principal causa do excesso de peso e da obesidade. Por esse simples motivo, a atividade física tem de ser a primeira medida de qualquer programa de tratamento da doença. A pessoa sedentária deve começar com uma reeducação física. Se ela mora em apartamento, por exemplo, pode utilizar as escadas em vez do elevador, mas mesmo isso deve ser feito gradativamente. A pessoa que mora no sétimo andar deve subir apenas um lance de escada no primeiro dia e o restante de elevador e ir aumentando o esforço, dia a dia, até conseguir chegar à sua casa.

A partir daí, abre-se espaço para uma atividade física sistemática. Mas é preciso que seja uma atividade aeróbica, como caminhada, esteira, corrida, bicicleta, hidroginástica, natação, dança etc., com elevação da frequência cardíaca a até 75% de sua capacidade máxima.

Nessas condições, a primeira coisa que o organismo faz é lançar mão da glicose, reserva de carboidrato armazenada nos músculos e no fígado, sob a forma de glicogênio. Depois de aproximadamente 30 minutos, quando o glicogênio se esgota, o organismo começa a queimar gordura como fonte de energia para as atividades físicas.

As dietas “de passar fome” devem ser descartadas. Até porque, pelo fato de serem desbalanceadas, levam o organismo a se defender espontaneamente delas, fazendo que, após um período sem se alimentar, a pessoa coma muito mais. O que o indivíduo precisa é buscar uma mudança no estilo de vida, pois os fatores comportamentais desempenham o papel mais importante no emagrecimento.

Após analisarmos alguns distúrbios alimentares, vamos entender o que acontece com a comida que foi ingerida e quais transformações os nutrientes sofrem durante a digestão. Para facilitar o entendimento desse processo, podemos afirmar que o sistema digestório é o responsável pela redução e transformação de moléculas complexas – entre elas os carboidratos, as proteínas e as gorduras – em moléculas mais simples. Essa transformação permite que os nutrientes sejam absorvidos pelas células do nosso corpo.

Leia, a seguir, uma pequena descrição de como funciona o nosso sistema digestório. Atente para os órgãos e tecidos envolvidos e a diversidade de processos químicos que contribuem para aproveitarmos da melhor forma os alimentos que ingerimos diariamente.

## A DIGESTÃO HUMANA

A digestão é muito importante para a sobrevivência da maioria dos seres vivos, pois é graças a ela e a outros processos relacionados que os nutrientes simples podem entrar em nossas células. O processo começa na **boca**, com a mastigação e a insalivação.

Os **dentes** são os responsáveis pelo corte e pela trituração dos alimentos, reduzindo-os em tamanhos menores. Os dentes promovem a digestão física, pois não alteram a composição dos nutrientes. A sua ação facilita a ação digestiva da saliva. Os seres humanos possuem, durante a vida, 20 dentes provisórios (dentes de leite) e 32 dentes permanentes.

As **glândulas salivares** (parótidas, sublinguais e submaxilares) produzem a saliva, um líquido viscoso, responsável pelo umedecimento da comida e pela digestão química do amido. Rica em água, sais minerais e em uma enzima chamada ptialina ou amilase salivar, a saliva é responsável pela transformação e redução do amido em maltose. Ela realiza uma digestão química, pois altera a composição dos nutrientes.

Nela, a água digere e transforma o amido em moléculas de maltose, com ajuda da amilase salivar. Na boca, os outros nutrientes complexos, como as proteínas e os lipídios, são apenas reduzidos, não ocorrendo transformações químicas em suas composições.

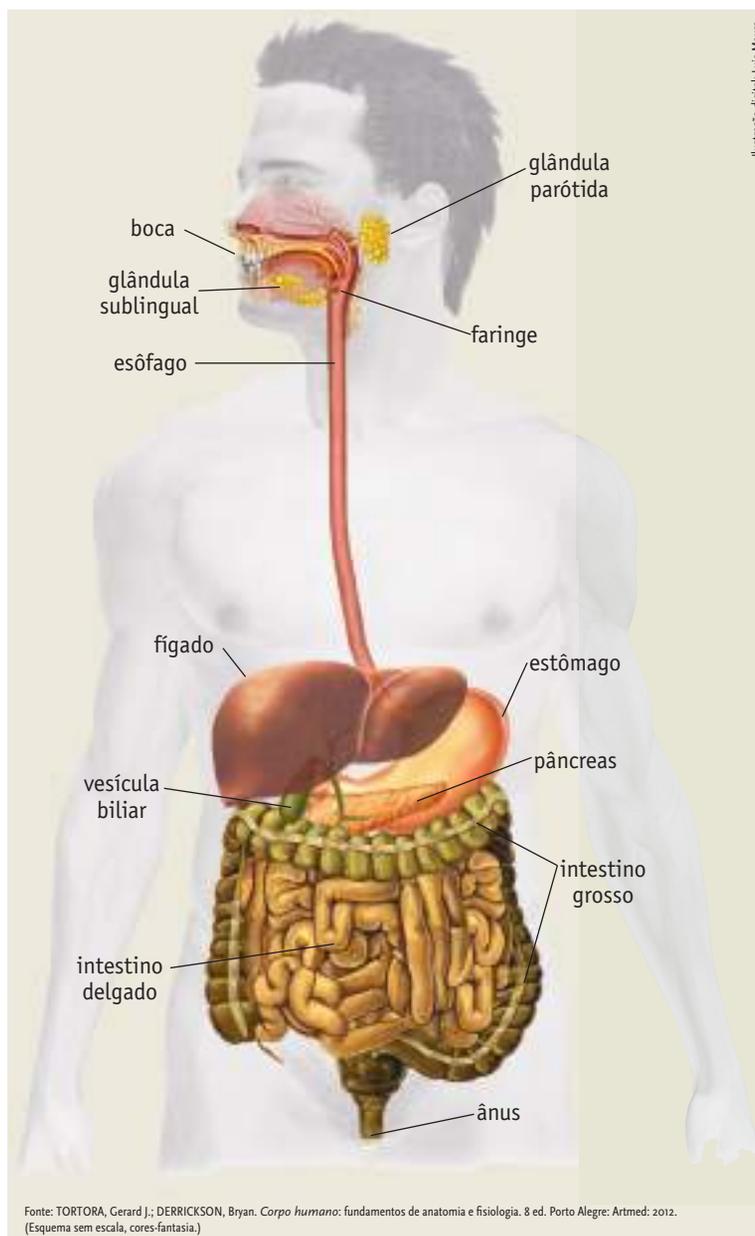
Em seguida, o bolo alimentar (massa formada pela comida após a mastigação e a insalivação) é encaminhado para a **faringe** por meio dos movimentos da língua, que é um órgão também responsável pela percepção do sabor dos alimentos.

Da faringe, o bolo alimentar passa pela epiglote e se encaminha para o **esôfago**, um tubo muscular com aproximadamente 25 centímetros de comprimento. Ele realiza movimentos de contração e relaxamento involuntários em ondas, chamados de movimentos peristálticos. Graças a esses movimentos, os alimentos são amassados e misturados mais um pouco à saliva, ao mesmo tempo que são empurrados para o **estômago**.

O estômago é um órgão em forma de bolsa, com paredes formadas por musculatura lisa. Nele, o bolo alimentar é amassado pela ação dos movimentos peristálticos, o que facilita a ação do suco gástrico, um suco digestivo composto de água, sais minerais, ácido clorídrico e pepsina, enzima que ajuda a água na digestão química de proteínas, transformando-as em peptonas.

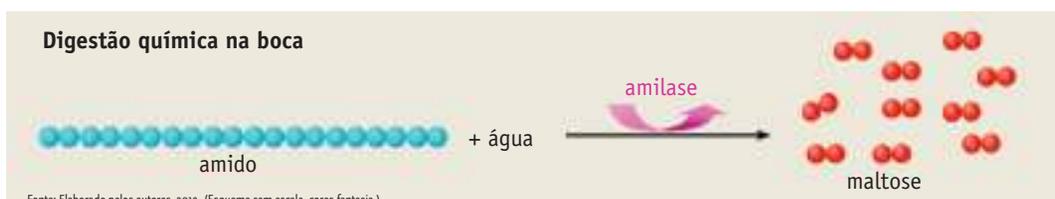
Revestindo internamente a parede do estômago, encontramos uma mucosa espessa (tecido epitelial), que produz um muco que protege a parede do estômago da ação do suco gástrico. No estômago, praticamente não há digestão química de mais nenhum outro nutriente complexo além das proteínas.

Dependendo da consistência em que o bolo alimentar se encontra no estômago, periodicamente ocorre liberação de pequena porção líquida dessa mistura para o duodeno, a parte inicial do **intestino delgado**, órgão que possui cerca de seis metros de comprimento. Ele também realiza movimentos peristálticos e sua parede interna é revestida por glândulas produtoras de um suco digestivo, chamado de **suco entérico** ou **suco intestinal**.



Fonte: TORTORA, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 8 ed. Porto Alegre: Artmed: 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Ilustração digital: Luis Moura



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Ilustrações digitais: Luis Moura

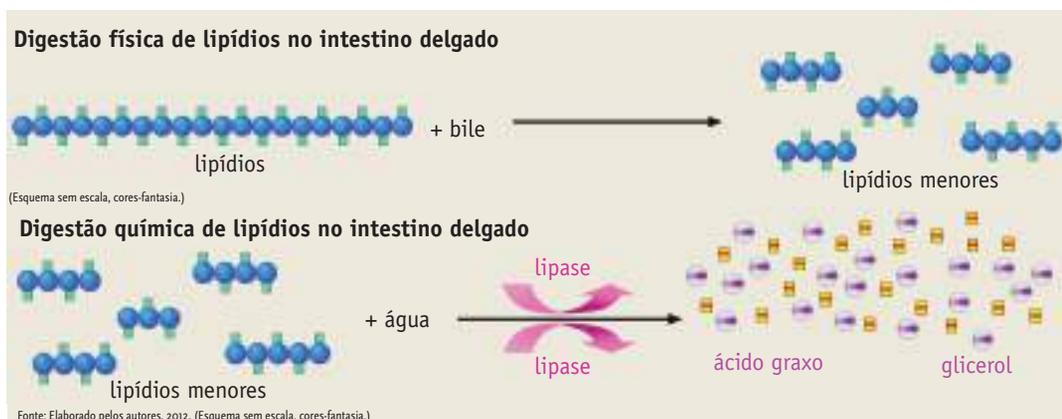
Junto com a pasta alimentar vinda do estômago, duas secreções chegam ao intestino delgado: a **bile**, líquido amarelo-esverdeado produzido pelo **fígado** e armazenado na vesícula biliar, e o suco pancreático, produzido pelo pâncreas. O **fígado**, a **vesícula biliar** e o **pâncreas** são chamados de órgãos anexos à digestão, pois interferem no processo digestivo, mas não mantêm contato direto com os alimentos.

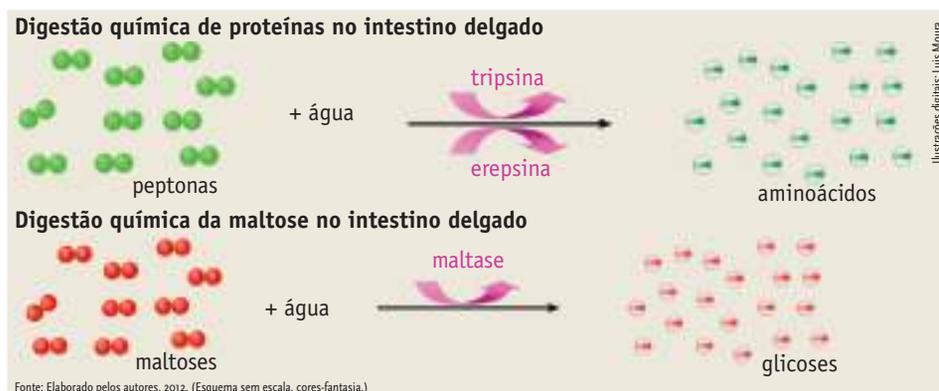
Veja na tabela e nos esquemas a seguir os processos digestivos que ocorrem no intestino delgado:



Suco digestivo	Composição	Substrato	Ação	Produtos finais
Bile	Ácidos e sais biliares	Lipídio	Digestão física	Lipídios menores
Suco pancreático	Água + tripsina	Peptona	Digestão química	Peptídeo
	Água + amilase	Amido	Digestão química	Maltose
	Água + lipase	Lipídio	Digestão química	Ácido graxo e glicerol
Suco entérico ou intestinal	Água + erepsina	Peptídeo	Digestão química	Aminoácido
	Água + lipase	Lipídio	Digestão química	Ácido graxo e glicerol
	Água + maltase	Maltose	Digestão química	Glicose
	Água + sacarase	Sacarose	Digestão química	Glicose + frutose
	Água + lactase	Lactose	Digestão química	Glicose + galactose

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.





É no intestino delgado que os nutrientes reduzidos e transformados em moléculas simples são absorvidos por meio de um processo de difusão e passam para o sistema circulatório, que os encaminhará às células.

A difusão no intestino delgado ocorre com grande eficiência, pois a parede interna do órgão é formada por especializações da mucosa intestinal chamadas de vilosidades, que, por sua vez, possuem especializações da membrana plasmática, chamadas de microvilosidades.

As vilosidades e microvilosidades aumentam consideravelmente a superfície de absorção do intestino delgado, permitindo que haja uma grande passagem de moléculas simples para a circulação.

Como o movimento peristáltico acontece em quase todos os órgãos do sistema digestório, o que não foi absorvido é empurrado para o **intestino grosso**, órgão que se forma no prolongamento do intestino delgado. Na entrada do intestino grosso encontramos o **apêndice**, órgão pequeno e vermiforme que não tem papel importante no processo digestivo humano, mas que é de suma importância no processo digestivo dos herbívoros.

No intestino grosso, os nutrientes que não foram absorvidos pelo intestino delgado são fermentados por bactérias que compõem a nossa flora intestinal e que vivem em uma relação de protocooperação com o ser humano. Esses microrganismos nos fornecem vitaminas K e do complexo B, enquanto fornecemos a eles abrigo e alimento.

Como resultado dessa fermentação, surgem fezes misturadas aos líquidos que fizeram parte de todo o processo digestivo (saliva, suco gástrico, suco pancreático, suco entérico). Grande quantidade de água é reabsorvida e passa para a circulação, evitando que nos desidratemos. Com isso, as fezes se tornam mais pastosas e adquirem uma consistência que facilita o seu armazenamento no **reto** e, depois, a sua eliminação pelo **ânus**.

Alguns problemas digestivos – infecções, alimentos muito gordurosos ou alimentos estragados – podem alterar essa absorção. Em vez de a água ser reabsorvida, ela continua nas fezes, acarretando o que chamamos de disenteria ou diarreia. O oposto também pode acontecer: o intestino grosso absorve muita água e causa a constipação intestinal ou prisão de ventre, resultando em fezes pouco pastosas e endurecidas, o que dificulta a sua eliminação pelo ânus.

#### APLICAR CONHECIMENTOS

- PUC-SP (1998) Na aula de Biologia, o professor pediu a seus alunos que analisassem a seguinte afirmação relativa à fisiologia da digestão:

*“A pepsina e a tripsina são enzimas proteolíticas produzidas no estômago e atuam preferencialmente em meio ácido”.*

Essa afirmação

- está correta.
- está incorreta, já que as duas enzimas não são proteolíticas.
- está incorreta, já que as duas enzimas atuam preferencialmente em meio alcalino.
- está incorreta, já que apenas a pepsina é produzida no estômago e atua preferencialmente em meio ácido.
- está incorreta, já que apenas a tripsina é produzida no estômago e atua preferencialmente em meio ácido.

Se compararmos o modo atual de vida das pessoas em uma residência com os que existiam no fim do século XIX, notaremos que muita coisa mudou. Mudaram as formas de prevenir e de tratar as doenças, os hábitos de consumo de produtos e serviços, a maneira de preparar alimentos etc. Uma das principais razões para que essas mudanças ocorressem foi a obtenção, ao longo do século XX, de uma diversidade de novos materiais e substâncias, até então desconhecidos, que vieram substituir, aprimorar ou complementar outros que permaneceram como únicos durante séculos.

Que materiais são esses? Que tipo de conhecimento permitiu obtê-los?

Neste capítulo vamos discutir essas questões.

LER IMAGENS

Arquivo do Estado de São Paulo



Em 1905, eram utilizados canos de madeira em encanamentos de água. Imagem publicada em *O Estado de S. Paulo*, em 21 de junho de 1905.

Biblioteca Municipal Mário de Andrade



Um sanitário considerado "moderno" em 1895. Imagem publicada no jornal *Correio Paulistano*, em 25 de agosto de 1895.

Coleção particular



Em 1928, essa propaganda sugeria a utilização de álcool como combustível, por ser um produto nacional.

Examine as imagens. Elas são propagandas de produtos que se encontravam no mercado no início do século XX. Agora, responda às seguintes questões:

1. A imagem do cano mostra que era utilizada madeira para encanamentos de água. Atualmente isso seria possível? Por quê?

.....

.....

2. Analise a imagem da latrina, que faz propaganda dos materiais utilizados em um sanitário considerado “moderno” no final do século XIX, e compare-os com os utilizados em um sanitário “moderno” dos dias de hoje. Quais objetos mudaram? Quais ainda permanecem em uso?

.....

.....

3. Analise agora a imagem do automóvel, que faz um apelo para o uso do álcool, produto nacional, em automóveis em 1928. Tal apelo não teve muito resultado, pois o uso desse combustível nos automóveis daquela época foi muito pequeno. Procure dar uma explicação para o fato de o álcool só vir a ser utilizado em larga escala como combustível de veículos a partir dos anos 1980.

.....

.....

.....

Ao responder às questões da atividade anterior, você deve ter notado que alguns dos produtos ilustrados nas propagandas permanecem em uso nos dias atuais, mas muitos foram substituídos por outros. Na época desses anúncios, não existiam sabões em pó, detergentes, xampus, canos de PVC (um tipo de plástico derivado de petróleo), motores de automóveis adequados ao uso de álcool como combustível, painéis de alumínio, fogões a gás, utensílios de plástico, medicamentos de grande eficiência, roupas de tecidos sintéticos e muitos outros produtos.

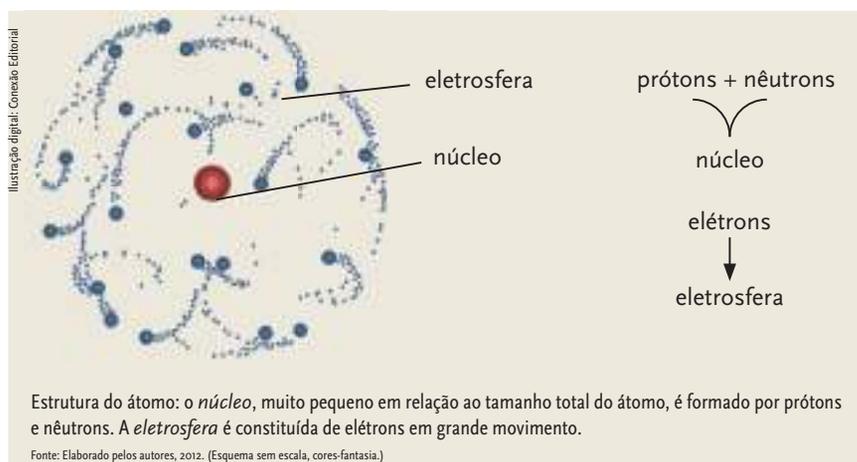
O surgimento desses novos materiais só foi possível graças ao conhecimento adquirido, no decorrer do século XX, sobre a estrutura dos materiais, ou seja, sobre a **estrutura dos átomos** e como eles se unem, constituindo as substâncias químicas. É o que veremos em seguida.

## A ESTRUTURA DOS ÁTOMOS

Até o início do século XX, acreditava-se que os átomos, minúsculos constituintes da matéria e invisíveis mesmo com o uso dos mais poderosos microscópios, eram as menores partículas que existiam, sendo maciças e indivisíveis. Hoje, sabe-se que os átomos são formados por muitos tipos de partículas ainda menores que eles, sendo as principais os **prótons**, os **nêutrons** e os **elétrons**.

Os prótons são partículas que possuem carga elétrica **positiva (+)** e os elétrons são partículas de carga elétrica **negativa (-)**. Os nêutrons **não possuem carga elétrica**.

A imagem a seguir mostra como essas partículas estão distribuídas no átomo.



Átomos de elementos químicos diversos são diferentes entre si. O que diferencia os átomos de diferentes elementos químicos é o número de **prótons** que eles possuem no núcleo.

Esse **número de prótons** é chamado de **número atômico**.

Observe a tabela periódica que está na p. 110. Note que cada elemento químico tem um único número atômico que o caracteriza.

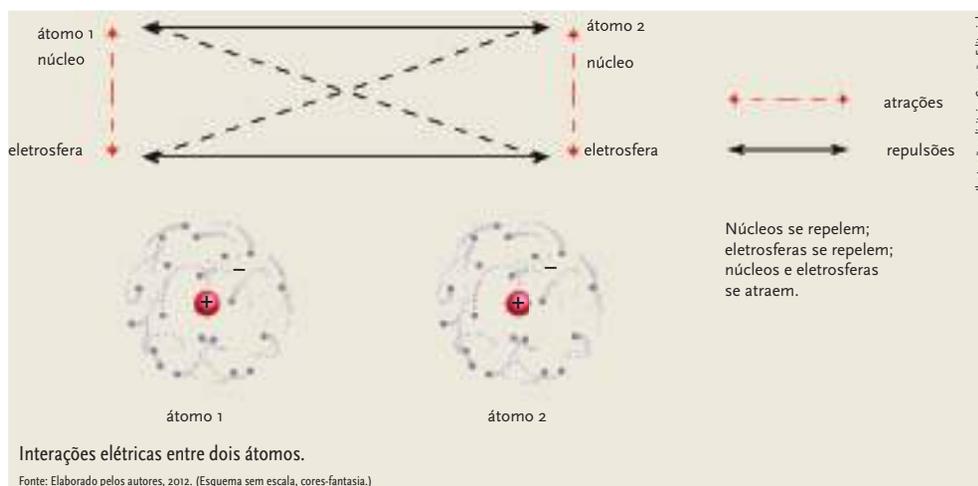
O **oxigênio**, por exemplo, tem número atômico **8**, o **carbono** tem número atômico **6** e o **hidrogênio** tem número atômico **1**, ou seja, cada átomo de hidrogênio tem só 1 próton.

## PESQUISAR

Pesquise em livros e na internet (veja sugestões no fim deste capítulo) alguns aspectos a respeito da evolução das ideias sobre o átomo desde a Antiguidade até os nossos dias. Investigue e compare as ideias de Demócrito (filósofo grego que viveu no século V a.C.), Dalton, Thomson, Rutherford e de Bohr.

## UNIÃO DE ÁTOMOS: A FORMAÇÃO DE MOLÉCULAS

Quando dois átomos se aproximam, surgem forças de atração e de repulsão elétricas, pois cargas de mesmo sinal se repelem enquanto cargas de sinais opostos se atraem.



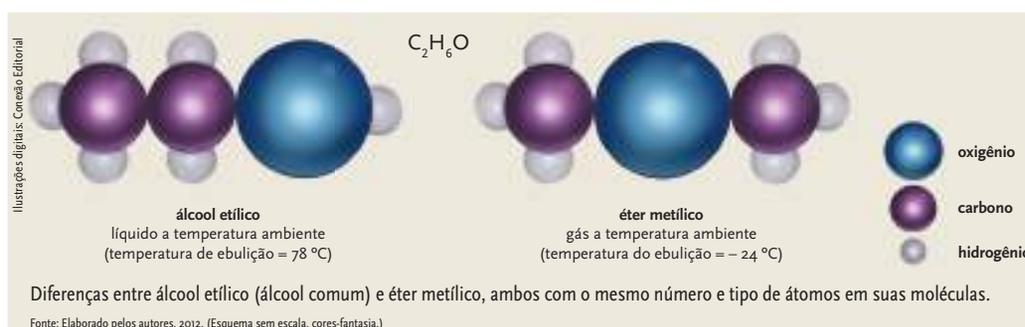
Caso as forças de atração sejam mais intensas que as de repulsão, os átomos se unem, formando uma **molécula**. Se as forças de repulsão forem mais intensas, os átomos permanecem isolados.



Há **moléculas** formadas por dois, três, quatro, cinco... e até milhares de **átomos, iguais ou diferentes**, unidos entre si. Veremos vários exemplos de moléculas no decorrer deste capítulo.

## A IMPORTÂNCIA DO ARRANJO DOS ÁTOMOS NA MOLÉCULA

Embora a posição dos átomos em uma molécula possa parecer desprezível, na realidade ela é muito importante, pois diferencia uma substância de outra que tenha o mesmo número e tipo de átomos na molécula. Veja, por exemplo, na imagem a seguir, os arranjos dos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio em duas substâncias bem diferentes quanto às propriedades, mas que apresentam a mesma fórmula molecular:



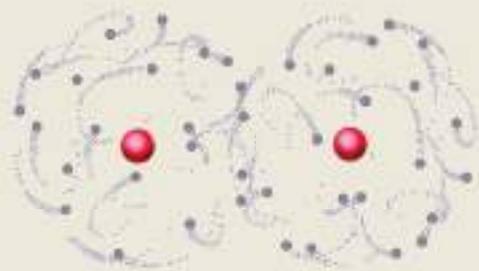
## TIPOS DE LIGAÇÕES ENTRE ÁTOMOS

A união de átomos é denominada ligação química. Como vimos, a ligação química resulta de interações elétricas entre átomos.

Quando os átomos são de um mesmo elemento químico, as forças elétricas de um átomo sobre outro são idênticas. Entretanto, interações elétricas entre átomos de elementos químicos diferentes não são idênticas, pois átomos de elementos químicos diferentes têm diferentes números de partículas eletricamente carregadas.

Veja algumas situações que podem acontecer quando átomos se unem.



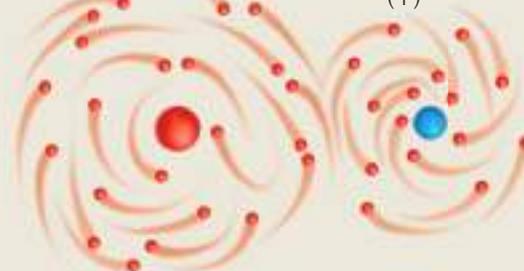


Quando os átomos são idênticos, a distribuição dos elétrons entre eles é uniforme. Os elétrons são igualmente atraídos pelos dois átomos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

(-)

(+)



Muitas vezes, a diferença da intensidade de atração de um átomo é tão maior que a do outro que um ou mais elétrons são transferidos de um átomo para outro. Nesse caso, um dos átomos fica carregado positivamente e o outro, negativamente.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

A primeira figura acima apresenta átomos idênticos e ilustra um tipo de ligação química conhecido como **ligação covalente**: os elétrons são compartilhados pelos átomos que estão unidos.

A figura da página anterior ilustra um tipo de ligação conhecido como **ligação covalente polar**: os elétrons são compartilhados pelos dois átomos, mas um deles exerce maior força de atração elétrica do que o outro.

A segunda figura acima ilustra o tipo de ligação química conhecida como **ligação iônica**: um dos átomos transfere elétrons ao outro.

Há ainda um outro tipo de ligação química – a **ligação metálica** – que ocorre entre átomos de metais.

#### PARA REFLETIR

Por que um átomo que teve um ou mais elétrons transferidos a outro fica carregado positivamente? E o que recebeu os elétrons, por que fica com carga elétrica negativa?

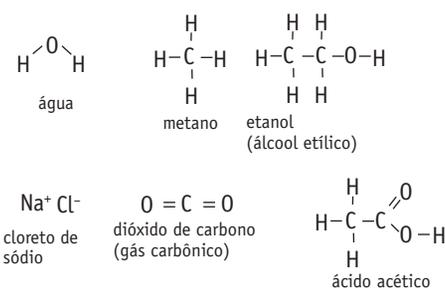
## REPRESENTAÇÕES SIMBÓLICAS DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS: AS FÓRMULAS ESTRUTURAIS

A Química é uma ciência que, como outras, possui uma linguagem própria. Essa linguagem é caracterizada por símbolos e fórmulas universais para representar os elementos e as substâncias químicas. Em qualquer lugar do mundo, quando se leem textos sobre Química em diferentes idiomas, nota-se que eles têm em comum os símbolos. Por exemplo, a fórmula  $H_2O$  significa água em qualquer país do mundo, ainda que seu nome possa variar, como *water* em inglês, *eau* em francês, *acqua* em italiano.

Essa linguagem simbólica também é utilizada para representar ligações químicas entre átomos, por meio das chamadas **fórmulas estruturais**.

As fórmulas estruturais indicam não só o número e o tipo de átomos que formam a substância química, mas também os tipos de ligação e os arranjos entre os átomos. Veja na imagem a seguir algumas fórmulas estruturais. Nas fórmulas de substâncias covalentes, os traços indicam elétrons compartilhados entre os átomos. Nas fórmulas de substâncias iônicas, as cargas (+) e

(-) indicam respectivamente o átomo que perdeu elétrons e o que ganhou elétrons. O número antes do sinal da carga indica quantos elétrons o átomo perdeu ou ganhou. Por exemplo, na fórmula estrutural da cal viva,  $\text{Ca}^{2+}\text{O}^{2-}$  indica que o átomo de cálcio perdeu 2 elétrons e o de oxigênio recebeu 2 elétrons. Quando não aparecem números antes dos sinais, significa que o número de elétrons transferidos é 1.



## COMO O ESCLARECIMENTO DAS FÓRMULAS ESTRUTURAIS PERMITIU OBTER NOVAS SUBSTÂNCIAS?

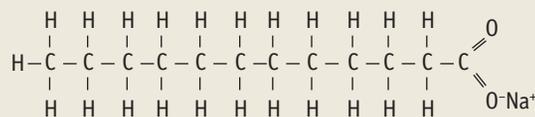
Desde o fim do século XIX e no decorrer do século XX, muitos aparelhos e técnicas de análise química foram desenvolvidos de modo a permitir investigações precisas sobre a estrutura das substâncias até então conhecidas. Com isso, foi possível criar novas substâncias. Vamos ver alguns exemplos.

### SABÕES E DETERGENTES

O sabão, conhecido há mais de 2000 anos, era obtido pelo aquecimento de cinzas com gordura animal. Possivelmente esse processo para obter sabão foi descoberto durante cerimônias religiosas, nas quais animais eram queimados para oferendas. A gordura aquecida escorria e se misturava com as cinzas, formando uma pasta capaz de remover sujeira das roupas. Posteriormente descobriu-se que o sabão também poderia ser obtido pelo aquecimento de cinzas com óleos vegetais.

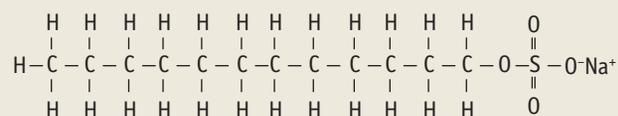
Mas as transformações químicas que levavam à formação de sabão só foram descobertas no século XIX pelo químico M. E. Chevreul, que concluiu que ocorria uma reação química entre os triglicerídeos, componentes principais dos óleos e das gorduras, e substâncias cáusticas como a soda ( $\text{NaOH}$ ) e a potassa ( $\text{KOH}$ ) presentes nas cinzas.

O sabão é uma mistura de substâncias cujas moléculas têm, **no mínimo** doze átomos de carbono, além de átomos de hidrogênio, oxigênio e sódio ou potássio. Uma das substâncias mais simples que constituem os sabões é o laurato de sódio, cuja fórmula estrutural está representada a seguir.



Fórmula estrutural do laurato de sódio ( $\text{C}_{12}\text{H}_{23}\text{O}_2\text{Na}$ ), uma das substâncias mais simples que formam o sabão. Outras substâncias têm mais átomos de carbono, podendo chegar a 22.

Com o conhecimento das fórmulas estruturais das substâncias que constituem os sabões foi possível fazer algumas alterações e obter os detergentes sintéticos a partir de derivados de petróleo. Um desses detergentes, amplamente empregado até hoje, é o laurilsulfato de sódio, cuja fórmula estrutural está representada na imagem a seguir.



Fórmula estrutural do detergente laurilsulfato de sódio ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$ ), mais solúvel em água que os sabões, o que permite que seja utilizado na forma líquida.

- Compare a fórmula estrutural do laurilsulfato de sódio com o laurato de sódio. A que porção da estrutura se deve a maior solubilidade em água do laurilsulfato de sódio?

## MACROMOLÉCULAS E OS PLÁSTICOS

Hoje vivemos cercados de materiais sintéticos. Entre os principais, estão os **polímeros** (*poli* = várias; *meros* = partes), que são substâncias constituídas por cadeias de vários milhares de átomos, formando as **macromoléculas**. Parece que a principal razão para o desenvolvimento desses materiais foi a tentativa de substituir fibras naturais, como a seda, o linho e o algodão, por outras que pudessem ser produzidas em maior escala, com menor custo e com maior eficiência de uso, especialmente em tempos de guerra.

Nesse contexto, deu-se o desenvolvimento do **náilon**, sintetizado em 1935 nos Estados Unidos pelo químico Wallace Carothers Hume, contratado por uma importante indústria estadunidense com a finalidade de produzir materiais novos que permitissem substituir a seda utilizada em meias femininas, em cerdas de escovas de dentes e, principalmente, em paraquedas e outros equipamentos de uso militar. O náilon foi um dos primeiros polímeros totalmente sintéticos.

Assim como o náilon, o desenvolvimento dos mais diversos polímeros só foi possível com o conhecimento de sua real constituição.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Enem (2002)

Quando definem moléculas, os livros geralmente apresentam conceitos como: a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades. A partir de definições desse tipo, a ideia transmitida ao estudante é a de que o constituinte isolado (moléculas) contém os atributos do todo.

É como dizer que uma molécula de água possui densidade, pressão de vapor, tensão superficial, ponto de fusão, ponto de ebulição etc. Tais propriedades pertencem ao conjunto, isto é, manifestam-se nas relações que as moléculas mantêm entre si.

Adaptado de: OLIVEIRA, Renato José de. *O mito da substância*. Química Nova na Escola, n. 1, 1995.

O texto evidencia a chamada visão substancialista que ainda se encontra presente no ensino da Química. Abaixo estão relacionadas algumas afirmativas pertinentes ao assunto.

- O ouro é dourado, pois seus átomos são dourados.
- Uma substância macia não pode ser feita de moléculas rígidas.
- Uma substância pura possui pontos de ebulição e fusão constantes, em virtude das interações entre suas moléculas.
- A expansão dos objetos com a temperatura ocorre porque os átomos se expandem.

Dessas afirmativas, estão apoiadas na visão substancialista criticada pelo autor apenas:

- a) I e II.                      b) III e IV.                      c) I, II e III.                      d) I, II e IV.                      e) II, III e IV.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVRO



#### A ESTRUTURA DA MATÉRIA: DO CÉU AZUL AO MATERIAL PLÁSTICO

Esse livro explica, em linhas gerais, o essencial em relação à estrutura da matéria, a fim de despertar no leitor o interesse pelo assunto.

GUINIER, André. *A estrutura da matéria: do céu azul ao material plástico*. São Paulo: Edusp, 1996.

#### SITE



#### A AVENTURA DAS PARTÍCULAS

Página da internet que trata de muitos aspectos relacionados ao átomo e sua estrutura, inclusive históricos.

Disponível em: <<http://aventuradasparticulas.ift.unesp.br>>. Acesso em: 1º nov. 2011.

Chacrinha, um apresentador de programas de televisão, fez muito sucesso numa época marcada pela ditadura militar no Brasil (1964-1984), regime que exercia rígido controle dos meios de comunicação com censura prévia de programas, filmes, peças de teatro, livros, canções e noticiário, além de vigilância severa sobre as organizações sociais.

Conhecido como “Velho Guerreiro”, ele era famoso por sua grande capacidade de comunicação com o público e por seus irreverentes bordões, como *Quem não se comunica, se trumbica*.

Os militares que governavam o país na época também conheciam essa verdade e, para se manterem no poder, trataram de instaurar leis que restringiam os direitos civis e dificultavam a organização das pessoas em sindicatos, universidades e demais movimentos sociais.

Todo esse esforço visava, em última instância, dificultar a livre comunicação entre as pessoas e a circulação de ideias “subversivas” segundo o julgamento do regime militar, como liberdade de expressão, eleições diretas e justiça social.

A redemocratização do Brasil foi marcada por conflitos e conquistas sociais. Uma das conquistas – que se tornou um dos pilares da democracia moderna – foi a liberdade de imprensa: os meios de comunicação passaram a poder expressar com maior liberdade informações, notícias, opiniões.

Este capítulo pretende discutir o importante papel que a ciência e a tecnologia desempenharam no desenvolvimento da comunicação social e seu impacto em nossa cultura.



Ilustração digital: Conexao Editorial

Caricatura de Abelardo Barbosa (1917-1988), o Chacrinha – apresentador de TV.

### PESQUISAR

1. Faça um levantamento de equipamentos e formas de comunicação a distância empregados em nossa sociedade desde os mais antigos até os mais modernos.
2. Escreva quais você costuma usar mais.

Provavelmente a lista que você preparou na atividade anterior contém coisas como telégrafo, cartas, telefone, livro etc. Nesses exemplos, percebemos uma grande diferença logo entre os dois primeiros: o telégrafo e a carta.

A comunicação por telégrafo convencional necessita de um fio com corrente elétrica, através do qual a informação é transmitida até seu destino, enquanto a carta necessita de correio, um serviço de postagem e entrega de mensagens impressas que não depende de fios. Precisamos, sim, de um bom carteiro!

O chamado telefone fixo também necessita de fios com eletricidade, ao estilo do telégrafo. Mas a telefonia celular, muito difundida em nossos dias, usa ondas eletromagnéticas para estabelecer a comunicação, como o rádio.

Podemos então pensar num critério útil para organizar melhor nosso estudo sobre a ciência empregada nas tecnologias da comunicação: o **meio pelo qual a comunicação acontece**.

Sendo assim, podemos organizar nossa lista conforme a tabela abaixo. Complete-a com os itens da sua lista.

Comunicação escrita	Comunicação por fios	Comunicação por ondas
Carta	Telégrafo	Rádio
Livro	Telefone fixo	Telefone celular

A classificação apresentada nos ajudará a compreender os princípios de funcionamento da grande variedade dos meios de comunicação atuais, que podem utilizar tanto tecnologias recentemente criadas como outras bastante antigas.

Durante toda a história da humanidade até aproximadamente o século XVIII, os povos utilizavam artifícios de engenhosidade mais simples para comunicação a distância: acendiam fogueiras, movimentavam bandeiras, produziam sinais de fumaça, enfim, empregavam diferentes formas de **signalizações telegráficas** (do grego *tele* = distância; *graphia* = escrita, sinal). Porém, quando se tratava de distâncias muito grandes, tais recursos eram inúteis.

O desenvolvimento científico e tecnológico tem desempenhado papel fundamental na crescente necessidade do homem de trocar informações. A capacidade e a velocidade com que elas são transmitidas podem decidir o desfecho de uma guerra, o sucesso de uma empresa etc., enfim, são ferramentas de indiscutível valor. O fluxo de informações conquistou importância tamanha em nosso mundo a ponto de nos referirmos ao momento em que vivemos como a era da informação. Mas para chegar a esse estágio, muita coisa aconteceu.

## COMUNICAÇÃO POR FIOS

Uma significativa evolução na comunicação a distância ocorreu com a invenção de um sistema que enviava e recebia sinais elétricos através de fios, batizado de **telégrafo elétrico**.

Por volta dos anos 1750 já se sabia que a energia elétrica podia ser transmitida a longas distâncias através de fios metálicos ligados a uma fonte de energia elétrica (bateria). Entretanto, o

uso da eletricidade para envio de informações só se deu depois de 1800, ainda de forma bastante complexa. Em 1812, Samuel von Sömmering, de Munique, na Alemanha, conseguiu enviar uma mensagem para um lugar a três quilômetros de distância com um telégrafo, por meio de um sistema de 24 fios ligados a sinalizadores correspondentes a letras do alfabeto e a números.

Uma importante inovação ocorreu com o emprego do **magnetismo** na telegrafia, como o sistema desenvolvido em 1832 pelo diplomata e barão russo Pawel Schilling, que necessitava de apenas seis fios. O emprego do magnetismo produzido pela eletricidade nos sistemas telegráficos serviu de base tecnológica para todos os sistemas telegráficos que se desenvolveram a partir daí.

Podemos perceber esse fenômeno confeccionando um dispositivo muito simples e que está presente no interior de grande parte dos equipamentos elétricos atuais: a **bobina elétrica**.

## EXPERIMENTAR I

### CONSTRUINDO A BOBINA

#### Materiais necessários:

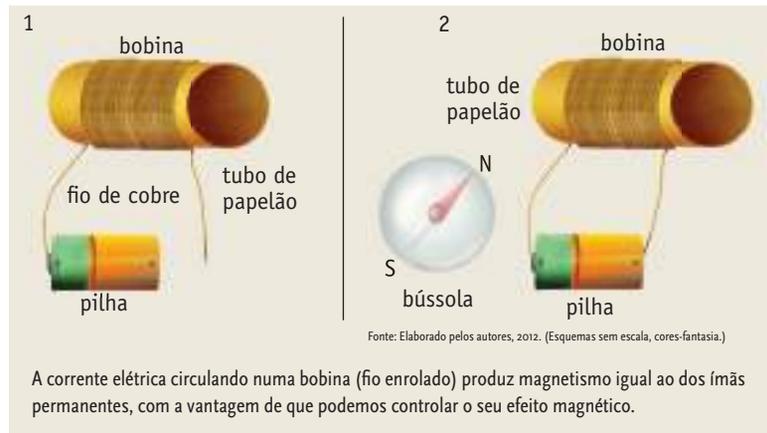
- 1 pilha de 1,5 volt;
- 1 lixa de unha;
- 1 tubo de papelão de 4 cm de diâmetro (do tipo utilizado no papel higiênico);
- 2,5 metros de fio de cobre esmaltado 26 (fio fino);
- 1 bússola;
- fita isolante;
- ímã (pode ser o de geladeira).

#### Procedimentos:

1. Enrole 2 m do fio esmaltado em torno do tubo de papelão. Deixe 20 cm de fio em cada extremidade e lixe suas pontas removendo o esmalte nessas regiões.
2. Fixe uma das extremidades do fio de cobre em um dos polos da pilha com um pedaço de fita isolante (figura 1). Você acaba de construir uma bobina elétrica. Ela entrará em funcionamento quando você ligar manualmente a outra extremidade do fio ao outro polo da pilha.
3. Coloque uma das extremidades de sua bobina ligada próxima à bússola e observe a agulha da bússola (figura 2).
4. Desligue o fio da pilha e observe a bússola. Ligue e desligue sucessivamente e observe.
5. Vire a bobina e coloque a outra extremidade próxima da bússola, ligue-a e observe. A agulha da bússola se comportou da mesma maneira de antes?
6. Agora pegue o ímã de geladeira, aproximando-o e afastando-o da bússola. Mude o polo do ímã e repita a operação, observando o comportamento da agulha da bússola.

A bobina elétrica funciona como um ímã que pode ser ligado e desligado, diferentemente dos ímãs permanentes que não podem ser desligados. Esta propriedade magnética surge quando uma corrente atravessa uma bobina metálica (fio enrolado), ilustrando a relação que existe entre eletricidade e magnetismo.

Foi essa a propriedade empregada no telégrafo. Quando passava corrente elétrica por um dos fios conectado a uma bobina, a agulha magnetizada próxima dela se movia, como ocorreu com a bússola em nosso experimento. Quando a corrente cessava, a agulha voltava à posição normal.



## O CÓDIGO MORSE

Foi com o pintor estadunidense Samuel Morse (1791-1872), na década de 1830, que o telégrafo ganhou significativa popularização e eficiência. Ele inventou um sistema mais prático, com um interruptor, um eletroímã (uma bobina com núcleo de ferro, que intensifica a magnetização) e apenas um fio, projetando um aparelho e estabelecendo um código de pontos, traços e intervalos, com base na presença ou ausência de impulsos elétricos.

A passagem de impulsos elétricos pelo eletroímã o movimentava, fazendo que um lápis preso a ele riscasse uma fita de papel. À medida que a fita avançava, o lápis registrava a mensagem com o código Morse. Os pontos correspondiam a uma ação breve sobre o eletroímã; o traço, a uma ação mais longa; e o espaço, a uma pausa. Essa era a base do **código Morse**.

Quando um telégrafo não estava transmitindo, sua própria chave de transmissão acionava o circuito receptor, de modo que a mesma linha de transmissão servia também para recepção.



### LER TABELAS

Letra	Sinal	Letra	Sinal
a	• —	n	— •
b	— • • •	o	— — — —
c	— • — •	p	• — — •
d	— • •	q	— — • —
e	•	r	• — •
f	• • — •	s	• • •
g	— — •	t	—
h	• • • •	u	• • —
i	• •	v	• • • —
j	• — — —	w	• — —
k	— • —	x	— • • —
l	• — • •	y	— • — —
m	— —	z	— — • •

Número	Sinal
1	• — — — —
2	• • — — —
3	• • • — —
4	• • • • —
5	• • • • •
6	— • • • •
7	— — • • •
8	— — — • •
9	— — — — •
0	— — — — —

Essas tabelas ilustram o código Morse. Cada ponto representa uma batida rápida na mesa, enquanto cada traço representa uma batida mais lenta.

1. Escreva uma mensagem com seu nome em código Morse.

2. Tente se comunicar com outra pessoa com esse código, solicitando dela uma resposta.

3. Quais foram as maiores dificuldades enfrentadas? Que sugestões você daria para superá-las? Responda oralmente.

O código Morse caiu em desuso devido à dificuldade de sua utilização. Entretanto, ainda hoje ele é empregado como recurso alternativo de segurança na navegação aérea e marítima e em setores das Forças Armadas.

O sucessor imediato do telégrafo foi o **telefone** (do grego *tele* = distância; *phonos* = som). O telefone envia sinais eletromagnéticos em fios. Ao discar um número, um sinal elétrico codificado é enviado para uma chave seletora eletrônica que direciona a chamada para a linha do aparelho correspondente ao número discado, completando a ligação.

Nos telefones celulares, a comunicação se dá por ondas eletromagnéticas. Essas ondas permitem a transmissão bidirecional dos sinais codificados de voz e de dados em uma área geográfica que se encontra dividida em células (daí, o termo “celular”). Cada uma dessas células é servida por uma antena que recebe e transmite esses sinais. Com isso, os usuários podem se mover livremente pelas áreas de alcance das várias antenas, caracterizando o termo “telefonia móvel”.

Podemos pensar no telefone como a junção de dois aparelhos num só. No bocal existe um **microfone**, que transforma a energia sonora em energia elétrica, que trafega pelo fio até seu destino. No local em que encostamos o ouvido existe um **alto-falante**, que faz o contrário do microfone, ou seja, converte a energia elétrica em sonora.

Não é o som que viaja pela fiação de telefonia e sim sinais elétricos, como no telégrafo.

Em um **computador**, quando digitamos algo no teclado, um código complexo composto de sinais elétricos é enviado para o processador central, o “cérebro” da máquina, que o lê e produz um outro sinal de mesmo código direcionado para o monitor de vídeo, dando o comando para surgir na tela as letras correspondentes às teclas acionadas.

Todo esse processo extremamente rápido é invisível para o usuário. É como se os editores de texto dos computadores funcionassem como as antigas máquinas de datilografia, mas agora com “alavancas mecânicas virtuais”.

O emprego de aparelhos que realizam codificação automática é padrão nas telecomunicações, presente em todas as transações que utilizam cartões magnéticos, internet, e nos chamados processos digitais.

Aparelhos como micro-ondas, controles remotos, celulares, raios x e de tomografia têm algo em comum: eles funcionam graças a um fenômeno físico conhecido como **ondas eletromagnéticas**. Apesar de você possivelmente não ter ainda tanta clareza do que seja isso, certamente poderia citar inúmeras outras situações do seu cotidiano em que elas estão presentes.

#### PARA REFLETIR I

Para compreender melhor como funcionam as tecnologias baseadas em ondas eletromagnéticas, vamos estudar algumas características das ondas. Por termos mais familiaridade com ondas na água e ondas sonoras, vamos usá-las neste estudo. Discuta antes as seguintes questões:

1. Como se comportam as ondas do mar ao encontrar barcos ou pedras em seu caminho?
2. O som se comporta da mesma forma que as ondas do mar diante de obstáculos?
3. O que ocorre quando duas ou mais ondas do mar se encontram?
4. Em *shows* ou comícios, o som é percebido da mesma forma em qualquer local da plateia?

## ESTUDANDO AS ONDAS

As ondas do mar contornam barcos e pedras, assim como podemos ouvir o som produzido em determinado recinto mesmo estando em outro. Esse contorno dos obstáculos efetuado pelas ondas é chamado de **difração**. Mas, dependendo do tamanho do obstáculo, as ondas podem sofrer **reflexão**, como no caso do eco sonoro, por exemplo.

O som se propaga de modo diferente em diferentes materiais. Quando as ondas mudam de meio de propagação, chamamos esse fenômeno de **refração**.

Em shows musicais, há regiões onde o som é mais intenso e outras onde é praticamente inaudível, dependendo do posicionamento das caixas acústicas. Do mesmo modo, é possível observar que, depois do encontro de duas ou mais ondas na água, em certas regiões as ondas ficam mais altas, enquanto em outras elas desaparecem. Chamamos esse fenômeno de **interferência** de ondas.

A produção de ondas na água ou no ar está associada a uma **perturbação** ocorrida num certo momento. Uma pedra atirada num lago de água parada produz ondas que se propagam em todas as direções de sua superfície, a partir de onde a pedra caiu. O som se comporta da mesma forma, propagando-se em todas as direções no ar a partir da fonte (buzina, cordas vocais, violão etc.).

A produção dessas perturbações está sempre associada a alguma forma de **transferência** ou **transformação de energia** da fonte para o meio. A propagação de perturbações em um meio material qualquer, sólido, líquido ou gasoso, é denominada **onda mecânica**.

O som, por exemplo, é o resultado de variações de pressão no ar provocadas por uma fonte sonora. Quando você estoura uma bexiga de borracha, o barulho produzido não provém do rompimento da borracha, mas do rápido deslocamento do ar que estava numa pressão maior dentro da bexiga. Além disso, não é a massa de ar de dentro do balão que chega aos nossos ouvidos, mas uma onda de compressão que se propaga no ar, como as ondas produzidas pela pedra lançada no lago.

Dizemos, então, que **uma onda é energia se propagando**, sem que necessariamente leve consigo matéria. A **velocidade de uma onda** depende apenas do meio em que ela se propaga.

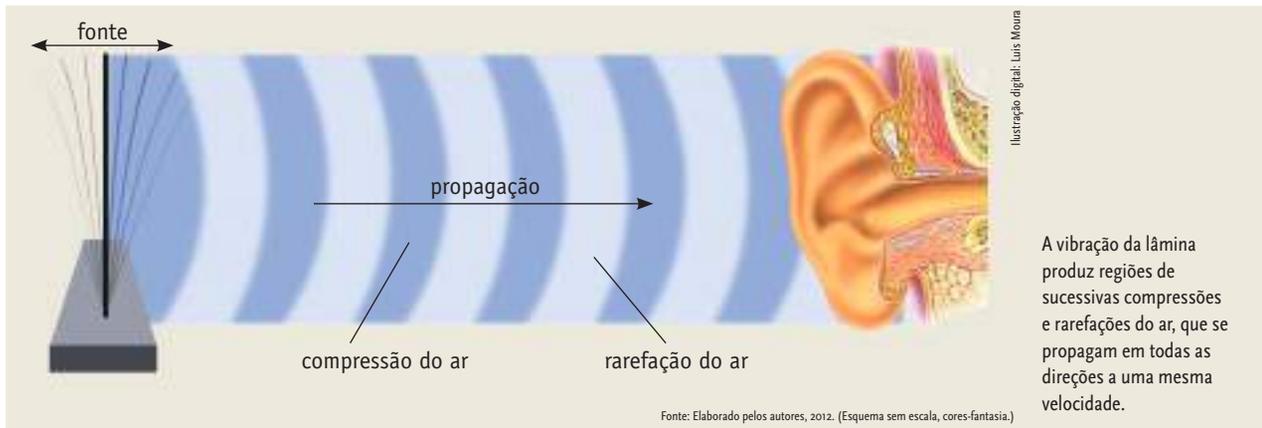
Meio	Velocidade o som (m/s)
Ar	340
Água	1 500
Vidro	4 540
Ferro	5 200

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.  
Velocidades do som em diversos meios materiais e a uma temperatura de 20 °C.



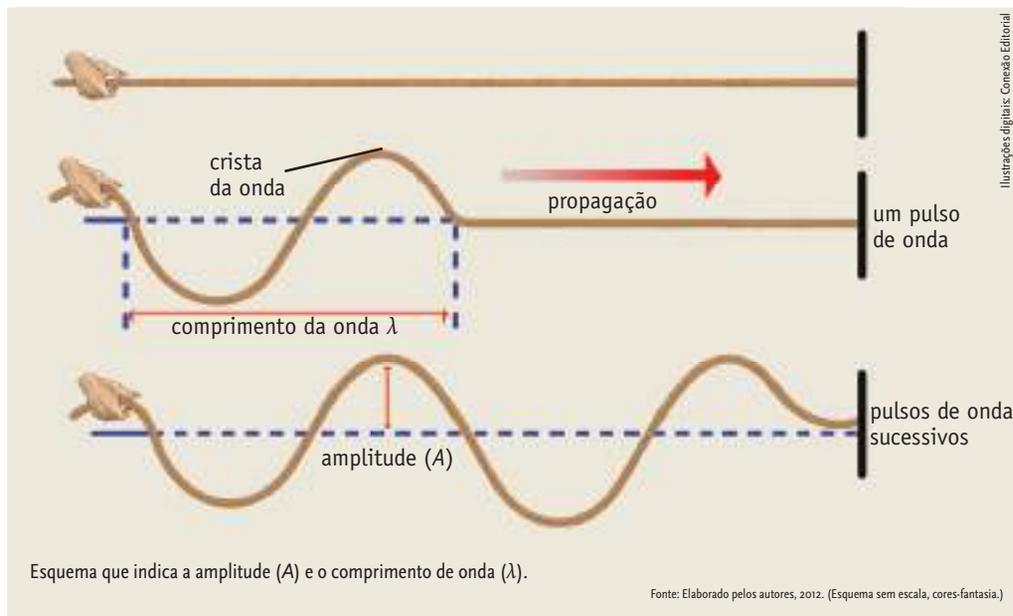
Ondas se propagando na superfície de um meio líquido.

À medida que o som se propaga no ar, ele é primeiro comprimido e depois rarefeito. Veja a seguir um esquema desse fenômeno, em que a fonte sonora é uma lâmina metálica vibrante. Podemos perceber pela figura que as ondas sonoras comprimem e rarefazem o ar na mesma direção de sua propagação. Por essa razão, são chamadas de **ondas longitudinais**



Algo diferente acontece com as ondas na água. Quando há folhas de árvore boiando em um lago calmo e produzindo ondas em sua superfície, verificamos que o movimento de oscilação das folhas é de subida e descida com o passar das ondas.

Isso significa que as ondas na água oscilam verticalmente, para cima e para baixo, enquanto se propagam horizontalmente na superfície da água, como ondas produzidas numa corda. Ondas que oscilam perpendicularmente à sua propagação são chamadas de **ondas transversais**. É o caso das ondas eletromagnéticas.



Ao produzirmos um único pulso de onda numa corda, por exemplo, estamos transmitindo-lhe certa quantidade de energia que se propaga por ela. O tamanho desse pulso produzido é chamado de **comprimento de onda** ( $\lambda$  = letra grega lâmbda), medido em metros.

Quanto maior for o movimento de vaivém da fonte, maior será a energia transferida. Ao maior deslocamento da corda a partir de sua posição original damos o nome de **amplitude da onda** ( $A$ ), que é medida em seu ponto mais alto, no local chamado crista da onda.

Quando a fonte produz pulsos de onda sucessivos, é possível caracterizar essas ondas em relação à sua **frequência de oscilação** ( $f$ ). A frequência pode ser obtida contando quantas cristas de onda passam por certo trecho da corda em um segundo.

A frequência é uma grandeza empregada em situações cíclicas, indicando o número de vezes que determinado evento acontece num certo intervalo de tempo. Por exemplo, a frequência cardíaca média de um adulto é de 60 a 70 batidas por minuto; a frequência de rotação de certo motor de automóvel é de 1 200 **rotações por minuto (rpm)**; um beija-flor bate suas asas numa frequência de 60 vezes por segundo; a frequência da corrente elétrica alternada no Brasil é de 60 ciclos por segundo etc. Quando a unidade de tempo empregada para medir a frequência é o segundo (s), a unidade de frequência é chamada de **hertz (Hz)**.

Como a velocidade da onda depende apenas do meio de propagação, então a onda se propaga com velocidade constante  $v$  num determinado meio. Se formos capazes de registrar o tempo  $t$  que uma onda leva para se deslocar por uma distância  $d$ , então sua velocidade pode ser obtida pela expressão da velocidade média  $v = \frac{d}{t}$ . Se pensarmos na distância percorrida como sendo o de apenas um comprimento de onda  $\lambda$ , então o tempo que a onda gasta para percorrer essa distância é o inverso da frequência  $f$ , que chamamos de período  $T$ :  $(T = \frac{1}{f})$ . Substituindo na expressão da velocidade temos:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{\lambda}{\frac{1}{f}} \Rightarrow v = \lambda \cdot f$$

Para um mesmo meio de propagação, quanto maior for o comprimento de uma onda, menor será sua frequência, e vice-versa. Isso pode ser expresso matematicamente pela **equação da onda**:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow \text{velocidade da onda} = \text{comprimento de onda} \cdot \text{frequência}$$

#### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Qual é a frequência da batida de asas do beija-flor, em hertz?  
.....
2. Sabendo que, depois de uma corrida, a frequência cardíaca pode chegar a 120 batidas por minuto, quanto é essa frequência em hertz?  
.....
3. Qual é a frequência de um motor de 1 200 rpm em hertz?  
.....
4. O ouvido humano é capaz de captar sons de frequência entre 20 Hz (graves) e 20 000 Hz (agudos). Sons com frequências abaixo de 20 Hz são chamados de infrassons, e sons acima de 20 000 Hz são ultrassons. A partir da equação da onda, obtenha os comprimentos de onda correspondentes aos sons mais graves e mais agudos que o ser humano pode ouvir. (Use a tabela de velocidades do som em meios diferentes.)

## A RESSONÂNCIA

Todo corpo capaz de vibrar ou oscilar tem uma frequência natural de oscilação. A **ressonância** ocorre quando a fonte oscilante tem a mesma frequência da frequência natural do corpo.

Se um bote estiver em alto-mar sob ação de ondas altas e sucessivas, é possível que ele emborque, pois essas ondas seriam capazes de fazer o bote entrar em ressonância a ponto de virá-lo.

Na internet é possível assistir a um vídeo feito em 1940, mostrando como o vento pode derrubar uma ponte. Trata-se da ponte pênsil de Tacoma Narrows, em Washington, nos EUA, que sempre balançava, porém no dia 7 de novembro de 1940, quatro meses após sua inauguração, o vento atingiu uma velocidade de aproximadamente 65 km por hora. Com isso, a ponte começou a oscilar fortemente com movimentos de torção, entrando assim em ressonância até colapsar completamente.

Quando se empurra uma criança num balanço na mesma frequência de oscilação do balanço, busca-se uma situação de ressonância em que a energia dos empurrões seja aproveitada ao máximo, aumentando a amplitude dos balanços. Aliás, é aí que está a importância da ressonância: é ela que possibilita a máxima transferência de energia possível.

### DEBATER

1. O que é necessário para fazer o bote oscilar nesse lago?
2. Com base no conceito de ressonância, como você explica a quebra de uma taça de cristal com uma nota musical intensa? E a queda de um edifício por causa de um terremoto? (Use a ideia de transferência de energia.)

## O RÁDIO

Agora estamos prontos para usar as características estudadas a fim de compreender como as tecnologias de comunicação baseadas em ondas eletromagnéticas funcionam.

Na figura ao lado, onde deveria estar o ponteiro para sintonizar a rádio FM 90,5 megahertz? Se quiséssemos sintonizar a AM 1430 quilohertz, o que deveríamos fazer?

Quando desejamos sintonizar certa emissora, fica bem mais fácil saber sua frequência de transmissão. O número que vemos no mostrador do rádio indica a frequência da onda eletromagnética transmitida pela emissora, pela qual ela é identificada.

Quando sintonizamos nosso aparelho de rádio na frequência 90,5 megahertz (MHz),



O rádio é ainda hoje um dos meios mais populares de comunicação e, no interior do país, não raras vezes, o único.

nós o ajustamos para captar as ondas da estação emissora de FM (frequência modulada), que oscilam 90 500 000 vezes em um único segundo ( $1 \text{ MHz} = 1\,000\,000 \text{ Hz} = 10^6 \text{ Hz}$ ). Quando mudamos o botão de banda de frequência para AM (amplitude modulada), estamos ajustando nosso aparelho para captar ondas na faixa de frequência de quilohertz ( $1 \text{ kHz} = 1\,000 \text{ Hz} = 10^3 \text{ Hz}$ ).

A **modulação** é o processo de codificação da informação a ser transmitida, que pode ser feito pela frequência (FM) ou pela amplitude (AM) da onda, dependendo da emissora.

Nesse exato instante, o espaço ao seu redor está inundado de ondas eletromagnéticas de diversas frequências provenientes de diversas emissoras de rádio. Entretanto, cada emissora só pode transmitir sua programação numa única frequência, determinada pelo órgão regulador do Governo Federal.

O uso das frequências de ondas eletromagnéticas para comunicação, como o rádio e a televisão, só pode se dar mediante concessão governamental, ou seja, as empresas não são donas dessas frequências, elas apenas as usam enquanto durar o contrato de concessão.

#### PARA REFLETIR II

1. Você seria capaz de imaginar o que aconteceria se qualquer emissora pudesse transmitir informações em qualquer frequência e modificá-la quando bem desejasse? Você vê alguma vantagem nisso?
2. Você conseguiria explicar, utilizando o conceito de frequência, o que seria uma “rádio pirata”? A partir do que estudamos sobre ondas, como você explica o qualificativo “pirata” atribuído a essas emissoras de rádio?

Quando duas ou mais emissoras difundem suas ondas numa mesma frequência, os aparelhos receptores de rádio sintonizados nessa frequência captam ambas as ondas, e o que se ouve é a sobreposição das programações, ficando impossível compreender o que cada uma está transmitindo. Quando isso ocorre, dizemos que houve uma **interferência de ondas** naquela frequência.

## A SINTONIA: RESSONÂNCIA DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Apesar de estarmos imersos num oceano de ondas eletromagnéticas, como é possível que nosso aparelho de rádio e nossa televisão captem apenas os sinais de uma emissora de cada vez?

O segredo está no botão de sintonia. Ele ajusta o circuito interno do rádio para entrar em ressonância com as ondas provenientes de certa estação transmissora. Sintonizar uma estação, portanto, é selecionar uma onda que entrará em ressonância com o circuito do aparelho receptor. As demais ondas são ignoradas.

A antena, então, capta essas ondas, e a energia contida nelas é transferida para o rádio por ressonância elétrica. A pilha ou a tomada são necessárias apenas para amplificar o sinal captado, injetando mais energia para ser enviada aos alto-falantes.

Podemos resumir a produção, a transmissão e a captação dessas ondas da seguinte forma: nos estúdios, a luz e o som são captados por câmaras e microfones, sendo convertidos em correntes elétricas que, nos aparelhos da emissora, modulam (codificam) as ondas eletromagnéticas em uma frequência característica. Essas ondas, transmitidas em todas as direções, são captadas pelas antenas dos aparelhos receptores de rádio

ou de televisão sintonizados, que, pela ressonância elétrica, as convertem em correntes elétricas novamente. Ao percorrerem os circuitos internos dos receptores, essas correntes elétricas são decodificadas e produzem os sons e as imagens transmitidos pela emissora. Tudo isso ocorrendo muito rapidamente, a uma **velocidade de 300 000 km/s** (velocidade da luz).

As ondas eletromagnéticas não necessitam de meio material para se propagar (diferentemente das ondas mecânicas, como o som, que necessita do ar, e das ondas na água). Elas podem viajar no vácuo, o que possibilita, por exemplo, a tecnologia dos telefones celulares, com satélites em órbita (que é feita em volta da Terra), a comunicação com naves espaciais e sondas enviadas a outros planetas, ou mesmo a energia do Sol que chega até nós.



### PARA REFLETIR III

1. Com base no texto deste capítulo, você seria capaz de formular uma explicação para o fato de quando acionamos um botão do controle remoto da televisão isso não afeta o DVD ou outro aparelho próximo?
2. Sabendo que o forno de micro-ondas somente aquece alimentos que possuem moléculas de água, como você explicaria esse fenômeno usando o conceito de ressonância?

## DIFERENTES FREQUÊNCIAS PARA DIFERENTES FINALIDADES DE COMUNICAÇÃO

As ondas eletromagnéticas são classificadas de acordo com suas frequências, pois, para cada faixa de frequência, há uma forma diferente de interação entre elas e a matéria. Logo, os dispositivos construídos têm de ser projetados para transmitir e captar ondas eletromagnéticas nas faixas de frequência em que irão operar, para que sejam eficientes e para que não haja interferências.

As frequências de ondas eletromagnéticas empregadas nas telecomunicações vão de  $10^4$  a  $10^{13}$  Hz, e são comumente chamadas de **ondas de rádio** ou **hertzianas**, em homenagem ao físico alemão Heinrich Hertz, que comprovou a existência dessas ondas em 1887.

O rádio só teve seu florescimento em 1895, com o químico italiano Guglielmo Marconi, que construiu o primeiro sistema de rádio e que, em 1901, estabeleceu a primeira comunicação de um lado a outro do oceano Atlântico, consagrando sua invenção até os dias de hoje.

### APLICAR CONHECIMENTOS II

- Enem (2010) Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à

- a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- b) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
- d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- e) semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.

Como vimos, as ondas eletromagnéticas possuem energia capaz de realizar algum trabalho, alguma ação. Para cada aplicação tecnológica, emprega-se um tipo de onda numa faixa de frequência apropriada. É esse o raciocínio usado nas telecomunicações. Cada faixa de frequência interage com certo tipo de material, mas não interage com outro, como poderemos perceber na atividade a seguir.

## EXPERIMENTAR II

### ANALISANDO FAIXAS DE FREQUÊNCIA

#### Materiais necessários:

- 1 rádio de pilha;
- papel-alumínio;
- 1 caixa de sapato;
- fita adesiva;
- 1 caixa de leite ou suco longa vida;
- 1 panela de metal (opcional).

#### Procedimentos:

1. Sintonize o rádio numa emissora no volume máximo.
2. Coloque-o em seguida dentro da caixa de sapato e tampe-a. Você escuta o rádio?
3. Abra a caixa de leite ou suco o suficiente para introduzir o rádio, fechando-a depois completamente (se necessário, use fita adesiva). Certifique-se de que essa embalagem é revestida internamente por alumínio. Você ainda escuta o rádio?
4. Revista agora o rádio inteiro com papel-alumínio, inclusive a antena, e observe: você ouve o rádio?
5. Agora, se possível, coloque-o dentro de uma panela de metal com tampa igualmente metálica. O que acontece, você o ouve? Você pode tentar executar essa mesma experiência com seu telefone celular no lugar do rádio e pedir que um colega ligue para seu número nas várias situações.

Agora responda.

1. Como você explica suas observações?
2. Relacione essa experiência com as situações em que perdemos o sinal de rádio do carro ao atravessar túneis ou viadutos. Tente também explicar por que a luz visível atravessa o vidro, mas não atravessa um muro, ainda que tenham a mesma espessura.
3. Operadores de raios X, dentistas e veterinários, ao tirar uma radiografia, devem usar uma proteção de chumbo no corpo, para não correr risco de desenvolver câncer. Como você explica o efeito dessa proteção contra os raios X com base nessa experiência?

**H**á algumas décadas, era bastante comum lavar as roupas, principalmente as brancas, com anil e colocá-las para tomar sol sobre um gramado ou uma área limpa.

A essa prática dava-se o nome de “quarar a roupa”. Hoje, quase ninguém mais faz isso.

Neste capítulo, queremos discutir as práticas e as tecnologias que se transformaram ao longo do tempo e que, direta ou indiretamente, interferiram e continuam a interferir em nosso meio ambiente.

Muitas transformações nos produtos são resultados da necessidade de uma sociedade em evolução, mais tecnológica e mais prática, que busca melhorar a qualidade de vida das pessoas. A tecnologia nos traz hoje muito conforto pessoal. Mas será que a sociedade está preparada para arcar com as consequências desses “avanços”?

Quanto mais produtos aparecem, mais materiais e substâncias são utilizados, mais resíduos são lançados no ambiente, mais embalagens precisam ser produzidas e mais são jogadas no lixo.

Esse é o tema central que iniciará os trabalhos deste capítulo, para que tenhamos condições de avaliar criticamente os efeitos causados por esses produtos ao ambiente.



**Anúncio de produto comercializado algum tempo atrás.**

Muitos desses produtos desapareceram ou mudaram de nome e embalagem. Você se lembra de alguns deles? Se não se lembrar, pergunte a uma pessoa mais velha. Pode ser que ela se lembre. Repare no anúncio e veja como a mulher foi representada. Você consideraria aceitável um anúncio como esse nos dias de hoje? Discuta com seus colegas.

### DEBATER I

Não podemos ter uma visão maniqueísta a respeito da utilização dos recursos naturais e da conservação do ambiente; ou seja, não podemos simplesmente afirmar que a tecnologia é prejudicial ou benéfica a ele. Às vezes, esquecemos que nós também sofremos as consequências dessa evolução tecnológica, frequentemente em nome do nosso conforto ou bem-estar pessoal.

Pode ser diferente? Podemos viver em uma sociedade consumista e não sermos consumistas? Claro que sim! É tudo uma questão de opção.

Qual é a sua opinião? E a de seus colegas? Nesse debate, o que está em jogo? Converse com a turma e registre suas conclusões.

## PARA REFLETIR I

Ao longo do tempo, alguns produtos tiveram suas embalagens modificadas. Surgiram as embalagens PET (refrigerantes), bandejas de isopor (frios e carnes), embalagens longa vida (leite), por exemplo. São inúmeras as justificativas para que as indústrias fizessem essas alterações.

1. Quais são as vantagens dessas modificações para o produtor e para o consumidor?
2. Para o ambiente, essas alterações foram vantajosas ou desvantajosas? Justifique sua resposta.
3. Analise a seguinte frase: “O conforto pessoal é o grande inimigo do meio ambiente”. Elabore alguns argumentos que apoiem e/ou neguem essa afirmação. Registre-os e depois compare com os de seus colegas.

Reúna-se em grupo de três ou quatro colegas e respondam às seguintes questões:

4. Houve concordância em alguns pontos de vista? Quais?
5. E quais são as discordâncias? Por quê?



Garrafas PET jogadas no rio Tietê, em São Paulo (SP), 2007.

## NOSSA CASA, NOSSO LIXO

Nossa casa é um polo gerador de lixo e muitas vezes não conseguimos evitar sua produção. Entretanto, em algumas situações, podemos minimizar o problema que causamos ao ambiente. Segundo dados fornecidos pelo relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2010, o Brasil produziu aproximadamente 61 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que representa uma média de 378,4 kg por habitante.

Desse total, aproximadamente 55 milhões de toneladas foram coletadas. Se fizermos a conta, concluiremos que cerca de 6 milhões de toneladas do lixo produzido em 2010 não foram coletadas. Esses dados são preocupantes, pois o lixo que não é coletado gera uma série de problemas para a saúde das pessoas e para o ambiente.

Um consumidor médio descarta, em um ano, 90 latas de bebida, 107 garrafas ou frascos, 45 quilos de plásticos, 70 latas de alimento, duas árvores gastas como papel e dez vezes o próprio peso em lixo doméstico. É muita coisa para ser recebida pelo ambiente!

Qual é o peso aproximado do seu lixo doméstico em um dia? Compare com os números do texto. Verifique, caso haja diferença, os motivos que a geraram.

Outro problema, agora econômico, é o preço da embalagem no custo final do produto vendido ao consumidor. Segundo reportagem de *Veja* (de 26 jan. 2005), a embalagem representa em alguns produtos:

- 85% do preço da água mineral engarrafada;
- 70% do preço da ervilha ou do milho em conserva;
- 60% do preço do xampu;
- 50% do preço do óleo de soja;
- 30% do preço do leite longa vida;
- 25% do preço dos alimentos congelados;
- 20% do preço da cerveja;
- 15% do preço dos brinquedos.

E o pior é que esse custo adicional não é gerado apenas pela necessidade de proteção adequada dos produtos, mas também pela beleza da embalagem e pela valorização da imagem de qualidade dos produtos, para causar impacto no ponto de venda e despertar no consumidor a disposição de pagar mais pelos produtos.

Se as consumidoras (as donas de casa, responsáveis por 80% do consumo no país) fossem efetivamente informadas sobre as reais condições de produção e marketing de sedução para o consumo, poderiam continuar comprando, talvez os mesmos produtos, só que de forma mais consciente, responsável e sustentável.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Abrelpe, 173 583 mil toneladas de lixo são recolhidas por dia no país. Cada brasileiro produz, em média, 1,079 kg de lixo doméstico diariamente. Uma pesquisa publicada em 28 de setembro de 2011 no *site* do jornal *O Estado de S.Paulo* revela que 61% dos municípios brasileiros ainda não utilizam unidades adequadas para depositar o lixo coletado.

Nessas regiões, os resíduos sólidos domésticos são encaminhados para lixões ou aterros controlados. Nenhum desses lugares é capaz de assegurar a proteção do ambiente, e os moradores desses municípios acabam expostos a todo tipo de contaminação.

Dos resíduos que vão parar no lixo, 35% poderiam ser reutilizados ou reciclados, como vidro, alumínio e plástico, e outros 35%, transformados em adubo orgânico.

Para ajudar a resolver o problema do lixo, é preciso usar o princípio dos **3 Rs** (Redução, Reutilização e Reciclagem).

Esse convívio tão próximo (e nada saudável), além de comprometer a saúde física de todos os moradores da região, afeta também seu convívio social e a relação que possuem com o local de moradia.

A situação em lixões é muito complicada. É comum identificarmos o consumo desenfreado como um dos principais inimigos do ambiente. No entanto, em regiões de baixa renda, esse não é o fator determinante. A população, com poder aquisitivo muito baixo, não excede no consumo, mas tem seu lixo acumulado pela falta de coleta pública e de conscientização de que o lixo é bastante prejudicial à saúde.



Marcello Casal Jr/ABR

Lixão da Vila Estrutural, Brasília (DF), 2008.

### Os 3 Rs

**Redução:** diminuir a quantidade de lixo produzido; desperdiçar menos e consumir só o necessário, sem exageros.

**Reutilização:** dar nova utilidade a materiais que, na maioria das vezes, são considerados inúteis e jogados no lixo.

**Reciclagem:** dar “nova vida” a materiais com a reutilização de sua matéria-prima para fabricar novos produtos.

### DEBATER II

A reciclagem é uma das práticas que poderia ser desenvolvida pela população, mas não é a única nem a mais importante. Leia o box acima e discuta com seus colegas que atitudes poderão ser tomadas, no âmbito escolar, para melhorar a situação do lixo em sua comunidade.

## NEM TUDO DEVE IR PARA O LIXO: APROVEITANDO OS ALIMENTOS

A reciclagem do papel é uma forma de reduzir e reutilizar um produto da atividade humana, mas não é a única forma de você contribuir para a preservação do ambiente. Vários alimentos podem ser mais bem aproveitados se você souber preparar comidas utilizando várias partes de frutas e vegetais, que normalmente são jogadas no lixo. Eis algumas dicas de aproveitamento.

**Talos de agrião e folhas de beterraba, brócolis, couve-flor e cenoura:** são partes de vegetais que normalmente são jogadas fora, mas que podem ser utilizadas para fazer bolinhos, refogados com carne moída, sopas, molhos, pães etc.

**Cascas de goiaba, maçã, abacaxi, banana, melancia e a parte branca da casca de maracujá:** podem ser usadas na fabricação de pudins, geleias, sucos e doces.

**Pó de folha de mandioca:** essa folha é rica em vitaminas e ferro. Pique-as, seque-as na sombra e depois bata-as no liquidificador. Utilize uma pitada desse pó no preparo de feijão, arroz, sopas, mingaus, pães etc.

**Pó de casca de ovo:** é riquíssimo em cálcio, nutriente importante para o crescimento e prevenção da osteoporose, também fundamental na gravidez e amamentação. Separe a casca, ferva-a por cinco minutos e seque-a ao sol. Bata-a no liquidificador e depois passe-a por um pano fino. Deve ficar como pó. Utilize uma colherinha nos refogados, sopas, arroz, feijão, molhos etc.

## RECICLAGEM NATURAL

O ambiente por si recicla os materiais. A ação humana facilita a transformação dessas coisas. Os processos de transformação na natureza ocorrem há bilhões de anos, desde que o nosso planeta existe, e são responsáveis por manter os materiais presentes no ambiente transformando-se, naturalmente, em uma série de fenômenos chamados ciclos biogeoquímicos.

O planeta Terra existe há aproximadamente cinco bilhões de anos e, ao longo desse tempo, sofreu uma série de transformações em suas substâncias primitivas, como a composição da atmosfera.

Sabemos que a atmosfera primitiva era composta de uma mistura de gases – metano, amônia, **vapor de água** e hidrogênio – completamente diferente da atual, e que havia, nessa época, chuvas torrenciais, tempestades com muitos relâmpagos e trovões, causadas por uma constante evaporação (fonte de vapor de água na atmosfera) e precipitação, em virtude do grande aquecimento da superfície da Terra.

Apesar de a Terra apresentar montanhas e depressões, ainda não era possível a formação dos mares. A água não parava na superfície, pois estava sofrendo constante aquecimento e resfriamento e, portanto, precipitava-se e evaporava constantemente. Após o resfriamento da Terra, a água ocupou as regiões mais baixas de sua superfície e formaram-se os lagos, os mares e os oceanos.

### PARA REFLETIR II

Com base nesse texto, é possível afirmar que a água utilizada pelos primeiros seres vivos é a mesma que utilizamos até hoje? Ou seja, a água que bebemos hoje é tão velha quanto a própria Terra? Por quê?

## OS CICLOS NATURAIS

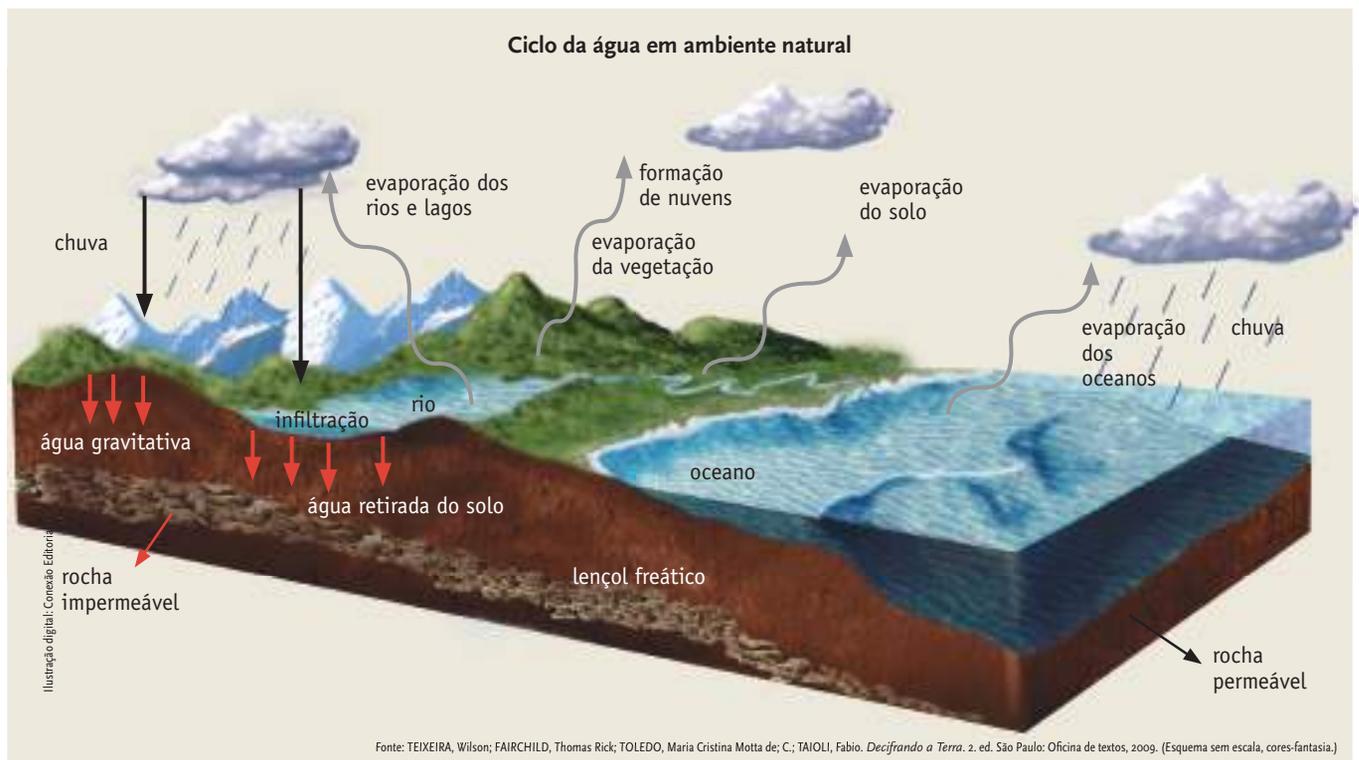
O que acontece com a água também acontece com o gás oxigênio, o gás carbônico e os minerais. Portanto, essas substâncias circulam ou descrevem ciclos na natureza. Passam do ambiente para os seres vivos, que as utilizam em diversos processos no organismo e as devolvem ao ambiente.

Vamos analisar três ciclos: o da água, o do carbono e o dos minerais.

Para introduzirmos esse estudo, converse com seus colegas sobre algumas questões:

- Você é capaz de dizer o caminho da água depois de deixar seu corpo na forma de urina?
- O material de um animal morto, depois que apodrece, vai para onde?
- As rochas que encontramos nas estradas e nos rios vieram de onde? As rochas se transformam ou são sempre iguais?

### O CICLO DA ÁGUA



A água do planeta Terra se distribui por quatro reservatórios principais – os oceanos, os continentes, a atmosfera e os seres vivos –, entre os quais existe uma constante circulação. O movimento da água nesse ciclo é mantido pela energia do Sol e pela ação da força da gravidade.

Define-se o ciclo da água como uma sequência de fenômenos pelos quais a água passa do estado líquido para a atmosfera, na fase de vapor, condensa-se e retorna nas fases líquida e sólida. Essa mudança de estados físicos acontece por processos como a evaporação direta ou por transpiração das plantas e dos animais.

O vapor de água é transportado pelo ar, podendo condensar-se (passa do estado gasoso para o líquido) e formar as nuvens. A precipitação ocorre na fase líquida (chuva) ou na fase sólida (neve ou granizo), dependendo das condições climáticas da região. A condensação pode ocorrer também na forma de orvalho, que, dependendo da temperatura ambiente, pode congelar, formando as geadas.

A água das chuvas tem vários destinos. Uma parte é devolvida diretamente à atmosfera com a evaporação; outra escoza pela superfície, contribuindo para a formação de rios, córregos e lagos; e a parte restante infiltra-se, isto é, penetra no solo, tornando-o úmido, ou escorre mais profundamente, formando os lençóis freáticos, que dão origem aos poços artesianos, ou pode se acumular em determinadas regiões, formando os aquíferos. Um exemplo é o aquífero Guarani, um dos maiores mananciais de água doce subterrâneo do planeta. Está localizado no subsolo da Argentina, do Brasil, do Paraguai e do Uruguai.

### PARA REFLETIR III

Analisando o esquema da página anterior, que mostra o ciclo da água no ambiente, verificamos que parte do retorno da água para a atmosfera provém da evaporação e da transpiração da cobertura vegetal, e outra parte é originada da evaporação de rios, lagos e oceanos. Quais atividades humanas, intencionais ou acidentais, podem ser responsáveis por alterar esse retorno e, com isso, modificar o ciclo da água em determinada região? Procure seus argumentos em revistas, jornais e noticiários locais. São muito comuns as notícias sobre esse tipo de interferência.

### ○ CICLO DO CARBONO

O carbono é um elemento fundamental para a constituição das principais moléculas dos seres vivos.

O carbono utilizado primariamente pelos seres vivos está presente no ambiente, combinado ao oxigênio para formar as moléculas de gás carbônico ou dióxido de carbono, presentes na atmosfera ou dissolvidas nas águas dos mares, rios e lagos.

O carbono passa a fazer parte do ser vivo pelo processo da fotossíntese. Os seres fotossintetizadores absorvem o gás carbônico atmosférico, transformando-o, com a água, em moléculas de glicose.

Os passos mais importantes do ciclo do carbono são:

1. O dióxido de carbono na atmosfera é absorvido pelas plantas e convertido em glicose, pelo processo de fotossíntese.
2. Os animais comem as plantas e, ao decompor os açúcares, liberam carbono na atmosfera, nos oceanos e no solo.
3. Outros organismos se decompõem, como as plantas e os animais, devolvendo carbono ao ambiente.

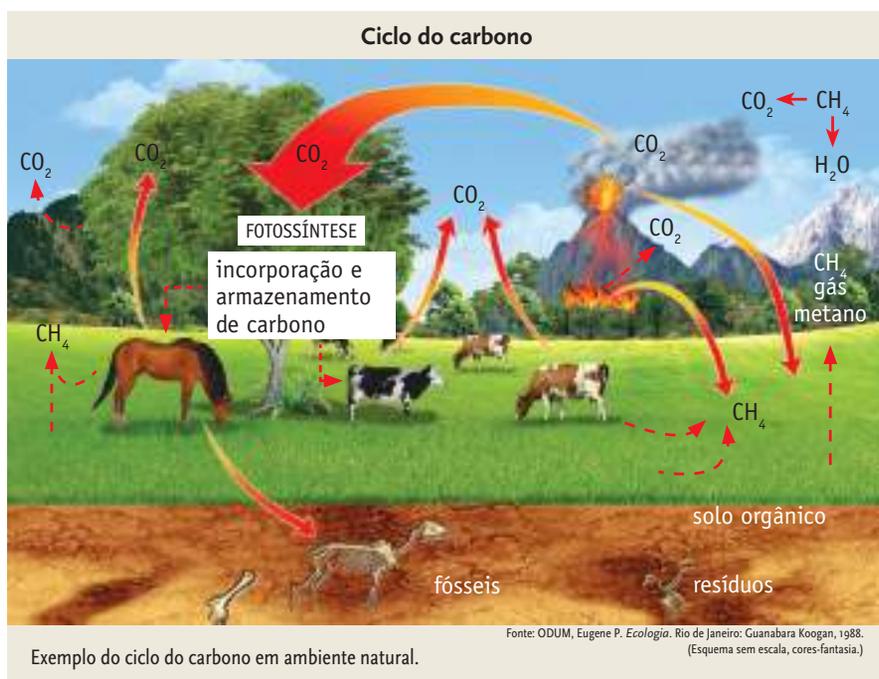


Ilustração digital: Luis Moura

4. O carbono também é trocado entre os oceanos e a atmosfera. Isso acontece em ambos os sentidos na interação entre o ar e a água.
5. As fezes dos animais, por decomposição, liberam gás metano ( $\text{CH}_4$ ) na atmosfera.
6. A combustão de matéria viva gera grande quantidade de gás carbônico.
7. A respiração dos seres vivos libera grande quantidade de gás carbônico.

Previsões dos ambientalistas apontam que, caso não houvesse a reposição do carbono na atmosfera, e a taxa de fotossíntese fosse mantida como a que existe atualmente, o suprimento de gás carbônico acabaria em menos de vinte anos.

O carbono é absorvido pelas plantas, consideradas os produtores na cadeia alimentar. Uma vez incorporado às moléculas orgânicas dos produtores, o carbono poderá seguir dois caminhos: ou será liberado novamente para a atmosfera na forma de  $\text{CO}_2$ , como resultado da quebra de alimentos na respiração celular, ou será transferido na forma de alimentos aos animais herbívoros quando eles comerem os produtores.

Se os vegetais ou partes dos vegetais (folhas, por exemplo) morrerem, uma parte do carbono será transferida para os decompositores, que o liberarão novamente para a atmosfera.

Os animais, por meio da respiração, liberam para a atmosfera uma parte do carbono assimilado, na forma de  $\text{CO}_2$ . Parte do carbono contido nos herbívoros será transferida para os níveis tróficos (níveis alimentares) seguintes, e outra parte caberá aos decompositores, e assim sucessivamente, até que todo o carbono fixado pela fotossíntese retorne novamente à atmosfera na forma de  $\text{CO}_2$ .

### Cadeia alimentar

A cadeia alimentar é um esquema que representa as relações alimentares de seres vivos. Ou seja, representa uma sequência de transferências de matéria e energia de um organismo para outro na forma de alimento.

#### Componentes de uma cadeia alimentar

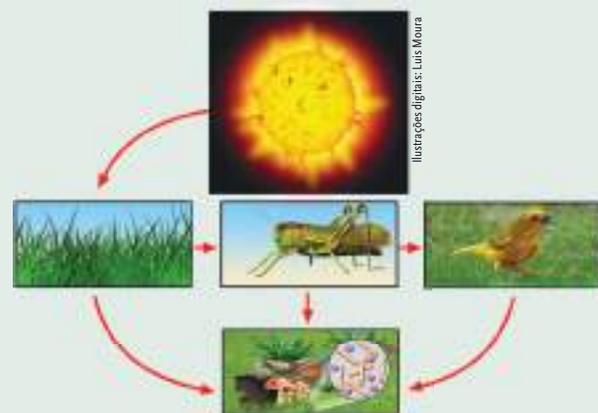
Uma cadeia alimentar tem elementos básicos como:

**Produtores** – São sempre seres autótrofos, que produzem o próprio alimento, e esse alimento será usado na cadeia; são obrigatoriamente a base de qualquer cadeia alimentar. A energia transformada a partir da luz solar e do gás carbônico (fotossíntese) será repassada a todos os outros componentes restantes da cadeia ecológica. Os principais produtores conhecidos são as plantas e as algas microscópicas (fitoplâncton).

**Consumidores** – São os organismos que necessitam se alimentar de outros organismos para obter energia, uma vez que são incapazes de produzir o próprio alimento. Alimentam-se dos seres autótrofos e de outros heterótrofos, podendo ser consumidores primários, quando se alimentam de seres autótrofos; consumidores secundários; consumidores terciários; e assim por diante quando se alimentam de outros consumidores. Como exemplo, os herbívoros e os carnívoros. É bom lembrar que nem toda energia obtida pela alimentação será integralmente usada, pois parte dessa energia não será absorvida, e outra parte será perdida na forma de calor para fora do corpo do ser vivo, e depois para o planeta. Assim, grande parcela da energia se dispersará ao longo de uma cadeia alimentar, diminuindo sempre a cada nível.

**Decompositores** – São seres vivos que atuam na transformação da matéria orgânica em matéria inorgânica (sais minerais), reduzindo compostos complexos em moléculas simples, fazendo com que estes compostos retornem ao solo para ser utilizados novamente por outro produtor, gerando uma nova cadeia alimentar. Os decompositores mais importantes são as bactérias e os fungos.

Exemplo de cadeia alimentar:



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## APLICAR CONHECIMENTOS I

- Analisando o texto e o esquema de uma cadeia alimentar, notamos que algumas informações não estão incorporadas à figura. Que informações são essas? Complete a figura com as informações adicionais.

---

---

## EMIÇÃO DE CARBONO NA ATMOSFERA

O gás carbônico existente na atmosfera é originado essencialmente pelo processo da respiração (79%). Pode ainda ser produzido pela combustão de materiais orgânicos combustíveis (gasolina, querosene, óleo *diesel*, álcool, óleos vegetais). Os vulcões também interferem na taxa de  $\text{CO}_2$  na atmosfera. Os solos ricos em matéria orgânica em decomposição (pântanos e alagados, como a região do pantanal mato-grossense) apresentam grande concentração de  $\text{CO}_2$ .

O gás carbônico presente na atmosfera é importante componente do efeito estufa, um fenômeno atmosférico natural, que ocorre porque gases como o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), o vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), o ozônio ( $\text{O}_3$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) são transparentes e deixam passar a luz solar em direção à superfície da Terra. Esses gases, porém, são praticamente impermeáveis ao calor emitido pela superfície terrestre aquecida.

Esse fenômeno faz que a atmosfera permaneça aquecida após o pôr do sol, resfriando-se lentamente durante a noite. Em função dessa propriedade física, a temperatura média global do ar próximo à superfície é de  $15^\circ\text{C}$ . Na sua ausência, seria de  $18^\circ\text{C}$  abaixo de zero. Portanto, o efeito estufa é benéfico à vida no planeta Terra.

Desse modo, a questão preocupante é a intensificação do efeito estufa em relação aos níveis atuais. Quanto maior a concentração de gases estufa na atmosfera, maior será a capacidade de aprisionar a radiação terrestre (calor) e maior será a temperatura da Terra. O principal gás estufa é o vapor de água, porém, sua concentração é muito variável no tempo e no espaço.

A emissão de  $\text{CO}_2$ , segundo gás em importância, tem causado polêmica por causa da sua quantidade e das fontes de emissão. Isso ocorre em virtude do aumento de sua concentração na atmosfera (cerca de 0,5% ao ano) e do seu tempo de vida, que é de até duzentos anos.

A necessidade de estabelecimento de protocolos de controle de emissões de gases estufa é incontestável (Protocolo de Kyoto, por exemplo), pois, se as emissões desses gases continuarem acontecendo da forma que estão atualmente, as alterações climáticas na Terra – o aquecimento global – gerarão efeitos devastadores nos ambientes naturais e urbanos.

## DEBATER III

Reúna-se em grupo e identifique atividades humanas que possam contribuir para o aumento da emissão de gases estufa. Proponha uma série de ações passíveis de serem realizadas e que sejam eficientes na redução da emissão desses gases. No fim desse trabalho, escreva suas conclusões em cartazes, espalhe-os na escola e proponham maior engajamento dos alunos em resolver esse problema ambiental que é de todos nós.

## CICLO DOS NUTRIENTES MINERAIS

Dos elementos químicos conhecidos, sabe-se que cerca de 35% deles são necessários à vida. Eles são classificados de acordo com as quantidades utilizadas pelos seres vivos em micro, meso e macronutrientes. Essas substâncias (nutrientes minerais) estão presentes nos seres vivos e também em rochas, no solo ou dissolvidas na água, seja continental (água doce) ou oceânica (água salgada).

Graças ao intemperismo (ação dos ventos, marés, ondas, temperatura, erosão), podem ser transferidas para os seres vivos, tanto dissolvidas na água como na forma de gases na atmosfera, e ainda em sedimentos de rios e lagos. Os nutrientes minerais são, a seguir, absorvidos pelas plantas, e dessa maneira entram na cadeia alimentar, passando sucessivamente pelos herbívoros, carnívoros etc. Eles são, em algum momento, liberados de volta ao meio abiótico (meio físico, não vivo) pela excreção (urina, por exemplo), ou então após a morte da planta ou do animal pela decomposição, etapa em que é muito importante a ação de microrganismos, ou seja, bactérias e/ou fungos.

Com exceção do oxigênio, do carbono e do hidrogênio, que também estão na atmosfera, todos os demais elementos são encontrados na crosta terrestre (litosfera) ou dissolvidos na água (hidrosfera). Como todos seguem ciclos semelhantes, vamos considerar o cálcio como exemplo.

Os sais de cálcio são usados por animais para a formação de esqueletos, como ossos de peixes, conchas de moluscos, carapaças de protozoários e envoltório de corais. Esses se acumulam no fundo dos mares, lagos e rios. Depois de milhões de anos, podem vir a se constituir rochas calcárias continentais, se ocorrer uma elevação do terreno. Seus compostos de cálcio, quando novamente dissolvidos pelas águas das chuvas, voltam para os oceanos. O cálcio, quando está em solução, pode ser incorporado pelas raízes e vir a fazer parte de vegetais, mais tarde de consumidores, e, por fim, retornar ao solo pela ação dos decompositores.

### APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Enceja (2002) A queima de combustíveis em usinas termelétricas produz gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), um dos agentes do efeito estufa. A tabela mostra a relação de emissão de  $\text{CO}_2$  gerado na queima de alguns combustíveis para produzir uma mesma quantidade de energia.

A substituição do carvão mineral pelo gás natural nas usinas termelétricas reduziria a taxa de emissão de  $\text{CO}_2$  em:

- a) 1%      b) 10%      c) 50%      d) 100%

2. Enceja (2006) Os dados da tabela ao lado, publicados no Inventário das Emissões de Gases do Efeito Estufa na Cidade do Rio de Janeiro em 2000, mostram fatores de emissão em toneladas de  $\text{CO}_2$  por GWh de energia na queima de diversos combustíveis na Usina Termelétrica de Santa Cruz.

Com base nesses dados, é correto afirmar que a substituição do óleo combustível por gás natural para fazer funcionar as turbinas da Usina de Santa Cruz:

- a) reduz a quantidade de energia gerada.  
b) reduz a emissão de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera.  
c) independe da quantidade de  $\text{CO}_2$  produzida.  
d) reduz pela metade o consumo de combustível.

Combustível	$\text{CO}_2$ gerado*
Carvão mineral	2
Lenha	10
Gás natural	1

\*Quantidades relativas, considerando-se o valor unitário para o gás natural.

Combustível	t · $\text{CO}_2$ /GWh
Gás natural	448,8
Óleo diesel	888,8
Óleo combustível	737,7

Disponível em: <[www.centroclima.org.br/inventario.pdf](http://www.centroclima.org.br/inventario.pdf)> (com adaptações).

1A (1)		Número atômico — 1,00794 — Massa atômica										8A (18)			
1	<b>H</b>	<b>H</b>										2	<b>He</b>		
Hidrogênio		Hidrogênio										Hélio			
3	<b>Li</b>	<b>Li</b>										4	<b>Be</b>		
Lítio		Lítio										Berílio			
11	<b>Na</b>	<b>Na</b>										12	<b>Mg</b>		
Sódio		Sódio										Magnésio			
19	<b>K</b>	<b>K</b>										20	<b>Ca</b>		
Potássio		Potássio										Cálcio			
37	<b>Rb</b>	<b>Rb</b>										38	<b>Sr</b>		
Rubídio		Rubídio										Estrôncio			
55	<b>Cs</b>	<b>Cs</b>										56	<b>Ba</b>		
Césio		Césio										Bário			
87	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>										88	<b>Ra</b>		
Frâncio		Frâncio										Rádio			
Elementos de transição															
21	<b>Sc</b>	<b>Sc</b>										22	<b>Ti</b>	4B (4)	
Escândio		Escândio										Titânio		4B (4)	
39	<b>Y</b>	<b>Y</b>										40	<b>Zr</b>	5B (5)	
Ítrio		Ítrio										Zircônio		5B (5)	
57 - 71	* Série dos Lantanídeos										72	<b>Hf</b>	6B (6)		
* Série dos Lantanídeos											Háfnio		6B (6)		
89 - 103	** Série dos Actínídeos										104	<b>Rf</b>	7B (7)		
** Série dos Actínídeos											Rutherfordio		7B (7)		
23	<b>V</b>	<b>V</b>										24	<b>Cr</b>	8B (8)	
Vanádio		Vanádio										Cromo		8B (8)	
41	<b>Nb</b>	<b>Nb</b>										42	<b>Mo</b>	9B (9)	
Níbio		Níbio										Molibdênio		9B (9)	
73	<b>Ta</b>	<b>Ta</b>										74	<b>W</b>	10B (10)	
Tântalo		Tântalo										Tungstênio		10B (10)	
75	<b>Re</b>	<b>Re</b>										76	<b>Os</b>	11B (11)	
Rênio		Rênio										Ósmio		11B (11)	
89 - 103	** Série dos Actínídeos										104	<b>Rf</b>	12B (12)		
** Série dos Actínídeos											Rutherfordio		12B (12)		
25	<b>Mn</b>	<b>Mn</b>										26	<b>Fe</b>	1B (1)	
Manganês		Manganês										Ferro		1B (1)	
43	<b>Tc</b>	<b>Tc</b>										44	<b>Ru</b>	2B (2)	
Tecnécio		Tecnécio										Rutênio		2B (2)	
75	<b>Re</b>	<b>Re</b>										76	<b>Os</b>	3B (3)	
Rênio		Rênio										Ósmio		3B (3)	
27	<b>Co</b>	<b>Co</b>										28	<b>Ni</b>	4B (4)	
Cobalto		Cobalto										Níquel		4B (4)	
45	<b>Rh</b>	<b>Rh</b>										46	<b>Pd</b>	5B (5)	
Ródio		Ródio										Paládio		5B (5)	
77	<b>Ir</b>	<b>Ir</b>										78	<b>Pt</b>	6B (6)	
Iridio		Iridio										Platina		6B (6)	
89 - 103	** Série dos Actínídeos										104	<b>Rf</b>	7B (7)		
** Série dos Actínídeos											Rutherfordio		7B (7)		
29	<b>Cu</b>	<b>Cu</b>										30	<b>Zn</b>	8B (8)	
Cobre		Cobre										Zinco		8B (8)	
47	<b>Ag</b>	<b>Ag</b>										48	<b>Cd</b>	9B (9)	
Prata		Prata										Cádmio		9B (9)	
79	<b>Au</b>	<b>Au</b>										80	<b>Hg</b>	10B (10)	
Ouro		Ouro										Mercúrio		10B (10)	
101	<b>Ds</b>	<b>Ds</b>										102	<b>Cn</b>	11B (11)	
Darmstácio		Darmstácio										Copernício		11B (11)	
109	<b>Mt</b>	<b>Mt</b>										110	<b>Ds</b>	12B (12)	
Meitnério		Meitnério										Roentgênio		12B (12)	
107	<b>Bh</b>	<b>Bh</b>										108	<b>Hs</b>	3B (3)	
Bóhrio		Bóhrio										Hássio		3B (3)	
105	<b>Db</b>	<b>Db</b>										106	<b>Sg</b>	4B (4)	
Dúbnio		Dúbnio										Seabórgio		4B (4)	
103	<b>Lr</b>	<b>Lr</b>										104	<b>Rf</b>	5B (5)	
Lawrencio		Lawrencio										Rutherfordio		5B (5)	
67	<b>Ho</b>	<b>Ho</b>										68	<b>Er</b>	6A (16)	
Hólmio		Hólmio										Érbio		6A (16)	
69	<b>Tm</b>	<b>Tm</b>										70	<b>Yb</b>	7A (17)	
Túlio		Túlio										Íterbio		7A (17)	
71	<b>Lu</b>	<b>Lu</b>										72	<b>Hf</b>	8A (18)	
Lutécio		Lutécio										Háfnio		8A (18)	

■ Hidrogênio

■ Metais

■ Semimetais

■ Não metais

■ Gases nobres

Lantanídeos

Actínídeos

Quem de nós já não viu estes símbolos? Eles representam ideias, objetos e palavras. Em um ônibus, na parte da frente, junto ao motorista, existem placas indicando que é proibido fumar e a quantidade de passageiros que ele comporta. Há placas indicando os assentos reservados para idosos, gestantes, pessoas com crianças de colo e portadores de necessidades especiais. Enquanto o ônibus faz seu percurso, passa por diversas placas e sinais de trânsito. Quando um deficiente auditivo, por exemplo, entra no veículo, ele pode se comunicar por meio de uma linguagem própria, denominada Língua Brasileira de Sinais – Libras (para saber mais, entre em [www.dicionariolibras.com.br](http://www.dicionariolibras.com.br) e <http://acessobrasil.org.br/libras>).

Veja os símbolos abaixo, eles fazem parte de nosso dia a dia. As três setas verdes, por exemplo, indicam que uma embalagem pode ser reciclada. Você se lembra de algum símbolo usado em sua comunidade, diferente desses que exemplificamos? Qual?



## A LINGUAGEM ALGÉBRICA

A Matemática, ao longo da história, foi adquirindo uma linguagem própria. Essa linguagem utiliza símbolos, gráficos, tabelas, esquemas e diagramas. As letras também estão presentes na Matemática. Você já deve ter visto expressões do tipo  $x + 1$ ;  $a + b$ ;  $a^2$  etc.

Com a introdução de uma linguagem algébrica, o desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos se acelerou. Quando essa linguagem foi inserida na Matemática de forma sistemática, ela substituiu expressões como “a coisa”, que se referia, por exemplo, à incógnita de uma equação. Já pensou se, em vez de falar  $x + 5 = 3$  você falasse “uma coisa” mais 5 é igual a 3?

Assim, podemos perceber que a linguagem matemática é também um instrumento de comunicação a serviço do desenvolvimento científico e tecnológico. Por ser universalmente utilizada e compreendida, e por causa do uso crescente da tecnologia (computadores, telefones celulares, entre outras), a linguagem matemática é cada vez mais necessária. Atualmente, o conhecimento matemático vem se tornando fundamental para quase todas as atividades profissionais, para a compreensão da informação e para que haja maior intercâmbio entre os povos de várias línguas. Além disso, várias ciências, como a Física e a Química, exprimem suas leis e resultados de pesquisa utilizando a linguagem algébrica.

Você sabe o que significa a expressão  $x + 1$ ? Saberá dizer o valor de  $x$ , se  $x + 1 = 5$ ? Qual é o nome que se dá a essa última expressão? E o resultado de  $x + 2x + 4 + 5x$ ?

A seguir, estudaremos equações do 1º grau (nome dado a essas expressões), começando com expressões mais simples, para facilitar a compreensão. Leia o quadro ao lado e conheça um pouco do termo álgebra e sua utilização.

Tente descobrir o que está sendo feito na tabela a seguir.

### Álgebra

A álgebra trata de fatos genéricos da aritmética dos números, das matrizes, dos vetores, dos polinômios, para citar apenas alguns. Assim como a aritmética dos números, a álgebra também trata de operações e de suas propriedades. A palavra “aritmética” origina-se do grego *arithmos*, que quer dizer número.

Um dos primeiros matemáticos a abreviar a álgebra, com letras desenvolvidas por ele mesmo, foi Diofante. Estima-se que ele tenha vivido entre os anos 100 e 400 a.C.

Cálculo do valor numérico de expressões				
Expressão	Variável	Valor numérico, se a variável vale 1	Valor numérico, se a variável vale 2	Valor numérico, se a variável vale 0
$x + 1$	$x$	$1 + 1 = 2$	$2 + 1 = 3$	$0 + 1 = 1$
$p - 4$	$p$	$1 - 4 = -3$	$2 - 4 = -2$	$0 - 4 = -4$
$2y + 5$	$y$	$2 \cdot 1 + 5 = 7$	$2 \cdot 2 + 5 = 9$	$2 \cdot 0 + 5 = 5$
$z^2 - z$	$z$	$1^2 - 1 = 1 - 1 = 0$	$2^2 - 2 = 4 - 2 = 2$	$0^2 - 0 = 0$

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Você deve ter reparado que a letra em cada expressão é atribuída pelo valor indicado. Nesse caso, os valores são 0, 1 e 2. Vale lembrar que uma **expressão algébrica** pode representar constantes, variáveis ou uma combinação delas por meio de uma sequência de operações matemáticas (adição, subtração, multiplicação, divisão, radiciação, potenciação). Ou seja, números e letras são unidos por meio de operações matemáticas. As letras podem assumir qualquer valor numérico e, sendo assim, constituem a parte variável da expressão. Por isso, podemos chamá-las de **variável**.

## APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Expresse, usando a linguagem algébrica:

a) O dobro da idade de João.

.....

b) A idade de meu avô é o triplo da minha idade.

.....

c) Soma de um número com 314 é igual a 4765.

.....

d) A soma de dois números desconhecidos.

.....

e) O número de meninas numa turma de 46 alunos, dos quais 25 são meninos.

.....

2. Determine o valor numérico das expressões algébricas:

a)  $x + 4$  para  $x = 4$

.....

b)  $p - 4$  para  $p = 4$

.....

c)  $2k - 3$  para  $k = 1$

.....

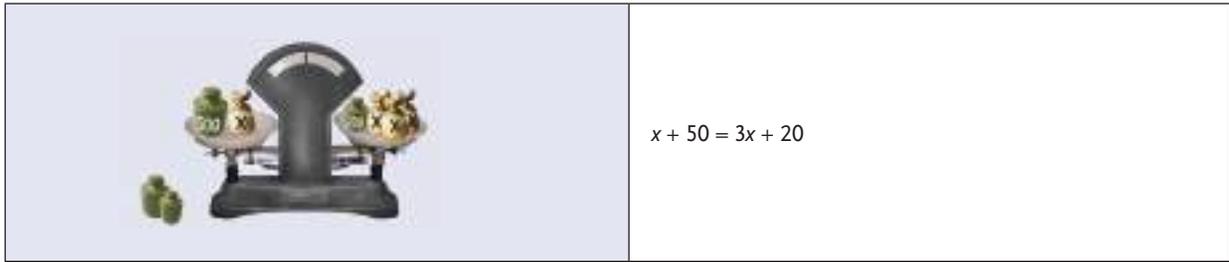
d)  $4 - y$  para  $y = 0$

.....

3. Veja os exemplos em cada caso abaixo e calcule o valor de  $x$  em cada um. Lembre-se: a balança sempre deve estar em equilíbrio.

Exemplos de situação na balança	Equação
	$3x = 90$
	$2x + 10 = 70$
	$2x + 80 = 3x$

Ilustrações digitais: Conrado Editorial



$$x + 50 = 3x + 20$$

4. Agora observe a tabela abaixo e compare-a com a tabela "Cálculo do valor numérico das expressões" (p. 112). Quais são as diferenças? Discuta com seus colegas de classe.

<b>Equação</b>	$x - 2 = 0$	$p + 4 = -1$	$2k = 3$	$p = 6p$
<b>Solução</b>	$x = 2$	$p = -5$	$k = \frac{3}{2}$	$p = 0$

5. Você deve ter notado que agora as expressões da tabela acima aparecem com sinal de igualdade (=). Elas recebem o nome de equações e o valor atribuído para a incógnita, nesse caso, é a solução da equação. A letra não assume mais inúmeros valores, como no caso anterior, e por isso não é chamada de variável, mas de incógnita. Observe os passos utilizados para resolver as equações abaixo.

#### Exemplo A

$x + 2 = 6$   
 $x + 2 - 2 = 6 - 2$   
 $x + 0 = 4$   
 $x = 4$  (solução)

Resolução anterior simplificada:

$x + 2 = 6$   
 $x = 6 - 2$   
 $x = 4$

Subtraímos 2 de cada membro da equação, já que a subtração é a operação inversa da adição.

Chamaremos de primeiro membro a parte da expressão que fica ao lado esquerdo da igualdade e de segundo membro a que fica ao lado direito. Porém, essa classificação é arbitrária.

Aqui o objetivo é isolar a incógnita no primeiro membro. Também poderíamos ter isolado no segundo membro e o primeiro membro ficaria somente com a incógnita.

#### Exemplo B

$3x = 9$   
 $\frac{3x}{3} = \frac{9}{3}$

Resolução anterior simplificada:

$3x = 9$   
 $x = \frac{9}{3}$   
 $x = 3$

Dividimos os dois membros da equação por 3, para isolar a incógnita no primeiro membro.

Vale lembrar que a divisão é a operação inversa da multiplicação.

Observe que, na equação dada, a incógnita está sendo multiplicada por 3.

Efetuamos as divisões indicadas e obtemos a solução.

### Exemplo C

$2x + 4 = 8$	Resolução anterior simplificada:
$2x + 4 - 4 = 8 - 4$	$2x + 4 = 8$
$2x = 4$	$2x = 8 - 4$
$\frac{2x}{2} = \frac{4}{2}$	$2x = 4$
$x = 2$ (solução)	$x = \frac{4}{2}$
	$x = 2$

Subtraímos 4 dos dois membros para eliminar o 4 do primeiro membro.

Dividimos os dois membros por 2, pois a divisão é a operação inversa da multiplicação, e com isso isolamos a incógnita.

Efetuamos as operações indicadas.

Agora é com você. Verifique se as soluções estão corretas. Para isso, considere o valor encontrado para a incógnita em cada caso, substitua a incógnita por esse valor e efetue as operações indicadas, calculando o valor numérico da expressão. Por exemplo, suponhamos que a equação seja  $x + 1 = 0$ . Queremos verificar se  $x = -1$  é solução dessa equação. Substituindo a incógnita por  $-1$ , teremos:

$$(-1) + 1 = 0 \Rightarrow -1 + 1 = 0 \Rightarrow 0 = 0$$

Como  $0 = 0$  é uma sentença verdadeira, podemos concluir que  $-1$  é a solução dessa equação. Assim, uma equação é qualquer igualdade em que estão envolvidos letras e números. Pode acontecer de uma equação não ter solução ou ter mais de um valor como solução.

6. Resolva as equações:

a)  $x - 5 = 8$

.....

b)  $3x + 6 = 12$

.....

c)  $2 = 7y - 5$

.....

d)  $5c + 2 = 3 - 9$

.....

## A ÁLGEBRA NAS SITUAÇÕES COTIDIANAS

Agora acompanhe a seguinte situação e uma sugestão de resolução.

Às sextas-feiras, 5 colegas vão para o trabalho no mesmo carro, mas somente 4 voltam juntos. O outro volta de ônibus, mais tarde. Suponhamos que o gasto com a gasolina seja de R\$ 30,00. Quais cálculos podemos fazer para descobrir quanto cada um dos 5 colegas deve pagar?

Esse problema pode ser resolvido por tentativas, mas é possível resolvê-lo algebricamente. Você é capaz de fazê-lo!

Vamos chamar de  $g$  o gasto com cada viagem de carro. Na ida temos  $5g$ ; na volta  $4g$ . Então:

$$5g + 4g = 30 \Rightarrow 9g = 30 \Rightarrow g = \frac{30}{9} \Rightarrow g = 3,33$$

Assim, quem viaja duas vezes (ida e volta) deverá pagar  $2 \cdot g$ , ou seja,  $2 \cdot \text{R\$ } 3,33$ , que equivale a R\$ 6,66. Quem viaja uma vez somente deverá pagar R\$ 3,33.

Você deve ter notado que o enunciado foi transcrito ou traduzido para a linguagem algébrica. Obtivemos, assim, uma equação que, depois de resolvida, apresentou a solução para o problema.

### PROPRIEDADE DISTRIBUTIVA

Algumas expressões são simplificadas ou desmembradas, conforme os exemplos:

$$a \cdot (x + y) = ax + ay$$

Essa é a propriedade **distributiva** da multiplicação em relação à adição.

$$(x + y) \cdot (x - y) = x^2 + xy - xy - y^2 = x^2 - y^2$$

Aqui o produto da soma pela diferença de dois termos é igual ao quadrado do primeiro termo menos o quadrado do segundo.

$$(a + b)^2 = (a + b) \cdot (a + b) = a^2 + ab + ba + b^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

O quadrado da soma de dois termos é igual ao quadrado do primeiro termo, mais duas vezes o produto do primeiro termo pelo segundo, mais o quadrado do segundo termo.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

- A partir da técnica que acabamos de desenvolver, calcule o valor das expressões abaixo:

a)  $(a - b)^2$

.....

b)  $(a + b)^3$

.....

c)  $(a - b)^3$

.....

## NOÇÃO DE PROPORCIONALIDADE

Tales nasceu em Mileto. Considerado um dos sete sábios da Grécia, foi o primeiro personagem da História a quem foram atribuídas descobertas matemáticas.

Um fato bastante interessante resolvido por Tales foi um desafio proposto por um faraó do Egito, chamado Amasis, por volta de 550 a.C.: medir a altura da pirâmide de Quéops sem aproximar-se dela (ou seja, sem escalá-la) com algum instrumento de medida. Todos aguardavam ansiosamente a solução que seria proposta pelo estudioso.

Para resolver esse desafio, ele usou o que chamamos de proporção. Vamos lembrar o que é uma proporção?

A palavra **proporção** vem do latim *proportione* e significa uma relação entre as partes de uma grandeza, ou seja, é uma igualdade entre duas razões (frações).

Por exemplo: meu carro percorre 12 km com 1 litro de combustível. Portanto, para percorrer 24 km, precisarei de 2 litros; para 36 km, 3 litros, e assim por diante.

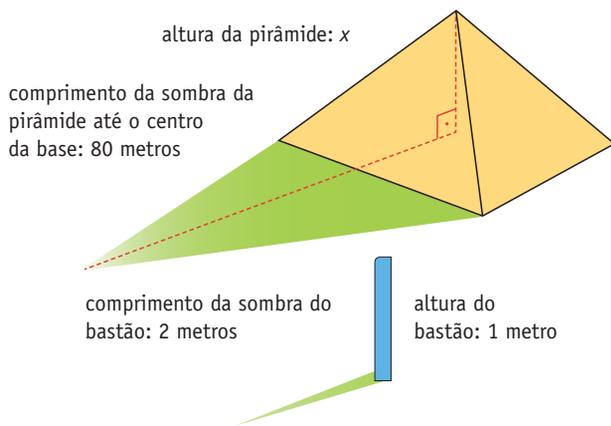
Temos então:

$$1) \frac{12}{1}; \quad 2) \frac{24}{2} = \frac{12}{1}; \quad 3) \frac{36}{3} = \frac{12}{1}$$

Observe que  $(1) = (2)$  ou  $(1) = (3)$  ou ainda  $(2) = (3)$ , formando, assim, várias proporções.

$$\frac{24}{1} = \frac{24}{2} \text{ ou } \frac{12}{1} = \frac{36}{3}$$

Usando essa ideia, Tales fincou uma estaca de um tamanho conhecido (1 metro) sob a luz do sol. Dessa forma, ele poderia comparar a sombra projetada da pirâmide com a da estaca. Para isso, fez um ajuste, visto que as faces da pirâmide são inclinadas. Adicionou metade da medida do lado da base da pirâmide à medida de sua sombra, para que pudesse conseguir a medida da distância até o centro da base. A partir daí, estabeleceu uma relação entre as medidas:



$$\frac{\text{medida da altura do bastão}}{\text{medida da sombra do bastão}} = \frac{\text{medida da altura da pirâmide}}{\text{medida da sombra da pirâmide} + \text{metade da medida dos lados da base}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{x}{80} \Rightarrow 2x = 80 \Rightarrow x = 40$$

Nesse caso, a pirâmide tinha 40 metros de altura.

## A REGRA DE TRÊS SIMPLES

A seguir, você vai ver a noção de proporção aplicada em outro tipo de problema. Antes, leia a matéria de jornal.

# Reajuste de táxi divide motoristas

Guilherme Russo

O reajuste de 14,46% nas corridas de táxi a partir do dia 9, autorizado pelo prefeito Gilberto Kassab, está dividindo a opinião de taxistas de São Paulo. Enquanto muitos motoristas reclamam que estão sem aumento desde setembro de 2003, outros dizem que a nova tarifa irá assustar os passageiros e levá-los a procurar outra alternativa para se deslocar.

O aumento é diferenciado para as três categorias de cobrança nos táxis. A bandeirada passará dos atuais R\$ 3,20 para R\$ 3,50, com reajuste de 9,37%. Atualmente, o usuário paga R\$ 1,80 pelo quilômetro percorrido, que será reajustado para R\$ 2,10. O aumento é de 16,6%. Já a hora parada terá alta de 12%, subindo de R\$ 25,00 para R\$ 28,00.

*Diário de S. Paulo, 10 dez. 2006. Caderno São Paulo. p. A7.*

Primeiro, vamos pensar na taxa de aumento. A notícia afirma que o reajuste da bandeirada (ou seja, a taxa de aumento) foi de 9,37%. Você sabe como verificar essa porcentagem?

Um modo de fazer isso é considerar que 3,20 (a bandeirada atual) equivale a 100% e o aumento 0,30 (já que passará para 3,50), equivale à porcentagem que descobriremos, indicada por  $x\%$ . Assim como no problema de Tales, podemos estabelecer uma proporção:

3,2 está para 0,3 assim como 100% está para  $x\%$ :

Valor (R\$)	Porcentagem (%)
3,2	100%
0,3	$x\%$

Valor da bandeirada e porcentagem de reajuste são grandezas diretamente proporcionais. Podemos dizer que, se aumentarmos a porcentagem, o valor também aumentará na mesma proporção. Para encontrar o valor de  $x$  podemos usar a chamada regra de três simples (que é um procedimento de resolução de uma proporção que apresenta um termo desconhecido):

$$\frac{3,2}{0,3} = \frac{100\%}{x\%}$$

Faremos o produto dos extremos (3,2 e  $x\%$ ) e igualaremos ao produto dos meios (0,3 e 100%). Então:

$$3,2 \cdot x\% = 0,3 \cdot 100\% \Rightarrow 3,2 \cdot x\% = 30\% \Rightarrow x\% = \frac{30\%}{3,2} = 9,375\%$$

A regra de três simples também é usada para resolver problemas envolvendo grandezas inversamente proporcionais.

Por exemplo: suponhamos que 14 pedreiros levem 180 dias para construir uma casa. Quanto tempo seria necessário para que 10 pedreiros a construíssem nas mesmas condições?

Número de pedreiros	Número de dias
14	180
10	$x$

Perceba que, à medida que diminuimos o número de pedreiros trabalhando na construção de uma casa, aumenta o número de dias para construí-la. As grandezas **número de pedreiros** e **número de dias** são, portanto, inversamente proporcionais. Assim, montamos a proporção invertendo uma das razões na igualdade:

$$\frac{14}{10} = \frac{x}{180} \Rightarrow 10x = 2520 \Rightarrow x = \frac{2520}{10} = 252 \text{ dias,}$$

ou ainda

$$\frac{10}{14} = \frac{180}{x} \Rightarrow 10x = 2520 \Rightarrow x = \frac{2520}{10} = 252 \text{ dias.}$$

## Regra de três composta

### Vamos aproveitar para lembrar outra regra de três

Esse tipo de cálculo envolve mais de duas grandezas proporcionais (direta ou inversamente).

Trabalhando 8 horas por dia, 21 operários pintam um edifício em 6 dias. Nas mesmas condições, quantos dias serão necessários para que 9 operários, trabalhando 7 horas por dia, pintem o mesmo edifício?

Primeiro, podemos escrever em coluna as grandezas do mesmo tipo, ou seja, aquelas expressas na mesma unidade de medida.

Operários	Horas	Dias
21	8	6
9	7	x

Depois, temos que identificar aquelas que variam num mesmo sentido – são diretamente proporcionais – e aquelas que variam em sentidos opostos – são inversamente proporcionais, assinalando com setas no mesmo sentido ou em sentidos opostos, conforme o caso, para facilitar a montagem.

Operários	Horas	Dias
21 ↑	8 ↑	6 ↓
9 ↑	7 ↑	x ↓

As setas indicam que, quanto maior o número de horas de trabalho, menos dias serão necessários para finalizar o serviço. Assim, são grandezas inversamente proporcionais. Da mesma forma, quanto maior o número de operários, menos dias serão gastos para fazer o serviço. Logo, são grandezas inversamente proporcionais.

A incógnita  $x$  será obtida da forma sugerida no esquema a seguir:

$$\frac{21}{9} \cdot \frac{8}{7} = \frac{x}{6}$$

(Invertamos a grandeza em dias, pois ela é inversamente proporcional às outras.)

Temos então:

$$\begin{aligned} \frac{168}{63} &= \frac{x}{6} \\ \Downarrow \\ 63x &= 168 \cdot 6 \\ \Downarrow \\ 63x &= 1008 \\ \Downarrow \\ x &= \frac{1008}{63} = 16 \text{ dias} \end{aligned}$$

Outra estratégia de solução, sugerida pela *Revista do Professor de Matemática*, é:

21 operários, trabalhando 8 h/d, pintam o edifício em 6 dias.

1 operário, trabalhando 8 h/d, pinta  $\frac{1}{21}$  do edifício em 6 dias.

1 operário, trabalhando 1 h/d, pinta  $\frac{1}{21} \cdot \frac{1}{8}$  do edifício em 6 dias.

1 operário, trabalhando 1 h/d, pinta  $\frac{1}{21} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{6}$  do edifício em 1 dia.

Então, 9 pintores, trabalhando 7 h/d, pintam

$$9 \cdot 7 \cdot \frac{1}{21} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{6} = \frac{63}{1008} = \frac{1}{16}$$

do edifício em 1 dia.

Assim, 9 pintores, trabalhando 7 horas por dia, precisam de 16 dias para pintar o edifício todo. Fácil, não é?

Vamos a outro exemplo onde usaremos a regra de três composta:

5 galinhas botam 30 ovos em 4 dias.

20 galinhas botarão quantos ovos em 10 dias?

Destacamos as grandezas:  $G$ : quantidade de galinhas;  $O$ : quantidade de ovos;  $D$ : número de dias.

Colocamos a grandeza procurada – ovos ( $O$ ) – à direita, para facilmente isolá-la das demais.

Primeiro, determinaremos se as grandezas são diretamente ou inversamente proporcionais à grandeza  $O$ . Assim, utilizaremos setas com a mesma orientação para indicar grandezas diretamente proporcionais e com orientação inversa para indicar o oposto. Arbitrariamente, escolhemos que a orientação da grandeza  $O$  seja para baixo:

quantidade de galinhas ( $G$ )	número de dias ( $D$ )	quantidade de ovos ( $O$ )
5	4	30
20	10	$x$

Veremos se  $O$  e  $G$  são diretamente proporcionais ou não. Sabemos que, ao aumentarmos a quantidade de galinhas, também iremos aumentar o número de ovos. Sendo assim, as duas grandezas são diretamente proporcionais. Logo, a seta de  $G$  terá a mesma orientação da seta de  $O$  (para baixo):

quantidade de galinhas ( $G$ )	número de dias ( $D$ )	quantidade de ovos ( $O$ )
↓ 5	4	30 ↓
↓ 20	10	$x$ ↓

Vejamos agora se  $O$  e  $D$  são diretamente ou inversamente proporcionais. Ao aumentarmos o número de dias para a postura, também iremos aumentar a quantidade de ovos. Isto indica que as duas grandezas são diretamente proporcionais. Então, a seta de  $D$  será para baixo, assim como a de  $O$ :

quantidade de galinhas ( $G$ )	número de dias ( $D$ )	quantidade de ovos ( $O$ )
↓ 5	4 ↓	30 ↓
↓ 20	10 ↓	$x$ ↓

Como todas as setas têm o mesmo sentido, podemos dizer que todas as grandezas são proporcionais entre si. Resta-nos, então, montar a proporção e resolvê-la:

$$\frac{5}{20} \cdot \frac{4}{10} \cdot \frac{30}{x} \Rightarrow \frac{20}{200} = \frac{30}{x} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{30}{x} \Rightarrow 1x = 300 \Rightarrow x = 300 \text{ ovos}$$

Assim, 20 galinhas botarão 300 ovos em 10 dias.

Adaptado de: <[www.matematicadidatica.com.br/RegraDeTresExerciciosComposta.aspx#anchor\\_ex3](http://www.matematicadidatica.com.br/RegraDeTresExerciciosComposta.aspx#anchor_ex3)>. Acesso em: 15 jul. 2011.

Voltemos agora à questão da tarifa de táxi. Qualquer usuário de táxi, independentemente da distância percorrida, já paga uma bandeirada que, no exemplo, equivale a R\$ 3,50. Para cada quilômetro percorrido pagará R\$ 2,10. Suponha que uma pessoa viaje 10 km de carro. Ela pagará  $3,50 + (10 \cdot 2,10)$  que equivale a R\$ 3,50 + R\$ 21,00, isto é, R\$ 24,50.

Você pode construir uma expressão algébrica geral que represente o valor que uma pessoa pagará, se percorrer  $n$  quilômetros?

Você chegará à expressão:  $3,50 + (2,10 \cdot n)$ , em que  $n$  é o número de quilômetros rodados pelo automóvel.

Com essa expressão, fica mais simples descobrir quanto uma pessoa pagará. Basta multiplicar R\$ 2,10 pela quantidade de quilômetros rodados e depois somar com R\$ 3,50.

## LER TEXTO JORNALÍSTICO

# Governo pode injetar mais R\$ 1,6 bilhão no Bolsa Família

Natuza Nery, de Brasília

O governo vai turbinar o Bolsa Família com recursos anuais que podem chegar a R\$ 1,6 bilhão e estuda mudar as regras do programa para contemplar mais crianças de até seis anos em extrema pobreza.

O valor adicional em estudo corresponde a cerca de 10% de tudo o que foi gasto com o programa no ano passado – R\$ 16,6 bilhões. O montante exato do repasse ainda está sendo calculado pelo Ministério da Fazenda, que busca previsão de receita para compensar o gasto adicional.

O foco das medidas são crianças de zero a seis anos em famílias de ganhos individuais mensais de até R\$ 70 – linha oficial da miséria. A melhoria das condições socioeconômicas dessa fatia demográfica é considerada chave pelo governo para erradicar a pobreza extrema até 2014, como prometeu Dilma.

Para esse universo, o Ministério do Desenvolvimento Social estuda acabar com o limite de cinco crianças por família que podem receber o chamado “benefício variável” do Bolsa. Significa dizer que o teto do Bolsa, hoje em R\$ 306, pode ser ampliado para famílias com número maior do que cinco filhos de até seis anos em extrema pobreza.

Além das mudanças no programa de transferência de renda, a presidente também deve anunciar a distribuição gratuita de remédios contra asma, cujos detalhes estão sendo fechados pelo Ministério da Saúde. Hoje, já há subsídio orçamentário para que a ação seja feita. As medidas fazem parte do pacote de Dia das Mães que a presidente anunciará no próximo domingo. Fará isso durante pronunciamento nacional, em horário nobre.

O pacote está em fase final de elaboração e prevê ainda iniciativas para ampliar a aplicação de vacinas na rede pública para a chamada “primeira infância”, além de acelerar a construção de creches no país. Durante a campanha, Dilma prometeu entregar 6 mil creches até 2014.

Os anúncios de domingo estão sendo tratados no governo como o maior conjunto de iniciativas na área social desde o Brasil sem Miséria, criado para tentar acabar com a pobreza extrema até 2014. E ocorre após Dilma mirar a classe média, como a pressão sobre os bancos privados para reduzir juros.

Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/poder/1087061-governo-pode-injetar-mais-r-16-bilhao-no-bolsa-familia.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/poder/1087061-governo-pode-injetar-mais-r-16-bilhao-no-bolsa-familia.shtml)>. Acesso em: 7 set. 2012.

Suponha que você irá decidir que famílias seriam beneficiadas com esse bônus. Nesse caso, escolha as variáveis (por exemplo, número de filhos, renda, número de filhos matriculados na escola, bens materiais etc.) que você acha que devem ser consideradas nesse cálculo. Atribua uma letra a cada uma delas. Crie uma expressão para indicar se a família pode ou não receber o benefício. Você poderá utilizar os sinais:  $>$  (maior que),  $<$  (menor que),  $\geq$  (maior ou igual a) e  $\leq$  (menor ou igual).

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Enem (2011)

Nos últimos cinco anos, 32 mil mulheres de 20 a 24 anos foram internadas nos hospitais do SUS por causa de AVC. Entre os homens da mesma faixa etária, houve 28 mil internações pelo mesmo motivo.

Época. 26 abr. 2010 (adaptado).

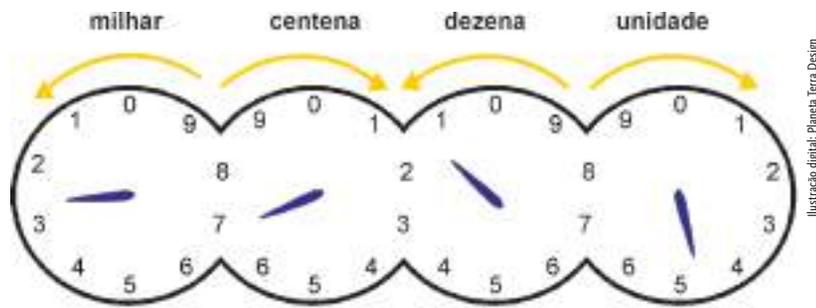
Suponha que, nos próximos 5 anos, haja um acréscimo de 8 mil internações de mulheres e que o acréscimo de internações de homens por AVC ocorra na mesma proporção.

De acordo com as informações dadas, o número de homens que seriam internados por AVC, nos próximos 5 anos, corresponderia a

- a) 4 mil.                      b) 9 mil.                      c) 21 mil.                      d) 35 mil.                      e) 39 mil.

2. Enem (2011) O medidor de energia elétrica de uma residência, conhecido por “relógio de luz”, é constituído de quatro pequenos relógios, cujos sentidos de rotação estão indicados conforme a figura:

Disponível em: <www.enersul.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2010.



A medida é expressa em kWh. O número obtido na leitura é composto por 4 algarismos. Cada posição do número é formada pelo último algarismo ultrapassado pelo ponteiro.

O número obtido pela leitura em kWh, na imagem, é

- a) 2614                      b) 3624                      c) 2715                      d) 3725                      e) 4162

3. Encceja (2002) As empresas de telefonia I e II, na disputa pelos clientes, lançaram a seguinte tabela de preços para seus serviços:

	Assinatura (R\$)	Preço do minuto diurno (R\$)	Preço do minuto noturno (R\$)
I	32,00	0,60	0,25
II	18,00	0,80	0,35

Se chamarmos de  $P$  o valor mensal da conta, de  $D$  o número de minutos diurnos falados e de  $N$  o número de minutos noturnos falados, obteremos as leis matemáticas que relacionam esses valores:

$$P = 32 + 0,60D + 0,25N, \text{ para a empresa I}$$

$$P = 18 + 0,80D + 0,35N, \text{ para a empresa II}$$

Para um assinante que só utiliza os serviços diurnos, é mais vantajoso optar pelos serviços da empresa I se o número de minutos falados for

- a) maior que 60.                      b) maior que 70.                      c) menor que 60.                      d) menor que 70.

4. Enem (2002) Existem muitas diferenças entre as culturas cristã e islâmica. Uma das principais diz respeito ao Calendário. Enquanto o Calendário Cristão (gregoriano) considera um ano como o período correspondente ao movimento de translação da Terra em torno do Sol – aproximadamente 365 dias –, o Calendário Muçulmano se baseia nos movimentos de translação da Lua em torno da Terra – aproximadamente 12 por ano –, o que corresponde a anos intercalados de 254 e 255 dias. Considerando que o Calendário Muçulmano teve início em 622 da Era Cristã e que cada 33 anos muçulmanos correspondem a 32 anos cristãos, é possível estabelecer uma correspondência aproximada de anos entre os dois calendários, dada por:

a)  $C = M + 622 - (\frac{M}{33})$    b)  $C = M - 622 + (C - \frac{622}{32})$    c)  $C = M - 622 - (\frac{M}{33})$    d)  $C = M - 622 + (C - \frac{622}{33})$    e)  $C = M + 622 - (\frac{M}{32})$

5. Em 10 hectares de um sítio foram plantados 15 000 eucaliptos. Para se plantar 37 500 eucaliptos, a área necessária seria de:

- a) 4 hectares.                      b) 10 hectares.                      c) 16 hectares.                      d) 20 hectares.                      e) 25 hectares.

6. A produção agrícola de 400 hectares, na qual trabalham 50 homens, sustenta 5 famílias. Com 600 hectares de terra e 60 homens trabalhando, o número de famílias que poderão ser sustentadas nas mesmas condições é igual a:

- a) 12 famílias.                      b) 10 famílias.                      c) 9 famílias.                      d) 6 famílias.                      e) 8 famílias.

## ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

### Matemático

A Matemática é a ciência que estuda as quantidades, o espaço, as relações abstratas e as lógicas aplicadas aos símbolos. Entre as atribuições do matemático está a formulação de teorias a partir do uso da lógica e o teste de hipóteses. Ele pode também desenvolver novos usos e aplicações dos cálculos matemáticos da pesquisa pura nas mais diversas áreas da ciência aplicada. Elabora fórmulas e banco de dados para interpretar e solucionar problemas de desenvolvimento de produtos, de produção e de logística em empresas que lidam com computação, biologia, marketing ou engenharia. Instrumento fundamental em setores como engenharia, economia, computação, mercado financeiro e medicina, a formação em

Matemática também pode ser porta de entrada para diversos cursos de pós-graduação.

O profissional dessa área traduz modelos matemáticos para a linguagem de computadores. Ele também é capaz de construir modelos matemáticos que simulam situações reais, a fim de antecipar e prevenir problemas, em parceria com físicos, químicos e engenheiros. Mas um campo de atuação essencial e indispensável é o do ensino, tanto na educação básica como no ensino superior, ministrando aulas, elaborando e publicando materiais didáticos em mídia impressa e digital ou participando de diversas atividades e programas de formação de educadores.

**Formação escolar exigida:** ensino superior completo (4 anos).

**Área de atuação:** Há grandes oportunidades de trabalho tanto para o bacharel como para o licenciado. Este último vai atuar como professor em escolas públicas e particulares da educação básica e do ensino superior. Há uma grande carreira desse profissional no ensino fundamental e médio de diversas partes do país, o que leva a suprir os quadros docentes com profissionais formados em outras áreas. O bacharel vem sendo recrutado para o trabalho em empresas de setores como os de tecnologia da informação, bancos, mercado financeiro, estatística e pesquisas de opinião, além de diversas instituições de pesquisa. Poderá ampliar sua formação a partir de cursos de pós-graduação, habilitando-se para a pesquisa e a docência no ensino superior.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVRO



#### HISTÓRIA DA ÁLGEBRA

BAUMGART, John K. *História da álgebra*. Tradução Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1992. (Tópicos de história da Matemática para uso em sala de aula, v. 4.)

### SITE



#### LIGHT (RIO DE JANEIRO)

A página da Light (Rio de Janeiro) traz informações sobre as tarifas de uma conta de luz e exemplos de cálculo.

Disponível em: <[www.light.com.br/web/institucional/atendimento/informacoes/tarifas/tarifas\\_calculo.asp?mid=86879429722772272287229](http://www.light.com.br/web/institucional/atendimento/informacoes/tarifas/tarifas_calculo.asp?mid=86879429722772272287229)>. Acesso em: 15 dez. 2011.

### FILME



#### UMA MENTE BRILHANTE

John Forbes Nash Jr. é um professor de matemática do MIT, prêmio Nobel de Economia em 1994, que não consegue distinguir a realidade da ficção, convivendo com situações improváveis e pessoas que não existem: os sintomas clássicos da esquizofrenia.

Direção de Ron Howard. EUA, 2001, 135 min.

Muitas vezes, passamos em frente à vitrine de uma loja e nos entusiasmos com um novo eletrodoméstico ou uma roupa. O preço é alto. Contudo, se for comprado à prestação, pode se tornar atrativo, desde que possamos dispor daquele valor mensal parcelado. Porém, na maioria dos casos, são cobrados juros, ou seja, uma parte da quantia é financiada e deve-se pagar um valor a mais em cada parcela até o produto ser pago totalmente. Na verdade, faz-se um empréstimo de dinheiro para adquirir aquele produto e sobre o valor do bem serão cobrados juros – um acréscimo.

## LER TEXTO DE OPINIÃO

## A armadilha do crédito fácil

Saiba que você é o público-alvo de uma série de campanhas destinadas a oferecer coisas de que não precisa.

Por exemplo, muitas pessoas pegam dinheiro emprestado apenas porque o crédito é fácil e rápido, sem atentar para a enrascada em que podem estar se metendo.

Acredito que você, passando a pé em ruas ou avenidas movimentadas, já tenha sido abordado por pessoas que trabalham para as financeiras (geralmente jovens uniformizados e prometendo dinheiro na hora) e tentam convencê-lo a tomar emprestado um dinheiro que custa caríssimo, e que você, se for uma pessoa bem informada, recusará.

[...]

Deixe-me argumentar por que a financeira tem de cobrar caro pelo dinheiro emprestado. Pondere o seguinte: imagine os juros que devem ser cobrados por conta de empréstimo a uma pessoa que passa pela rua e, provavelmente, nunca teve histórico de relacionamento com a instituição que concederá o crédito. O risco que a instituição corre de não receber o dinheiro de volta é enorme. Logo, a financeira tem de cobrar altas taxas, de maneira que os que pagam o empréstimo compensem a perda que ela pode vir a ter com aqueles que pegam o empréstimo e não pagam. Você já deve ter ouvido falar que os justos pagam pelos pecadores. Isto é bem verdade.

Quem pega dinheiro emprestado e quita seu empréstimo em dia paga também uma parte da dívida do caloteiro.

[...]

Uma coisa que nunca se deve esquecer é a seguinte: pegar dinheiro emprestado hoje para comprar alguma coisa agora significa que no futuro você terá muito menos dinheiro para gastar.

Vamos estudar o seguinte caso:

Nicanor pegou emprestados R\$ 600,00 de uma pessoa do bairro, para comprar um videocassete mais novo, pois o dele já estava velho. Isso mesmo, Nicanor é da época do videocassete e não do DVD.

Ele, definitivamente, não é amigo do próprio dinheiro, pois terá de devolver os R\$ 600,00 mais um dinheiro em juros. Nicanor se comprometeu com o credor a pagar 20 prestações mensais de R\$ 50,00, para quitar o empréstimo de R\$ 600,00.

Nessas condições, ao pagar essas prestações, Nicanor aceitou ficar amarrado ao financiamento durante 20 longos meses, desembolsando um total de R\$ 1 000,00.

Ora, será que vale a pena receber R\$ 600,00 para pagar de volta R\$ 1 000,00? Isso faz sentido? Se Nicanor repetir durante sua vida operações como essa por 50 vezes, terá jogado fora, por baixo, R\$ 20 000,00!

Você, caro leitor, é uma pessoa inteligente e concluirá que comprar tudo à vista faz com que você seja capaz de comprar mais pagando menos.

PASCHOARELLI, Rafael. *Como comprar mais gastando menos*. São Paulo: Saraiva, 2006. p. 57-60.

## RELEMBRANDO OS NÚMEROS RACIONAIS

Cotidianamente, você se depara com **números na forma decimal** – ou, simplesmente, **decimais**.

Os números na forma decimal, também chamados de **racionais não inteiros**, são compreendidos mais facilmente quando comparados e representados na reta numérica – em vez de usar a representação fracionária dos números racionais não inteiros.

A utilização das calculadoras e dos computadores no dia a dia tem contribuído bastante para uma “popularização” dos decimais.

Você já ouviu falar nas frações decimais? São aquelas que possuem denominadores 10, 100, 1 000 etc. Na forma decimal, são representadas respectivamente por 0,1; 0,01; 0,001.

Assim, frações do tipo  $\frac{7}{10}$  são lidas como 7 décimos e podemos representar como 0,7. Já uma deste tipo  $\frac{13}{100}$  são lidas como 13 centésimos e podemos representar como 0,13. E assim por diante, com denominadores que são potências de 10.

Por isso, toda fração decimal pode ser transformada em um número decimal e vice-versa. Os números decimais apresentam uma parte inteira (que fica antes da vírgula) e uma parte decimal (que fica depois da vírgula). Podemos, também, utilizar a mesma representação posicional do nosso sistema de numeração, que é decimal.

Desse modo, o primeiro número depois da vírgula representa o décimo (10 décimos = 1 unidade); o segundo número depois da vírgula representa o centésimo (10 centésimos = 1 décimo); o terceiro número depois da vírgula representa o milésimo (10 milésimos = 1 centésimo).

	Unidade	Décimo	Centésimo	Milésimo
1	1,	0	0	0
$\frac{1}{10} = 0,1$	0,	1	0	0
$\frac{0,1}{10} = 0,01$	0,	0	1	0
$\frac{0,01}{10} = 0,001$	0,	0	0	1
...	0,	0	0	0...

Para comparar dois números decimais, observamos primeiro a parte inteira (antes da vírgula). Caso tenham a mesma parte inteira, devemos comparar a parte decimal (que está depois da vírgula). Para facilitar a comparação, podemos igualar o número de algarismos completando com zeros. Vamos tomar como exemplo os números 3,5 e 3,453. Qual é maior?

Como a parte inteira é igual, igualemos as casas na parte decimal (após a vírgula):

$$3,500 \text{ ————— } 3,453$$

Neste caso, 500 milésimos é maior que 453 milésimos. Concluimos, assim, que 3,5 é maior que 3,453.

Devemos lembrar que acrescentar um, dois ou mais zeros à direita de um número decimal não altera seu valor. Assim, por exemplo, 2,03 tem o mesmo valor que 2,03000.

E a adição ou subtração de racionais não inteiros na forma decimal? Vamos apresentar duas formas e você escolhe qual usar.

### Estratégia 1

Já que todo decimal pode ser transformado em fração decimal, podemos transformá-lo e depois adicionar as frações:

$$1,3 + 2,7 + 0,6 = \frac{13}{10} + \frac{27}{10} + \frac{6}{10} = \frac{46}{10} = 4,6$$

### Estratégia 2

Escreva um número abaixo do outro, respeitando seu valor posicional, ou seja, a parte inteira (antes da vírgula) e a parte não inteira (após a vírgula), deixando dezena abaixo de dezena, unidade abaixo de unidade, décimo abaixo de décimo, centésimo abaixo de centésimo, e assim sucessivamente.

$$\begin{array}{r} 1,3 \\ + 2,7 \\ \hline 0,6 \\ \hline 4,6 \end{array}$$

Como fazer para multiplicar os racionais escritos na forma decimal?

Para multiplicar decimais por 10 ou suas potências, devemos manter os algarismos do número e deslocar a vírgula uma, duas, três casas, de acordo com os expoentes das potências de 10. Por exemplo:

	Unidade	Décimos	Centésimos	Milésimos
0,035	0,	0	3	5
$0,035 \times 10 = 0,35$	0,	3	5	0
$0,035 \times 100 = 3,5$	3,	5	0	0
$0,035 \times 1000 = 35$	35,	0	0	0

Assim, para multiplicar um decimal por um número inteiro, podemos primeiro transformar o número decimal em número inteiro, multiplicando-o pela potência de 10 mais conveniente. Em seguida, efetuamos a multiplicação dos dois números inteiros.

Finalmente, dividimos o produto pela potência de 10 escolhida anteriormente. Por exemplo, vamos multiplicar 3,12 por 12:

$$3,12 \times 100 = 312$$

(100 é o mais conveniente, pois temos duas casas após a vírgula). Agora efetuamos a multiplicação de 312 por 12, que resulta em um produto 3744.

Dividimos o produto 3744 por 100:

$$3744 \div 100 = 37,44$$

Então, temos  $3,12 \times 12 = 37,44$

Agora, vamos multiplicar 2,17 por 4,1:

$$2,17 \times 100 = 217$$

$$4,1 \times 10 = 41$$

Então, efetuamos a multiplicação de 217 por 41, obtendo o produto 8897.

Dividimos o produto por 100:

$$8897 \div 100 = 88,97$$

E, finalmente, esse resultado por 10:

$$88,97 \div 10 = 8,897$$

Assim,  $2,17 \times 4,1 = 8,897$ .

E na divisão, como podemos fazer?

Para a divisão de dois racionais não inteiros escritos na forma decimal, seria importante lembrar primeiro que, quando multiplicamos o dividendo e o divisor por um mesmo número (não nulo), o resultado da divisão (quociente) não se altera. Então, uma sugestão seria multiplicarmos o dividendo e o divisor por um mesmo número (uma potência de 10 convenientemente escolhida, ou seja, 10, 100, 1000 etc.), de tal maneira que se tornem inteiros e, em seguida, fazemos a divisão desses inteiros. Por exemplo, vamos dividir 3,3 por 0,55. Para que os dois valores se tornem inteiros simultaneamente, devemos multiplicá-los por 100 ( $10^2$ ), dessa forma:

$$3,3 \times 100 = 330$$

$$0,55 \times 100 = 55$$

Dividimos então 330 por 55, obtendo como quociente 6.

Tal fato se justifica, já que a multiplicação da razão  $\frac{33}{0,55}$  por  $\frac{100}{100}$  equivale a  $\frac{330}{55}$ , pois  $\frac{100}{100}$  é o mesmo que 1, elemento neutro da multiplicação. Assim, entende-se por que o resultado não se altera.

$$\frac{33}{0,55} \times \frac{100}{100}$$

## PORCENTAGEM

A palavra “porcentagem” ou “percentagem” vem de “por cento”, que significa “a cada cem”. Dessa forma, 50% significa 50 por 100, ou seja, 50 a cada 100. A frase “vinte por cento das pessoas preferem pagar a prazo” significa que, de 100 pessoas, 20 preferem

pagar a prazo. Assim, é importante ter em mente que 50% corresponde a  $50 \div 100 = 0,5$  e que 20% corresponde a  $20 \div 100 = 0,2$ .

Suponhamos que eu tenha ido pela manhã ao supermercado comprar frutas. No total foram 20 unidades, sendo 8 tangerinas e 12 laranjas. Então, das frutas que comprei, 40% eram tangerinas e 60% eram laranjas. Vejamos se essas porcentagens estão corretas?

Do ponto de vista da quantidade relativa de tangerinas ou de laranjas, no total de frutas podemos estabelecer o seguinte raciocínio:

Se eu tivesse comprado 100 frutas (uma quantidade cinco vezes maior) deveria comprar  $5 \times 8 = 40$  tangerinas e  $5 \times 12 = 60$  laranjas, para ter a mesma proporção de cada uma das frutas em relação ao total. Lembre-se de que já estudamos proporções.

Observe que a maneira de expressar matematicamente essas relações é:

$$\frac{8}{20} = \frac{40}{100} = 40\% \text{ eram tangerinas (multiplicamos a razão por } \frac{5}{5} \text{)}$$
$$\frac{12}{20} = \frac{60}{100} = 60\% \text{ eram laranjas (multiplicamos a razão por } \frac{5}{5} \text{)}$$

O exemplo acima mostra que as frações percentuais podem se apresentar com um denominador diferente de 100.

É importante destacar que outras denominações, como índice ou taxa percentual, são usadas como sinônimos de porcentagem.

Observe outros exemplos:

**a)** Calcular 25% de R\$ 120,00:

120 corresponde a 100% e 25 é  $\frac{1}{4}$  de 100. Sendo assim, basta calcular  $\frac{1}{4}$  de 120, para encontrar o resultado 30.

Dessa forma, para calcular 25% de R\$ 120,00 podemos proceder assim:

$$25\% \times 120 = \frac{25}{100} \times 120 = \frac{1}{4} \times 120 = \frac{120}{4} = 30$$

Ou seja, 25% de R\$ 120,00 correspondem a R\$ 30,00.

Poderíamos também ter calculado por meio de uma regra de três simples. Veja:

120 está para x, assim como 100% está para 25%	
Quantia (R\$)	Porcentagem (%)
120	100
x	25

Quantia e porcentagem são grandezas diretamente proporcionais, ou seja, podemos dizer que se aumentarmos a porcentagem, a quantia também aumentará na mesma proporção.

$$\frac{120}{x} = \frac{100}{25} \Rightarrow x = \frac{3\,000}{100} = 30 \text{ reais}$$

Chegamos ao mesmo resultado anteriormente encontrado.

**b)** Calcular 32% de R\$ 340,00:

$$32\% \times 340 = \frac{32}{100} \times 340 = 0,32 \times 340 = 108,80$$

A resposta é R\$ 108,80.

- c) Comprei um carro por R\$ 20 000 e o vendi por R\$ 25 000. Qual foi a porcentagem de lucro que obtive?

Lucro:  $25\,000 - 20\,000 = 5\,000$  (diferença entre o preço de venda e o preço que paguei). Agora verifico quanto isso representa de lucro.

$$\frac{5\,000}{20\,000} \text{ é o mesmo que } \frac{1}{4} = 0,25 = \frac{25}{100} = 25\%$$

Então, o lucro obtido na venda do carro é de 25%.

- d) O preço de um imóvel sofreu um aumento de 20%, passando a custar R\$ 42 000,00. Qual era o preço desse imóvel antes do aumento?

Vamos estabelecer uma regra de três entre a porcentagem e o preço:

Lembremos de que, antes do aumento, o imóvel valia 100%, porém, com um aumento de 20%, o imóvel passará a valer 120%.

**42 000 está para x assim como 120% está para 100%**

Preço (R\$)	Porcentagem (%)
42 000	120
x	100

Preço e porcentagem são grandezas diretamente proporcionais, ou seja, podemos dizer que, se aumentarmos a porcentagem, o preço também aumenta proporcionalmente. Assim,

$$\frac{42\,000}{x} = \frac{120}{100} \Rightarrow x = \frac{4\,200\,000}{120} = 35\,000$$

Logo, o preço antes do aumento era de R\$ 35 000,00.

#### ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

##### *Técnico em gestão financeira*

Saber calcular juros, prever despesas e estimar a lucratividade de um produto ou empresa é fundamental para um técnico em gestão financeira. Seus conhecimentos são aplicados para organizar e gerenciar empresas e negócios, visando eficiência e lucratividade, nos quadros atuais do sistema econômico em que vivemos.

Esse profissional ocupa um lugar estratégico na organização, acompanhando contas e conduzindo as negociações financeiras das empresas. Além disso, desempenha tarefas com outros profissionais no planejamento e gerenciamento de recursos humanos, quanto ao patrimônio empresarial, investimentos ou supervisão de estoques. É um dos responsáveis diretos por itens como folha de pagamentos, regime de contratação, programas de treinamen-

to e outros. Atua em conexão com outras áreas de uma empresa, desde a administração até a comunicação empresarial, marketing, vendas e recursos humanos.

Conforme sua especialização, pode atuar em praticamente todos os setores administrativos de empresas públicas ou privadas, dedicando-se à gestão de estabelecimento comercial ou de serviços ou ainda administrar o próprio negócio.

Para executar suas tarefas, esse gestor deve reunir os recursos disponíveis na empresa em que trabalha e avaliar tendências de mercado para o setor. Participa também da definição de estratégias de publicidade e preços e das relações com clientes e fornecedores. Ele também deve estar a par e analisar balanços contábeis,

faturamento, estoques, fluxos de caixa e investimentos. A informação é, portanto, uma matéria-prima básica em suas atividades.

**Formação escolar exigida:** Ensino técnico completo (2 a 3 anos).

**Área de atuação:** O profissional dessa área pode trabalhar em empresas de diferentes portes e setores da economia, tais como as dos segmentos de logística, no setor publicitário, turístico e de telemarketing, em geral integrando as equipes de crédito, cobrança ou gestão orçamentária. Há ainda um amplo mercado para os autônomos, como na gestão de grandes eventos e consultorias. Poderá complementar sua formação com o ensino superior, em diversos cursos, tais como os de ciências contábeis, economia, administração e marketing.

## ENTENDENDO O SIGNIFICADO DOS JUROS

Vamos agora retomar nossa discussão sobre juros. Juros é a remuneração que incide sobre um capital. Existem dois tipos de juros que devemos considerar: os **juros simples** e os **compostos**. Por ora, estudaremos os juros simples. Os juros compostos serão estudados mais à frente, no estudo das funções. A seguir, observe a situação:

TV 29" Modelo XP – Tela Plana  
 Preço à vista: R\$ 799,00 ou em 12 × R\$ 70,00.



Ilustração digital: Conexao Editorial

Você deve ter notado que o valor da TV para pagamento à vista é um pouco mais baixo do que para pagamento a prazo.

Considerando que o vendedor utilizou os juros simples para fazer o parcelamento da compra da TV, houve um acréscimo sobre o total devido. Nesse caso, ele foi de 5,13%. A dívida total, incluindo os juros, foi dividida em 12 parcelas iguais. Observe, a seguir, exemplos que envolvem porcentagens e sugestões de cálculo e mais à frente trataremos dos juros simples com maior profundidade.

**Exemplo 1:** Uma bicicleta custa R\$ 1020,00 e seu dono quer vendê-la com lucro de 10%. Por quanto ele venderá a bicicleta?

Resolução: Como 10% correspondem a  $\frac{1}{10}$  de 100, então 10% de R\$ 1020,00 é o mesmo que  $\frac{1}{10}$  de R\$ 1020,00, o que dá  $\frac{1020}{10} = 102$ . Logo, a bicicleta será vendida por R\$ 1020,00 (valor inicial) + R\$ 102,00 (lucro) = R\$ 1122,00.

**Exemplo 2:** Uma bicicleta custava R\$ 860,00 e seu dono a vendeu por R\$ 920,00. Qual a porcentagem equivalente ao lucro?

Resolução: nesse caso, podemos fazer os cálculos determinando a porcentagem sobre a diferença:

$$R\$ 920,00 - R\$ 860,00 = R\$ 60,00 \text{ (aumento)}$$

Estabelecemos então uma proporção entre a porcentagem e o preço:

**860 está para 60, assim como 100% está para x%:**

Preço (R\$)	Porcentagem (%)
860	100
60	x

Preço e porcentagem são grandezas diretamente proporcionais, ou seja, podemos dizer que, se aumentarmos a porcentagem, o preço também aumentará proporcionalmente. Assim,

$$\frac{860}{60} = \frac{100}{x} \Rightarrow 860x = 6000 \Rightarrow x = \frac{6000}{860} = 6,9767$$

Assim,  $x\% = 6,9767\%$ .

Portanto, o lucro é de, aproximadamente, 6,98%.

**Exemplo 3:** Uma bicicleta foi vendida por R\$ 990,00, gerando um lucro de 10% para o dono. Qual era o valor da bicicleta?

Resolução: R\$ 990,00, preço pelo qual a bicicleta foi vendida, já inclui o lucro. Consideramos, assim, que R\$ 990,00 correspondem a 110% e calculamos o valor correspondente a 100% estabelecendo uma proporção:

Preço (R\$)	Porcentagem (%)
x	100
990	110

Preço e porcentagem são grandezas diretamente proporcionais. Assim,

$$\frac{x}{990} = \frac{100}{110} \Rightarrow 110x = 99000 \Rightarrow x = \frac{99000}{110} = 900$$

Logo, o preço inicial da bicicleta era de R\$ 900,00.

De onde vem a expressão  $J = c \cdot i \cdot n$ , que se refere ao cálculo dos juros simples?

Os juros simples são calculados unicamente sobre o capital inicial. Assim, nessa expressão,  $J$  indica os juros resultantes da aplicação de um capital,  $c$  indica o capital inicial aplicado,  $i$  indica a taxa de juros (por exemplo:  $2\% = 0,02$ ), e  $n$ , o tempo que o capital será aplicado. Quando aplicamos um capital ( $c$ ) durante um período de tempo ( $n$ ), es-

peramos obter um rendimento (juro). Após este período, o capital se transformará em valor capitalizado – chamado de montante –, que será o capital aplicado acrescido do rendimento (juros) obtido durante o período de aplicação. A taxa de aplicação pode ser expressa ao dia, ao mês, ao ano, entre outras unidades de tempo.

Assim, quando os cálculos forem efetuados, o tempo de aplicação deve ser expresso na mesma unidade utilizada para a taxa. Em outras palavras, se a taxa é mensal, então o tempo deve ser indicado em meses, e assim por diante.

Por exemplo:

Calcule os juros simples obtidos e o montante de uma aplicação de R\$ 1 000,00, à taxa de 10% ao mês, durante 4 meses.

O período da taxa e o período de aplicação estão na mesma unidade: mês.

Assim:

juros no 1º mês	juros no 2º mês
$J_1 = 0,1 \times 1\,000 = 100$	$J_2 = 0,1 \times 1\,000 = 100$
juros no 3º mês	juros no 4º mês
$J_3 = 0,1 \times 1\,000 = 100$	$J_4 = 0,1 \times 1\,000 = 100$

O total dos juros nos 4 meses é:  $J_T = J_1 + J_2 + J_3 + J_4 = 100 + 100 + 100 + 100 = 100 \times 4 = 400$ .

Para o cálculo do montante (valor a ser resgatado no futuro), temos que adicionar ao capital inicial o valor da remuneração (juros).

$$M = C + J_T = 1\,000 + 400 = 1\,400$$

Veja que poderíamos também ter resolvido da seguinte forma:

$J = c \cdot i \cdot n$  (capital inicial multiplicado pela taxa mensal – que é fixa – e multiplicado ainda pelo período de tempo desta aplicação)

$$J = 1\,000 \times 0,10 \times 4 = 100 \times 4 = 400$$

### Unidades de medidas diferentes

Quando o tempo de aplicação ( $n$ ) e o período da taxa ( $i$ ) apresentarem unidades diferentes, devemos promover uma transformação para trabalhar sempre com a mesma unidade de tempo.

Por exemplo:

Imagine um problema em que o tempo seja  $n = 4$  meses

e a taxa de aplicação  $i = 36\%$  ao ano. Podemos transformar a taxa:

$$\frac{36\%}{12} = 3\% \text{ ao mês (já que o ano tem 12 meses)}$$

Ou o tempo de aplicação:

$$\frac{4}{12} = \frac{1}{3}, \text{ visto que 4 meses representam } \frac{1}{3} \text{ de um}$$

ano.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Qual o juro exato de um capital de R\$ 10 000,00 que é aplicado por 40 dias à taxa de 36% ao ano?

2. Etec (2008) O Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), cobrado no início de cada ano, corresponde a 4% do valor de tabela dos veículos movidos a gasolina e a 3% do valor de tabela dos veículos movidos a álcool. Sabendo-se que João pagará R\$ 1 015,88 de IPVA de seu veículo movido a gasolina, qual o valor de tabela do carro de João?
- a) R\$ 25 397,00      b) R\$ 30 476,40      c) R\$ 33 862,67      d) R\$ 40 635,20      e) R\$ 71 111,60
3. Etec (2008, adaptado) João, sua esposa e seus dois filhos decidiram passar uma semana de férias, no mês de janeiro de 2008, em uma pousada em Florianópolis (SC). De acordo com a tabela de preços abaixo, o valor da estadia de João e sua família e o valor do sinal necessário para garantir sua reserva serão de, respectivamente:

Pousada Brilho Eterno – faça a sua reserva!					
Aptos.	maio/novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	março/abril
2 pessoas (diária)	R\$ 35,00	R\$ 40,00	R\$ 89,00	R\$ 78,00	R\$ 40,00
4 pessoas (diária)	R\$ 45,00	R\$ 55,00	R\$ 119,00	R\$ 98,00	R\$ 55,00
6 pessoas (diária)	R\$ 53,00	R\$ 68,00	R\$ 139,00	R\$ 128,00	R\$ 68,00

Obs.: Sinal de 30% (depósito bancário)

- a) R\$ 623,00 e R\$ 186,90.    b) R\$ 833,00 e R\$ 24,99.    c) R\$ 833,00 e R\$ 249,90.    d) R\$ 686,00 e R\$ 20,58.    e) R\$ 686,00 e R\$ 205,80.
4. Apliquei a importância de R\$ 30 000,00 em um banco da cidade pelo prazo de 3 meses, à taxa de juros simples de 1,2% ao mês. Qual o valor dos juros que tenho a receber?

5. Calcule os juros de um capital de R\$ 1 000,00 aplicado à taxa de juros simples de 24% ao ano, durante 9 meses.

#### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

##### LIVRO



##### NA VIDA DEZ, NA ESCOLA ZERO

A obra analisa a Matemática na vida cotidiana entre jovens e adultos que não puderam aprender na escola o suficiente para solucionar os problemas matemáticos que enfrentam diariamente. Ou seja, a vida também nos obriga a aprender Matemática.

CARRAHER, Terezinha Nunes; CARRAHER, David Wilian; SCHLIEMANN, Analúcia Dias. *Na vida dez, na escola zero*. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

##### SITES



##### INSTITUTO DE CRIMINALÍSTICA DO PARANÁ

Dicas de regras básicas para o preenchimento de cheques.

Disponível em: <[www.ic.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=11](http://www.ic.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=11)>. Acesso em: 24 nov. 2011.



##### PORTAL DO CIDADÃO

O site reúne todos os serviços oferecidos pelo Governo do Estado de São Paulo, informando, inclusive, sobre impostos e créditos para empreendedores.

Disponível em: <[www.cidadao.sp.gov.br](http://www.cidadao.sp.gov.br)>. Acesso em: 24 nov. 2011.

##### FILME

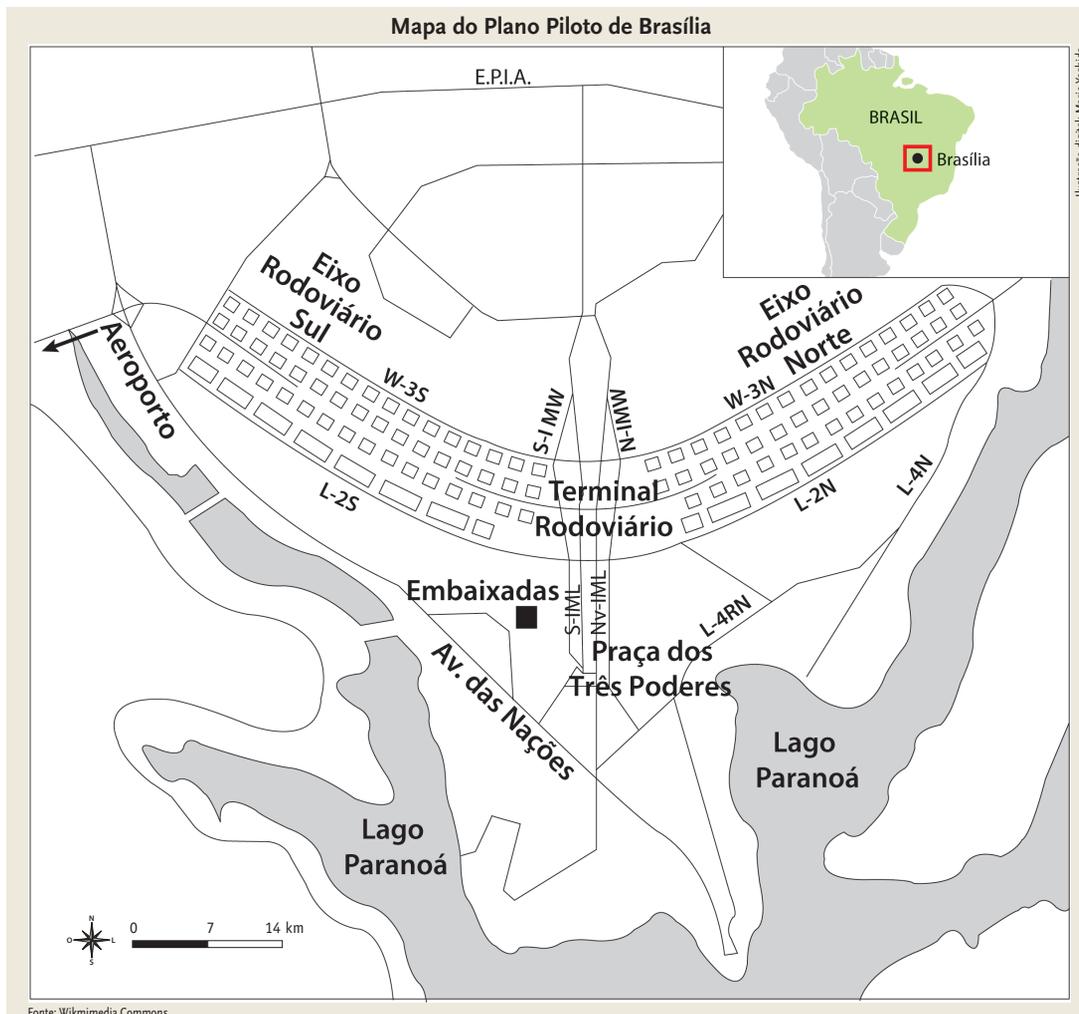


##### O ESPELHO TEM DUAS FACES

Rose, excelente professora de literatura, espera uma grande paixão. Gregory, professor de matemática, decepcionado com relacionamentos apaixonados, busca a união sem sexo, baseada na amizade e no respeito. Eles começam a namorar e Rose dá algumas dicas a Gregory para melhorar as suas aulas.

Direção de Barbra Streisand. EUA, 1996, 126 min.

Você conhece Brasília? Observe uma imagem do Congresso Nacional e o mapa do Plano Piloto da cidade.



Brasília, que está a 1 160 km do Rio de Janeiro e a 1 010 km de São Paulo, foi construída em 2 mil dias para ser o centro do poder no país. Inaugurada pelo então presidente Juscelino Kubitschek, em 21 de abril de 1960, a capital brasileira é a mais conhecida dentre as cidades planejadas no século XX, além de ser um marco do urbanismo e da arquitetura contemporâneos. O Plano Piloto de Brasília foi assinado pelo urbanista Lúcio Costa, que concorreu com 21 outros projetos de **planejamento urbano**.

#### GLOSSÁRIO

**Planejamento urbano:** é a disposição dos assentamentos humanos e de todas as suas necessidades de infraestrutura no espaço urbano. Essa organização envolve aspectos não somente físico-espaciais, mas também e, principalmente, políticos e sociais.

Que diferenças observamos entre Brasília e outras cidades brasileiras, como São Paulo, Salvador ou Manaus?

Como já dissemos, Brasília foi construída a partir de um **plano piloto**. Totalmente planejada, a cidade é formada pelas asas Sul e Norte e pela parte central do “avião” (veja o mapa e repare como o “desenho” da cidade se assemelha à imagem de um avião). Nessa parte central estão localizadas a Esplanada dos Ministérios, o Terminal Rodoviário, a Torre de Televisão, o setor esportivo (o ginásio Nilson Nelson e o estádio Mané Garrincha) além da sede do governo no Distrito Federal.

Brasília é cortada por duas grandes pistas: a primeira, chamada “Eixão”, corta a capital no sentido Norte-Sul, e a segunda, chamada “Eixo Monumental”, corta a cidade no sentido Leste-Oeste. Pelas asas Sul e Norte estão distribuídas as superquadras residenciais.

A capital federal foi concebida para ser uma cidade sem bairros. Contudo, como acontece com muitos municípios, Brasília teve um crescimento populacional significativo ao longo dos anos e, a despeito de seu planejamento inicial, núcleos de moradias surgiram em seu entorno e formaram o que hoje conhecemos como cidades-satélite.

Sem entrar no mérito dos aspectos sociais que podem favorecer ou desfavorecer o planejamento de uma cidade, é importante termos em mente que um urbanista, ao se dispor a fazer esse planejamento, precisa dominar alguns conhecimentos que envolvem a Matemática. Por exemplo, para definir como seriam as ruas e avenidas de Brasília, era fundamental que Lúcio Costa determinasse onde seriam os cruzamentos, quais vias deveriam ser paralelas e assim por diante. Ou seja, ele precisava conhecer as possibilidades de posicionamento de uma reta em relação a outras retas.

Podemos dizer que dadas duas retas em um plano, existem três possibilidades de posicionamento entre elas: elas se cruzam em um único ponto (**retas concorrentes**), elas não se cruzam (**retas paralelas**) ou elas têm todos os pontos em comum (**retas coincidentes**).

No exemplo, as retas  $r$  e  $s$  concorrentes se cruzam em um único ponto, que é o  $P$ .

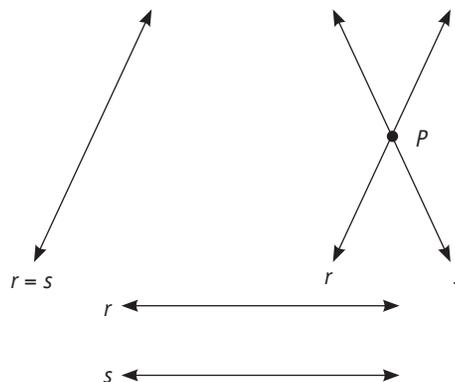


Figura 1: Retas coincidentes, retas concorrentes e retas paralelas.

## LOCALIZAÇÃO ENTRE DOIS EIXOS

Voltemos a refletir sobre Brasília. Imagine chegar à cidade que você ainda não conhece. O que fazer? Como chegar aos pontos turísticos?

Para isso, você pode comprar um mapa da cidade e visitar os pontos turísticos.

Digamos que você queira conhecer primeiro o Congresso Nacional, onde o Poder Legislativo toma as decisões que afetam a vida de todos os brasileiros.

Você olha no relógio (são 13 horas) e, ao observar o mapa, consegue localizar sua posição e a do Congresso Nacional:

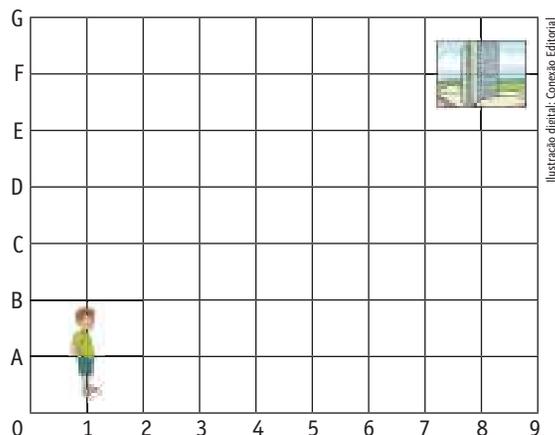


Figura 2: Esquema de coordenadas de um mapa.

Veja no mapa onde você está e aonde você quer chegar.

Nesse esquema, sua localização pode ser indicada pelo ponto  $(1, A)$ . Você é capaz de dizer qual a localização do Congresso Nacional?

Se você disse  $(8, F)$ , acertou. Esse par (número, letra) é o que nós podemos chamar de coordenadas da sua localização em relação ao esquema reticulado de coordenadas do mapa.

Na Matemática, chamamos isso de **sistema de coordenadas cartesianas** (retangulares) ou **plano cartesiano**, ou seja, é um esquema reticulado necessário para especificar pontos em um determinado “plano” com duas dimensões. **Cartesiano** é um adjetivo que se refere ao matemático e filósofo francês René Descartes, que desenvolveu a ideia desse sistema.

Um sistema de eixos ortogonais no plano é constituído de duas retas orientadas,  $x$  e  $y$ , perpendiculares entre si. Nessas retas é estabelecida uma série de convenções (que são arbitrárias). A reta orientada  $x$  é denominada de eixo  $x$ , ou eixo das abscissas, e é positivo à direita da origem das coordenadas e negativo à esquerda. A reta orientada  $y$  é denominada de eixo  $y$ , ou eixo das ordenadas, e é positivo acima da origem das coordenadas e negativo abaixo.

Assim, para localizar um ponto num plano cartesiano, fazemos o seguinte: o primeiro número do par ordenado deve ser localizado no eixo das abscissas (eixo  $x$ ), na horizontal, e o segundo número do par ordenado deve ser localizado no eixo das ordenadas (eixo  $y$ ), na vertical. No encontro das perpendiculares  $x$  e  $y$ , determinamos o ponto procurado.

Notamos que os eixos coordenados dividem o plano em quatro regiões, que chamamos de primeiro, segundo, terceiro e quarto quadrantes, como na figura 3, apresentada a seguir.

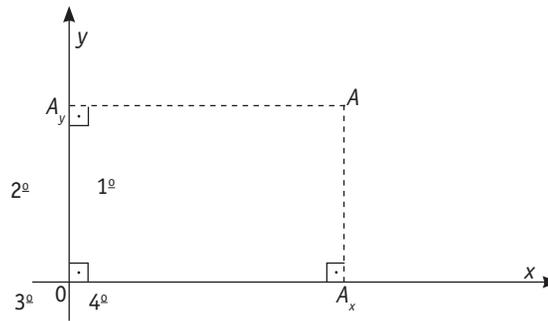


Figura 3: Sistema de coordenadas cartesianas e as divisões em quadrantes.

Por convenção, os pontos dos eixos não pertencem a nenhum quadrante. O primeiro quadrante é o conjunto de todos os pontos  $(x, y)$  do plano para os quais  $x > 0$  e  $y > 0$ ; o segundo quadrante é o conjunto de todos os pontos  $(x, y)$  do plano para os quais  $x < 0$  e  $y > 0$ ; no terceiro temos  $x < 0$  e  $y < 0$  e, no quarto,  $x > 0$  e  $y < 0$ .

Veja, por exemplo, a localização do ponto  $(4, -3)$  na figura 4.

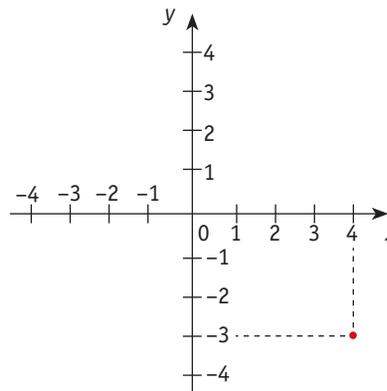
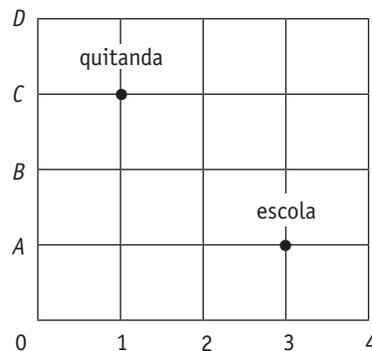


Figura 4: Exemplo de localização de um ponto no plano cartesiano.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

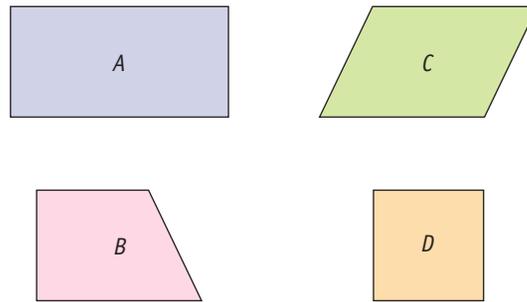
1. Observe o esquema com a localização de uma escola e uma quitanda:



Se nesse esquema a quitanda pode ser indicada pelo ponto  $(1, C)$ , então a escola pode ser indicada pelo ponto:

- a)  $(3, A)$
- b)  $(A, 3)$
- c)  $(3, C)$
- d)  $(C, 1)$

2. Encceja (2006)



Os quadriláteros acima têm pelo menos um par de lados paralelos. Entre as opções apresentadas, assinale a que tem o mesmo significado da afirmação feita.

- a) Os quadriláteros não têm lados paralelos.
- b) Os quadriláteros têm mais do que dois lados paralelos.
- c) Um quadrilátero tem um par de lados paralelos.
- d) Os quadriláteros têm um ou dois pares de lados paralelos.

## OS ÂNGULOS E O COTIDIANO

Voltemos para a nossa visita a Brasília. Você verificou que eram 13 horas quando chegou à cidade e, próximo ao Congresso Nacional, verifica que já são 14 horas, ou seja, duas horas da tarde. Os ponteiros do relógio formam um ângulo limitado pelo ponteiro maior e pelo ponteiro menor.

O ponteiro maior do relógio, ao percorrer os 60 minutos, deu uma volta completa, correspondente ao intervalo entre 13 e 14 horas. Nesse caso, determinou o que podemos chamar de **ângulo de giro**, ou seja, percorreu  $360^\circ$ .

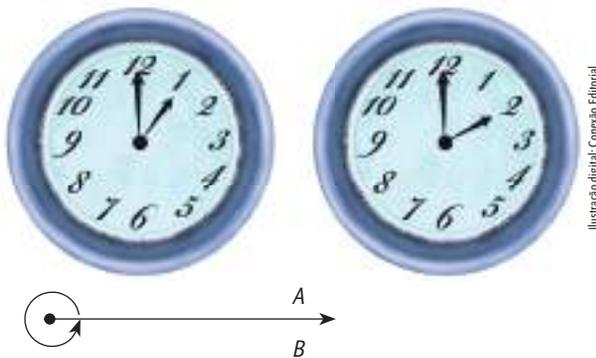


Figura 5: Ângulo de giro.

Mas, então, o que podemos chamar de ângulo?

O conceito de ângulo está associado a várias ideias distintas, porém interligadas, como inclinação, rotação, região, abertura, orientação, direção, entre outras.

Consideremos duas semirretas ou dois segmentos de reta com a mesma origem. A reunião de dois segmentos de reta orientados (ou duas semirretas orientadas) a partir de um ponto comum é chamada de ângulo. Na figura 6, as semirretas  $OA$  e  $OB$  formam dois ângulos, com vértice  $O$ , que pode ser indicado por  $A\hat{O}B$ ,  $\hat{O}$  ou, ainda,  $B\hat{O}A$ .

### GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global)

Trata-se de um sistema de posicionamento geográfico que nos dá as coordenadas de um lugar da Terra, desde que tenhamos um receptor de sinais de GPS. Esse sistema foi desenvolvido pelo departamento de defesa norte-americano para ser utilizado com fins civis e militares.

Nossa posição sobre a Terra é referenciada em relação ao Equador e ao meridiano de Greenwich e é definida por três números: a latitude, a longitude e a altitude. Os aeroportos, por exemplo, têm três coordenadas bem determinadas, que ficam escritas em grandes cartazes perto das pistas, e os sistemas automáticos de navegação aérea usam essa informação para calcular as trajetórias entre os aeroportos.

Hoje, com o avanço da tecnologia, já dispomos até de celulares com GPS.

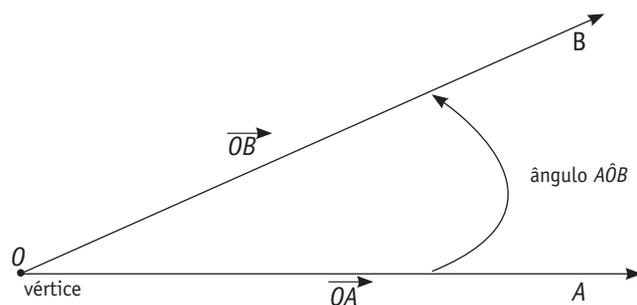


Figura 6: Ângulo  $A\hat{O}B$  ou  $\hat{O}$ .

O ângulo  $A\hat{O}B$  está orientado positivamente se o arco foi construído no sentido anti-horário, enquanto o ângulo  $B\hat{O}A$  está orientado negativamente, isto é, o arco foi construído no sentido horário, o sentido seguido pelos ponteiros de um relógio.

No triângulo a seguir, podemos identificar que os ângulos internos estão representados por  $\hat{a}$ ,  $\hat{b}$  e  $\hat{c}$ ; e os ângulos externos por  $\hat{A}$ ,  $\hat{B}$  e  $\hat{C}$ .

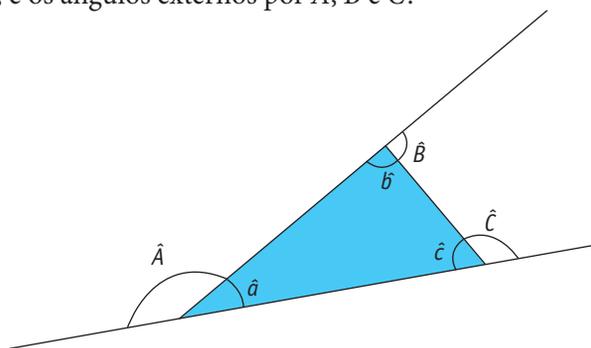


Figura 7: Triângulo e ângulos internos e externos formados por seus lados.

## TRABALHANDO COM ÁREAS E PERÍMETROS DE FIGURAS

Na geometria, as questões relacionadas com medida despertam curiosidade. De fato, medidas nos dão informações muito valiosas do mundo ao nosso redor e nos orientam na ocupação de nossos espaços. Por exemplo, se estamos reformando o piso da casa onde moramos, precisamos selecionar o tipo de lajota que usaremos para revesti-lo e calcular, aproximadamente, quantas lajotas serão necessárias para revestir todo o piso. Essas tarefas envolvem, entre outras coisas, a observação das relações existentes entre os comprimentos, as áreas e os volumes dos objetos com os quais trabalharemos.

Sabemos que, tanto em nosso cotidiano como em muitas profissões, é importante a realização de medições e, com isso, o desenvolvimento da capacidade de manipulação de instrumentos de medida. Hoje, a evolução tecnológica, entre outros aspectos, está associada ao grau de precisão nas medidas.

Assim, frequentemente, nos vemos em situações nas quais devemos medir alguma coisa: pesar uma quantidade de carne, saber a área de um terreno, calcular o volume de água que abastece a cidade, medir a temperatura de uma criança com febre etc.

Em cada uma dessas situações, e em muitas outras, precisamos fazer medições. Saber efetuar medições é uma atividade significativa, pode nos ajudar a compreender melhor o mundo onde vivemos.

Um fato curioso relacionado a esses números é que eles podem ser encontrados de maneiras diferentes: estimando um resultado ou apontando uma medição direta.

Assim, quando respondemos à pergunta “Quantos jogadores foram convocados para a seleção brasileira?”, basta contar o número de jogadores que compõe o quadro, pois esse número é limitado, e cada jogador corresponde a um número inteiro positivo. Não poderiam existir 2,8 jogadores!

O significado da palavra **medir** (nas situações que implicam conjunto de pessoas, de animais, de bolinhas de gude, por exemplo) é o de contar elementos que podem ser separados um a um, pois são grandezas discretas. Nesses casos, as medidas são associadas ao conjunto dos números inteiros.

Já questões do tipo “Qual é a distância entre São Paulo e Rio de Janeiro?” ou “Quantos quilos de carne preciso comprar para um churrasco?” não podem ser respondidas com uma simples contagem, uma vez que distância e peso são grandezas contínuas, isto é, não são quantidades constituídas por partes que possam ser contadas, de modo que são medidas de outra forma.

É importante ficar claro que nesses casos também medimos, só que as quantidades envolvidas podem ser expressas, dependendo da situação, por números inteiros e não inteiros associados ao conjunto dos números reais. Por exemplo, quando compramos 0,5 kg ou  $\frac{1}{2}$  kg de carne, estamos comprando a mesma quantidade de carne, certo?

No cotidiano, as pessoas fazem pesagens, medem objetos, imaginam a distância que ainda têm de percorrer até determinado lugar ou delimitam um terreno para plantação, entre tantas outras possibilidades. Assim, medir pode ter diversos significados para diferentes pessoas e profissões.

### **Você sabia que a área e o perímetro de figuras são quantidades contínuas?**

Portanto, salientemos o fato de que toda quantidade pode ser medida, mas que, para isso, é preciso distinguir aquela que pode ser contada uma a uma e expressa por um número inteiro (número de pessoas, animais, gols etc.) daquela que não pode ser contada uma a uma (comprimento, peso etc.) e é expressa tanto por números inteiros positivos como por números racionais positivos não inteiros.

A medida pode ser considerada ainda um meio bastante rico para o estabelecimento de conexões dentro da própria Matemática. Por exemplo, as medidas de área e perímetro são elementos que compõem as figuras planas e não planas. A questão da medida aparece no mundo em que vivemos de maneira bem variada e pode ser caracterizada como um instrumento para a comunicação entre as pessoas. Entretanto, a maneira com que devemos utilizar essa medida varia em termos de escalas, códigos e numerais. Por exemplo, a dureza da água é medida em termos do seu conteúdo mineral, a intensidade de um tremor de terra (terremoto) é medida na escala Richter (veja trecho a seguir publicado na *Folha Online*, em 30 de janeiro de 2011, às 17h10):

*O centro do Chile continua exposto a um risco sísmico importante, e um tremor muito poderoso poderá ocorrer, depois do terremoto de 8,8 graus que matou mais de 500 pessoas em fevereiro de 2010, advertiram pesquisadores.*

*Geólogos investigaram uma falha terrestre bem conhecida, que originou desde 1835 seis terremotos, sendo que um deles, ocorrido em 1960, mantém o recorde mundial de magnitude, com 9,5 graus na escala Richter.*

Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/mundo/868097-estudo-aponta-risco-crescente-de-novo-terremoto-no-chile.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/mundo/868097-estudo-aponta-risco-crescente-de-novo-terremoto-no-chile.shtml)>. Acesso em: 19 jan. 2012.

## **ÁREA X PERÍMETRO**

Necessitamos observar o mundo ao nosso redor para construir uma noção de espaço, ou seja, precisamos desenvolver habilidades, tais como a orientação e a localização, para melhor percepção do espaço. Muitas vezes, temos dificuldades no entendimento das medidas, como quando queremos saber qual é a menor distância a percorrer num determinado caminho, quais os limites de uma cidade, qual o tamanho dos lados e o formato de um terreno onde se pretende plantar algo. Para solucionar esses problemas e outros que fazem parte do nosso dia a dia, precisamos ter conhecimentos relacionados às medidas. Por isso, a importância de estudá-las.

Se conhecermos melhor as grandezas contínuas que utilizamos no dia a dia, como comprimento, superfície, capacidade, massa, velocidade, dinheiro, tempo etc., podemos compará-las com outras grandezas de mesma espécie, chamadas **unidades de medida**.

Assim, por exemplo, o comprimento de uma mesa pode ser comparado com o comprimento de 1 cm, isto é, procuraríamos saber “quantas vezes” a unidade 1 cm “cabe” no comprimento desta mesa.

Vamos então comparar grandezas, procurando entender as medidas de comprimento a partir de unidades de medida padronizadas, como o **metro**.

#### *Será que é amplo um terreno de 240 m<sup>2</sup>?*

Você já ouviu falar de “perímetro urbano”?  
E as vias perimetrais de uma cidade, o que será que significam?

## UNIDADES DE MEDIDA

Na Antiguidade, a variedade de coisas a serem mensuradas (desde pequenos objetos a grandes distâncias) e a criatividade levaram o ser humano a utilizar diferentes unidades de medidas, como o palmo, o pé etc. Até hoje, utilizamos partes do corpo, como mãos, braços, pés, para efetuar medições, quando não dispomos de um instrumento com uma unidade mais precisa. No entanto, tais unidades variam de uma pessoa para outra, o que significa dizer que cada pessoa poderia obter medidas diferentes de uma mesma distância.

Para evitar discussões que certamente ocorreram ao longo dos tempos, as unidades de medida foram padronizadas para que fossem utilizadas por todas as pessoas do mundo.

O conjunto formado por todas as unidades padronizadas é chamado **sistema de medidas**. No mundo, existem dois sistemas de medidas que são bastante utilizados: o sistema métrico decimal e o sistema inglês de medidas. O que diferencia um sistema do outro é o tipo de padrão utilizado: no sistema métrico decimal a unidade de comprimento é o metro; no sistema inglês é a polegada.

Neste capítulo, vamos enfatizar o sistema métrico decimal, já que é o mais utilizado em nosso país; o sistema inglês é mais utilizado na Inglaterra e nos Estados Unidos, entre outros países de língua inglesa.

Foi a necessidade de padronização que fez com que, há cerca de um século, cientistas criassem uma unidade de medida universal (padrão) chamada metro, cujo símbolo é o **m**. Usamos frequentemente o metro para medir o comprimento e a largura de um terreno, a altura de um prédio ou de uma pessoa. Porém, para medir comprimentos, maiores ou menores que o metro, necessitamos de medidas que são derivadas dele.

O metro e suas unidades derivadas (múltiplos e submúltiplos) compõem o chamado **Sistema Métrico Decimal (SMD)**. Chamamos esse sistema de métrico porque o metro é sua principal unidade de medida; e de decimal porque seus múltiplos e submúltiplos são obtidos dividindo-se ou multiplicando-se o metro por 10 e suas respectivas potências.

Assim, sabendo que o símbolo do centímetro é **cm**, para transformar, por exemplo, 2,5 cm em metro, dividimos 2,5 por 100, o que significa “andar” com a vírgula duas casas decimais para a esquerda. Com esse raciocínio, concluímos que 2,5 cm correspondem a 0,025 m.

Para medir grandes distâncias, buscamos unidades que tenham comprimentos bem maiores que o metro. Por exemplo, para medir a distância entre uma cidade e outra, usamos a unidade quilômetro (representado por **km**); 1 km equivale a 1000 m e 1 m equivale a 100 cm.

Usando o metro mais de uma vez, podemos fixar comprimento e largura para obter o chamado metro quadrado (**m<sup>2</sup>**) ou, ainda, podemos fixar comprimento, largura e altura para trabalhar com o metro cúbico (**m<sup>3</sup>**).

A seguir, vamos estabelecer quais são as relações existentes entre as unidades de medidas  $m$  e  $m^2$ , bem como os conceitos de perímetro e área.

Sobre o perímetro e a área, o que podemos dizer? Será que eles têm alguma coisa em comum? Serão eles dois conceitos independentes? Vejamos!

Ao cercar um terreno, por exemplo, precisamos medir comprimentos. Isso significa que devemos medir o contorno do terreno para comprar a quantidade certa de material para construir um muro ou uma cerca em torno do terreno. Medir o contorno de um terreno é encontrar seu **perímetro**. Considerando que todo terreno tenha a forma de um polígono, o perímetro pode ser entendido como a soma das medidas dos lados de um polígono.

Da mesma forma, podemos nos referir ao **perímetro urbano**, que significa medir os contornos de uma cidade, os seus limites. Falamos ainda em **perimetral**, que são as avenidas ao redor de uma cidade. Assim, percebemos que, tanto o perímetro urbano como as perimetrais, estão relacionados com o perímetro.

Um aspecto acerca do conceito de perímetro é o que diz respeito à questão da conservação. Ou seja, poderíamos imaginar a seguinte situação: você comprou 80 m de tela para cercar um terreno retangular. Ele será transformado em pasto e abrigará 20 cabeças de gado. Se a forma do terreno for modificada, mantendo constante seu perímetro, o que poderíamos concluir sobre a acomodação das 20 cabeças de gado?

Se a medida do perímetro for constante, ou seja, se considerarmos terrenos retangulares com formatos  $10\text{ m} \times 30\text{ m}$ ,  $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ , ou, ainda,  $2\text{ m} \times 38\text{ m}$ , utilizaremos a mesma quantidade de tela para cercá-los. Contudo, não conseguiremos acomodar da mesma forma, dentro de todas essas possibilidades de configuração do terreno, as 20 cabeças de gado. Isto é, ainda que o perímetro (80 m) do terreno se mantenha, o formato do terreno pode mudar.

Assim, podemos ter problemas na acomodação do gado, pois as dimensões do terreno podem ser insuficientes para isso. Colocar 20 cabeças de gado num terreno com  $2\text{ m} \times 38\text{ m}$  é diferente de colocá-las em um terreno  $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ . Uma coisa é certa, em todos os terrenos acima citados gastaríamos 80 m de tela para cercá-los, mas, possivelmente, só conseguiríamos acomodar bem o gado em um terreno de  $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ , já que os outros, retangulares, seriam muito estreitos ou compridos, como mostra a figura 8.

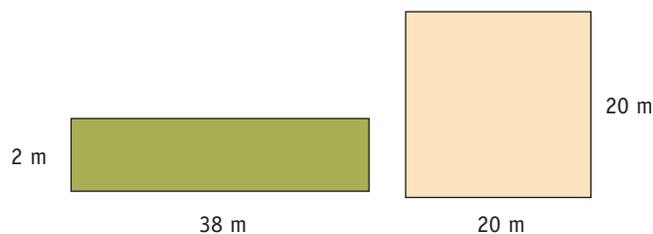


Figura 8: Formatos que o terreno poderia ter.

Para medir comprimentos, precisamos de uma unidade de medida padrão. Essa medida padrão pode ser expressa, por exemplo, pela medida de  $\overline{AB}$ . Se precisarmos medir o comprimento de  $\overline{AB}$ , devemos primeiro escolher a unidade de medida que permitirá a comparação de duas quantidades contínuas de mesma espécie, sendo uma delas tomada como unidade, conforme mostra a figura 9, a seguir:

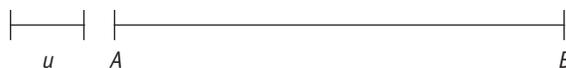


Figura 9:  $\overline{AB}$  e sua medida em relação a  $u$ .

Se colocarmos  $u$  sobre  $\overline{AB}$  e verificarmos que em  $u$  está contido um número inteiro de vezes em  $\overline{AB}$ , então a medida obtida é expressa por um número inteiro positivo. Por exemplo, na figura 9, se  $u$  corresponde a cm, como  $u$  “cabe” exatamente 6 vezes em  $\overline{AB}$ , dizemos que  $\overline{AB}$  mede 6 cm. E se a unidade  $u$  não estiver contida exatamente em  $\overline{AB}$ ?

Existem situações em que a unidade  $u$  não está contida um número inteiro de vezes em  $\overline{AB}$ , como ilustrado na figura abaixo:



Figura 10:  $\overline{AB}$  e sua medida em relação a  $u$ .

Nesses casos, a medida de  $\overline{AB}$  não será um número inteiro positivo, mas sim um número não inteiro. Ou seja, medir o comprimento do segmento  $\overline{AB}$  com a unidade  $u$ , por exemplo, em cm, significa verificar que a unidade  $u$  está contida em  $\overline{AB}$  exatamente 4 vezes e mais uma fração de  $u$  (no caso,  $\frac{6}{10}$ ). Assim, encontramos a medida de  $\overline{AB}$ :  $\text{med}(\overline{AB}) = 4,6$  cm.

O mesmo ocorre quando pretendemos calcular a área de um retângulo ou, ainda, o volume de um cubo.

Uma unidade muito utilizada, quando se quer medir a superfície de um retângulo, é o quadrado cujos lados medem 1 cm. Essa medida se chama centímetro quadrado ( $\text{cm}^2$ ).

Para calcular a medida de qualquer superfície plana, verificamos quantas vezes a unidade preestabelecida recobre a superfície. A medida de uma superfície chama-se **área** da superfície.

Dependendo da figura, podemos calcular a área utilizando diferentes fórmulas matemáticas, por exemplo:



Figura 11: Retângulo recoberto com 28 unidades de área.

Ao “recobrir” esse retângulo com quadradinhos, é possível observar que ele contém 7 vezes 4 unidades de área. Então, para calcular sua área, basta multiplicar a medida da sua base (representada por  $b$ ) pela medida de sua altura (representada por  $h$ ). Logo, a área do retângulo será o produto da medida de sua base pela medida de sua altura, assim:

$$A_{\text{retângulo}} = b \times h$$

Isso também acontece com quadrados, pois todo quadrado é um retângulo cujos lados têm a mesma medida, ou seja, as medidas da base e da altura são iguais (medida dos lados igual a  $l$ ). Então, a área de um quadrado é igual ao produto da medida de seus lados:

$$A_{\text{quadrado}} = l \times l = l^2$$

Agora, vamos conhecer mais sobre o cálculo de área de outras figuras planas.

Em um paralelogramo, por exemplo, podemos verificar de modo intuitivo que, ao “decompor suas partes” conforme alguns critérios, é possível compor um retângulo. Veja a figura 12:

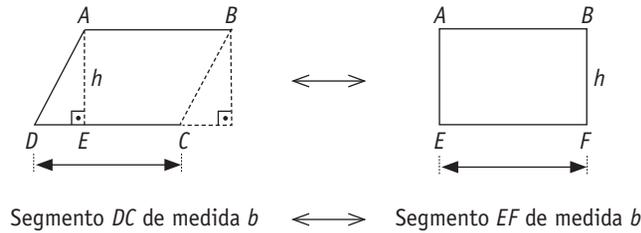


Figura 12: Paralelogramo  $ABCDE$  e retângulo  $ABFE$ .

A partir do que foi feito, podemos dizer então que a área do paralelogramo  $ABCD$  é a mesma que a do retângulo  $ABEF$ . Supondo que o segmento  $AE$  tenha a mesma medida que o segmento  $BF$ , ou seja,

medida  $(\overline{AE}) =$  medida  $(\overline{BF}) = h$  e o segmento  $DC$  tem a mesma medida que o segmento  $EF$ , assim,  
medida  $(\overline{DC}) =$  medida  $(\overline{EF}) = b$ .

Assim, a área de um paralelogramo pode ser calculada como:

$$A_{\text{paralelogramo}} = b \times h$$

Vamos agora compor um paralelogramo  $CHJE$  a partir dos trapézios  $CDFE$  e  $GHJI$ , apresentados na figura 13:

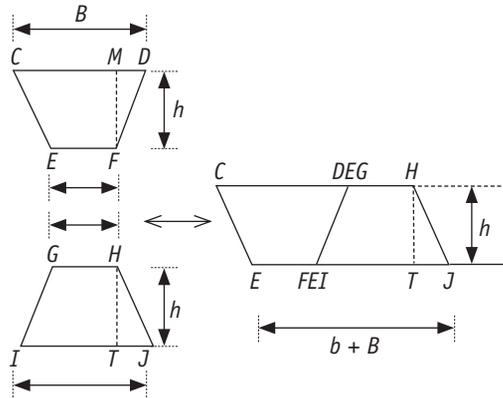


Figura 13: Trapézios  $CDFE$  e  $GHJI$  que, compostos, formaram o paralelogramo  $CHJE$ .

Supondo que o segmento  $IJ$  tenha a mesma medida que o segmento  $CD$ , ou seja, medida  $(\overline{IJ}) =$  medida  $(\overline{CD}) = B$ , o segmento  $DC$  tenha a mesma medida que o segmento  $EF$ , ou seja, medida  $(\overline{DC}) =$  medida  $(\overline{EF}) = b$ , e a medida da altura do trapézio  $CDFE$  (segmento  $FM$ ) tenha a mesma medida da altura do trapézio  $GHJI$  (segmento  $HT$ ), ou seja, medida  $(\overline{FM}) =$  medida  $(\overline{HT}) = h$ ; então, como a área de um paralelogramo é igual ao produto da base pela altura, podemos afirmar que a área de um paralelogramo é calculada por meio da expressão:  $A = (B + b) \times h$ .

Como o paralelogramo é formado por dois trapézios “iguais”, podemos dizer que a área do trapézio nada mais é que a metade da área do paralelogramo, conforme a expressão:

$$A_{\text{trapézio}} = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

Vamos tentar agora encontrar a área de um triângulo?

A figura 14 apresenta o triângulo isósceles  $ABC$ . O segmento  $CD$  corresponde à altura do triângulo e sua medida é igual a  $h$ , ou seja, medida  $(\overline{CD}) = h$ . Esse segmento divide o triângulo  $ABC$  em dois triângulos iguais,  $ACD$  e  $CDB$ , bem como divide a base do triângulo, que é o segmento  $AB$ , em dois segmentos ( $AD$  e  $DB$ ) de mesma medida, ou seja, medida  $(\overline{AD}) = \text{medida}(\overline{DB}) = \frac{b}{2}$ .

A partir dos triângulos  $ACD$  e  $CDB$  é possível compor o retângulo  $TUXZ$ , no qual a medida  $(\overline{TU}) = \text{medida}(\overline{ZX}) = \frac{b}{2}$ , e a medida  $(\overline{TZ}) = \text{medida}(\overline{UX}) = h$ .

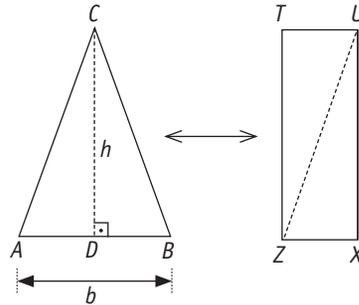


Figura 14: Triângulo  $ABC$  e retângulo  $TUXZ$ .

A área de um retângulo, como já sabemos, é dada pelo produto de sua base pela sua altura. Mas como o retângulo  $TUXZ$  foi composto a partir do triângulo  $ABC$ , as medidas de suas áreas são iguais. Portanto, é possível calcular a área do triângulo pela expressão:

$$A_{\text{triângulo}} = \frac{b \times h}{2}$$

De modo análogo, vamos calcular a área de um losango.

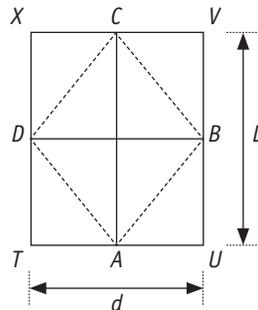


Figura 15: Losango  $ABCD$  e retângulo  $TUVX$ .

Seja o losango  $ABCD$  cujas diagonais  $(\overline{AC})$  e  $(\overline{BD})$  têm medidas iguais a  $D$  e  $d$ , respectivamente. Pela decomposição do losango, a partir de suas diagonais, podemos compor o retângulo  $TUVX$ . Dessa forma, para calcular a área do retângulo  $TUVX$ , usamos a expressão:  $A = D \times d$ .

Como a medida da área de  $TUVX$  é igual ao dobro da medida da área do losango  $ABCD$ , então podemos calcular a área do losango usando a fórmula:

$$A_{\text{losango}} = \frac{D \times d}{2}$$

## PESQUISAR

Aproveitando a informação sobre a contagem populacional realizada pelo IBGE no último censo demográfico, pesquise a área ocupada por Brasília e calcule a densidade demográfica (número de habitantes por quilômetro quadrado) de nossa capital. Para isso, você pode consultar o *site* do IBGE: [www.ibge.gov.br/cidadesat](http://www.ibge.gov.br/cidadesat).

## PARA CRIAR

Que tal refletirmos mais sobre o significado do metro quadrado?

Pegue folhas de jornal ou de cartolina, cola, régua e tesoura e construa um quadrado com  $1 \text{ m}^2$ , ou seja, um quadrado cujos lados meçam 1 metro.

Utilize esse quadrado para estimar quantos metros quadrados “cabem” em sua sala de aula.

Para facilitar, junte o seu quadrado com o dos colegas e tentem preencher, juntos, todo o piso da sala.

Para conferir, faça o seguinte cálculo: meça o comprimento e a largura da sala com uma trena e, em seguida, utilize a fórmula adequada, que provavelmente será uma daquelas que você aprendeu neste capítulo.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Enem (2010) O Pantanal é um dos mais valiosos patrimônios naturais do Brasil. É a maior área úmida continental do planeta – com aproximadamente 210 mil  $\text{km}^2$ , sendo 140 mil  $\text{km}^2$  em território brasileiro, cobrindo parte dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. As chuvas fortes são comuns nessa região. O equilíbrio desse ecossistema depende, basicamente, do fluxo de entrada e saída de enchentes. As cheias chegam a cobrir até  $\frac{2}{3}$  da área pantaneira.

Disponível em: <[www.wwf.org.br](http://www.wwf.org.br)>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Durante o período chuvoso, a área alagada pelas enchentes pode chegar a um valor aproximado de

- a) 91,3 mil  $\text{km}^2$ .      b) 93,3 mil  $\text{km}^2$ .      c) 140 mil  $\text{km}^2$ .      d) 152,1 mil  $\text{km}^2$ .      e) 233,3 mil  $\text{km}^2$ .

2. Enceja (2006, adaptado) Para ladrilhar uma sala retangular de 4,5 m por 6,2 m, o proprietário analisou quatro ofertas com lotes de lajotas em cores diferentes.

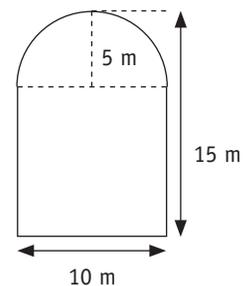
- Loja 1: lote com 24  $\text{m}^2$  de lajotas.
- Loja 2: lote com 25  $\text{m}^2$  de lajotas.
- Loja 3: lote com 27  $\text{m}^2$  de lajotas.
- Loja 4: lote com 29  $\text{m}^2$  de lajotas.

Ele decidiu-se pelo lote de lajotas que permite ladrilhar a sala com uma pequena sobra, que corresponde à loja:

- a) 1.      b) 2.      c) 3.      d) 4.

3. Enceja (2006, adaptado) Para implantar o Projeto Horta, um orfanato receberá as ferramentas necessárias, os adubos e as sementes. Dois lotes estarão à disposição desse orfanato, que poderá optar pelo lote A de 16 m por 20 m, ou pelo lote B, de 8 m por 40 m. Como, pelas normas do projeto, o lote deverá ser cercado às custas da entidade, foi contratado um técnico para avaliar qual das propostas de lote seria mais econômica, já que a cerca é obrigatória. O técnico deveria defender a opção pelo lote:

- a) A, porque tem maior área.      c) A, porque tem menor perímetro.  
b) B, porque tem maior área.      d) B, porque tem menor perímetro.



4. Etec (2010) Após assistir ao programa *Ecoprático*, da TV Cultura, em que foi abordado o tema do aproveitamento da iluminação e da ventilação naturais do ambiente, Dona Maria decidiu ampliar a janela de sua cozinha. A janela retangular teve o seu comprimento dobrado e teve a sua altura aumentada em 50%, mantendo a forma retangular. Logo, a área da janela aumentou em:

- a) 100%.      b) 150%.      c) 200%.      d) 250%.      e) 300%.

Dependência entre grandezas:  
funções

Para iniciar a nossa conversa neste capítulo, leia a matéria a seguir.



Agente trabalha para eliminar focos do mosquito da dengue, em cidade do interior de São Paulo, em 2011.

Silva Júnior/Foto Imagem

### Faltam recursos para o combate à dengue

*O período de chuva aumenta a quantidade de focos do mosquito. Para reduzir os índices, é preciso realizar ações de combate à dengue. O Ministério da Saúde cobra mais eficiência dos agentes.*

Enquanto o período chuvoso não chega, é hora de arregaçar as mangas e adotar medidas efetivas de combate à dengue. Durante lançamento da Campanha Nacional de Mobilização contra a Dengue, na última segunda-feira, o ministro da Saúde, José Gomes Temporão, admitiu que o País vive uma epidemia da doença e cobrou mais eficiência dos agentes públicos na prevenção. Em Fortaleza, agentes de endemias que trabalham nas visitas domiciliares apontam os prejuízos relacionados à carência de recursos no Município que comprometem o serviço prestado. Eles reclamam da falta de materiais, como pilhas para as lanternas, botas, luvas, fardamento adequado e até folhas para o formulário das residências. Citam-se ainda a falta de manutenção dos equipamentos.

De acordo com o diretor de imprensa do Sindicato dos Agentes de Saúde e Sanitaristas do Estado do Ceará (Sinasse), Luís Cláudio Celestino de Souza, existem dificuldades cotidianas de conscientização da população, recusa de moradores e impossibilidade de trabalhar em imóveis fechados e abandonados. Além desses problemas, os profissionais lidam com a falta de condições de trabalho, ele diz. "Faltam folhas de fichas de dependências (formulários), borracha. Muitas vezes, falta pilha pra lanterna. Não existe condição. É insuficiente para oferecer trabalho adequado", reclama.

Segundo ele, a maioria das escadas dos agentes estão sem borrachas antiderrapantes, apresentando risco de acidentes. Uma agente de endemias disse ao O POVO que, na semana passada, escorregou quando descia da escada, pois não havia borrachas antiderrapantes. "Eu escorreguei e caí. Peguei três pontos na cabeça e fiquei cheia de hematomas, toda roxa", disse. Ela afirma que conhece colegas que já passaram pelo mesmo problema. "A solicitação de verificação das escadas é um pedido antigo. Está com mais de um ano. Nenhuma providência foi tomada", reclama Luís Cláudio.

Para as inspeções em terrenos baldios, a falta de botas e luvas também põe em risco esses profissionais, que ficam sem proteção, acrescenta. Muitos deles não têm uniforme. Conforme ele explica, em alguns casos, a ausência de fardamento tem relação com a recusa da população ao recebê-los. Um outro agente de endemias cita ainda que não existem pontos de apoio dos agentes na cidade. "Esse é um problema antigo. Entra e sai gestão e não se resolve. A gente precisa de um espaço destinado à guarda do material, falta acondicionamento adequado (de produtos)", reclama. Para ele, algumas vezes, o aparato de veículos não supre a demanda.

Conforme informações do *site* do Ministério da Saúde, a Campanha Nacional de Mobilização contra a Dengue é uma iniciativa feita nos dias que antecedem o período de chuvas, quando o risco da doença é maior. O objetivo é estimular a população a eliminar os locais de água parada, onde o mosquito transmissor se multiplica. "Todo período de chuva é sempre a mesma coisa: aumento de focos, de casos de dengue. A gente espera que a Prefeitura nos dê condições pra exercer um combate melhor. Se não houver mudança, todo ano vai ser sempre a mesma ladainha", disse Luís Cláudio.

GOMES, Lucintha. Disponível em: <[www.opovo.com.br/opovo/fortaleza/738242.html](http://www.opovo.com.br/opovo/fortaleza/738242.html)>. Acesso em: 24 nov. 2011.

Podemos constatar o quanto é importante nos conscientizar de que a dengue é perigosa e pode até matar se não tomarmos certas precauções, tais como manter caixas e recipientes de água bem fechados, colocar areia ou restos de pó de café nos pratinhos das plantas, entre outros. Consulte outras dicas para combatê-la em: [www.combatadengue.com.br/como-combater](http://www.combatadengue.com.br/como-combater). E para saber mais sobre a dengue acesse o *site* [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/flash/cartilha\\_dengue.html](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/flash/cartilha_dengue.html). (Acesso em: 24 nov. 2011).

Mas o que a dengue tem a ver com o que estudaremos agora?

Levando em conta o que foi lido na reportagem, constatamos que a quantidade de chuvas é um dos fatores que propiciam o aumento de casos da doença. Por conta disso, dizemos que o número de casos de dengue pode ser colocado em **função** da quantidade de chuvas. Nessa relação especial de dependência, a quantidade de chuvas é a variável independente, e o número de casos de dengue é a variável dependente. É importante destacar que, além das chuvas intensas, o clima quente e úmido também pode favorecer o aumento da população do mosquito *Aedes aegypti* (transmissor da doença).

Na natureza, encontramos vários exemplos de variáveis que estão relacionadas.

A relação de dependência entre grandezas, isto é, a variação de uma conforme as mudanças sofridas pela outra, é um fenômeno que pode ser observado e, muitas vezes, *traduzido por meio do estabelecimento de uma lei matemática que rege essa relação*.

Muitas grandezas variam na dependência de outras e é muito difícil, às vezes até impossível, garantir que determinada grandeza varie independentemente de qualquer outra.

A lei que rege essa relação de dependência é chamada de **função**.

### O que é uma função?

Podemos definir uma função como a relação entre duas variáveis  $x$  e  $y$  tal que o conjunto de valores para  $x$  é determinado, e para cada valor  $x$  está associado um e somente um valor para  $y$ .

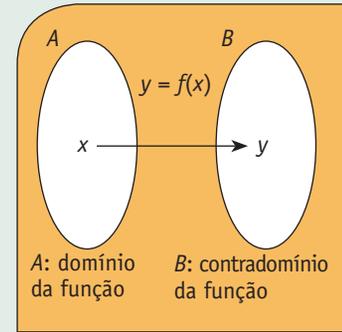
Representamos tal relação por:  $y = f(x)$ .

Chamamos de domínio da função o conjunto de valores que podem ser atribuídos a  $x$ . As variáveis  $x$  e  $y$  (ou  $f(x)$ ) são denominadas, respectivamente, independente e dependente.

Decorre então que:

1. todo elemento do domínio deve ter um elemento correspondente no contradomínio, que é o conjunto que contém os elementos que poderão ser relacionados aos elementos só do domínio;
2. cada elemento do domínio só poderá ter um único correspondente no contradomínio. A esse elemento chamaremos de imagem.

Em outras palavras, para que uma relação de um conjunto  $A$  em um conjunto  $B$  seja uma função, exige-se que a cada  $x$  que pertence ao conjunto  $A$  esteja associado um único  $y$  que pertence ao conjunto  $B$ , podendo, contudo, existir  $y$  que pertença ao conjunto  $B$  e **que não esteja associado a nenhum elemento pertencente ao conjunto  $A$ .**



É importante destacar que, na notação  $y = f(x)$ ,  $y$  é a imagem de  $x$  pela função  $f$ . Ou seja,  $y$  está associado a  $x$  através da função  $f$ .

Vejamos um exemplo:

Em uma loja automotiva, o preço de um pneu comum novo é de R\$ 120,00. O ganho diário da loja com a venda desse item varia conforme o número de pneus vendidos diariamente.

Assim, se  $x =$  quantidade de pneus vendidos e  $y =$  vendas correspondentes em reais, podemos dizer que:

$$y = f(x),$$

$$\text{ou, } y = 120x.$$

Assim, o domínio dessa função é o conjunto da quantidade de pneus vendidos; o contradomínio é o conjunto das vendas em reais; e a imagem é a venda associada a cada quantidade de pneus vendidos.

## FUNÇÃO DO 1º GRAU

Sabendo que o preço da passagem de ônibus urbano comum na cidade de São Paulo era de R\$ 2,70 em setembro de 2010, observe a tabela e tente responder à questão.

Passagens	1	2	4	7
Valor pago	$1 \cdot 2,70 = 2,70$	$2 \cdot 2,70 = 5,40$	$4 \cdot 2,70 = 10,80$	$7 \cdot 2,70 = 18,90$

- Quantas passagens foram utilizadas se foi gasto R\$ 40,50?

Conseguiu responder? Vamos verificar?

Se cada passagem custa R\$ 2,70, e R\$ 40,50 é o total gasto com  $n$  passagens (número desconhecido que queremos descobrir), temos a seguinte situação:

$$2,70 \cdot n = 40,50 \Rightarrow n = \frac{40,50}{2,70} = 15$$

A partir desses cálculos, é possível responder o que é constante e o que é variável nessa situação?

De fato, o preço da passagem é constante, visto que ele não muda, independentemente do número de passagens. Entretanto, o valor a ser pago na compra das passagens é variável, pois depende do número de passagens compradas.

Aqui, temos um exemplo concreto de uma função do 1º grau, que pode ser expressa pela lei  $p(x) = 2,70x$ , onde  $p$  é o valor a ser pago pela compra das passagens e  $x$  é a quantidade de passagens compradas. Neste caso,  $p$  é a **variável dependente** e  $x$ , a **independente**. Podemos dizer que essa é **uma função crescente**, pois à medida que  $x$  (quantidade de passagens) aumenta,  $p$  (valor a ser pago pela compra dessas passagens) também aumenta.

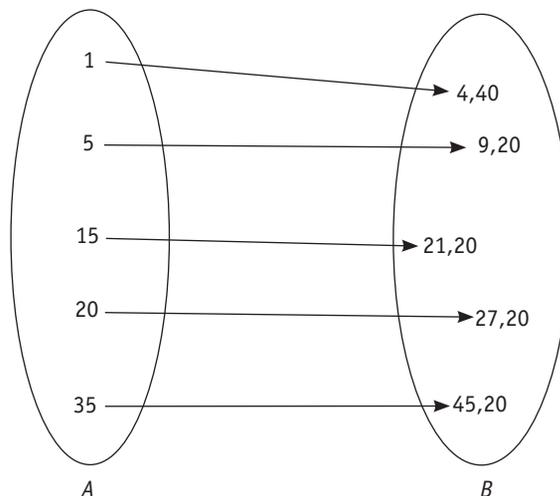
Vejam outra situação:

Em uma determinada cidade, os táxis comuns cobram R\$ 3,20 pela bandeirada e R\$ 1,20 pelo quilômetro rodado. Sendo  $y$  o valor a ser pago e  $x$  os quilômetros percorridos:

1. Quanto o passageiro pagará caso percorra somente 1 km?
2. E se ele percorrer 3 km?
3. E se percorrer 5 km?
4. Sendo  $A$  o conjunto dos elementos  $x$  e  $B$  o conjunto dos elementos  $y$ , construa um diagrama de flechas.
5. Qual a relação matemática que indica a relação entre  $y$  (valor a ser pago) e  $x$  (quilômetros percorridos)?

Agora veja a solução dos exercícios.

1. Aqui, o valor da bandeirada é fixo e a quantidade de quilômetros rodados irá variar. Assim temos:  $y = 3,20 + 1,20 \cdot 1 = \text{R\$ } 4,40$  (caso o passageiro percorra somente 1 km).
2. Caso ele percorra 3 km, temos:  $y = 3,20 + 1,20 \cdot 3 = \text{R\$ } 6,80$ .
3. Caso ele percorra 5 km, temos:  $y = 3,20 + 1,20 \cdot 5 = \text{R\$ } 9,20$ .
4. A partir dos valores de  $x$  (quilômetros percorridos) indicados em  $A$ , podemos construir o seguinte diagrama de flechas:



5. A função que estabelece essa relação entre  $y$  (valor pago) e  $x$  (quilômetros percorridos) é:  $y = 3,20 + 1,20x$ .

Quando o domínio (D) da função e o contradomínio (CD) estão contidos no conjunto dos números reais (IR), dizemos que a função  $f$  é uma **função real de variável real**.

Podemos então afirmar que:

Uma função  $f$  definida de  $\mathbb{R}$  em  $\mathbb{R}$ , ou seja, de domínio e contradomínio reais, que a todo número  $x$  associa o número  $ax + b$ , com  $a$  e  $b$  sendo números reais, recebe o nome de função do 1º grau.

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

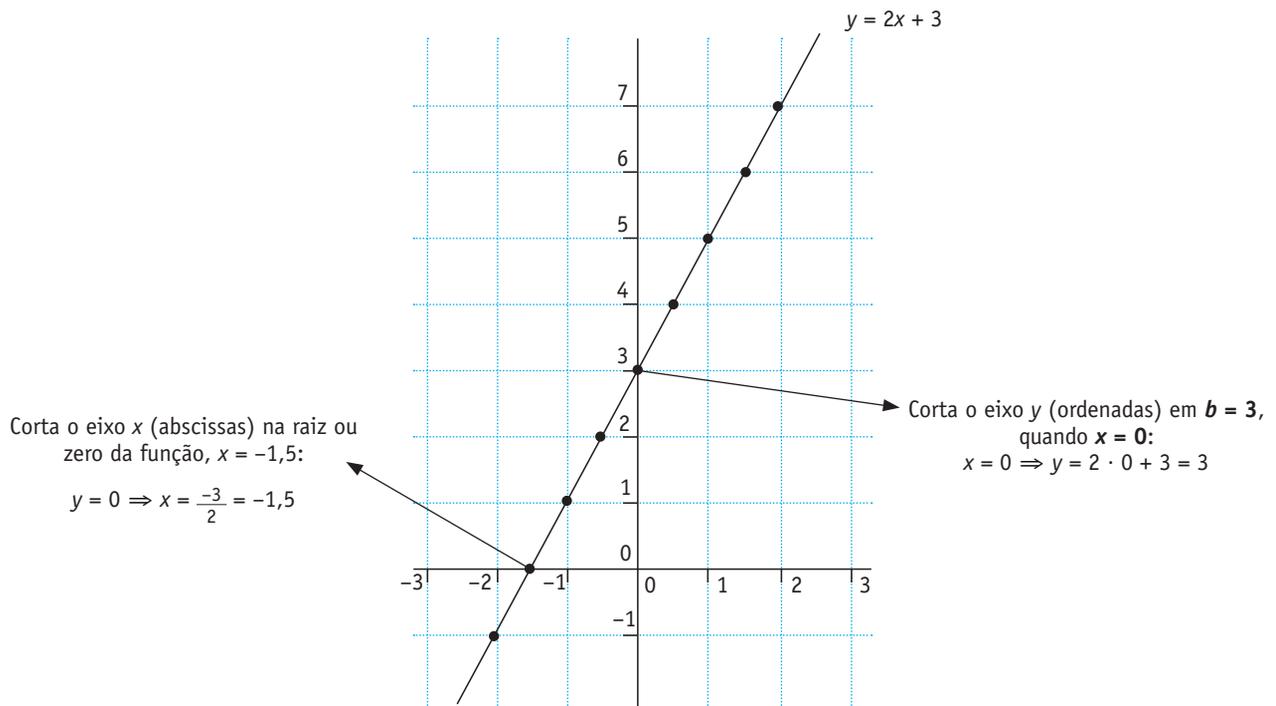
$$x \rightarrow y = f(x) = ax + b, (a \neq 0)$$

Observe que as funções que calculam o preço das passagens em São Paulo e o preço da corrida do táxi são funções de 1º grau. Na função  $p(x) = 2,70x$ , temos  $a = 2,70$  e  $b = 0$ , e na função  $y = 3,20 + 1,20x$ , temos  $a = 3,20$  e  $b = 1,20$ .

### GRÁFICO DE UMA FUNÇÃO DO 1º GRAU

Vamos construir o gráfico da função do 1º grau  $y = 2x + 3$ , de domínio  $\mathbb{R}$  (os valores de  $x$  para os quais a função é definida). Observe que, para obter cada valor de  $y$ , apresentado na tabela abaixo, atribuímos o valor da variável  $x$  na função. Por exemplo: se  $x = -2$ , teremos  $y = 2(-2) + 3$ , ou seja,  $y = -1$ .

$x$	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2
$y$	-1	0	1	2	3	4	5	6	7



O gráfico de uma função do 1º grau é sempre uma reta.

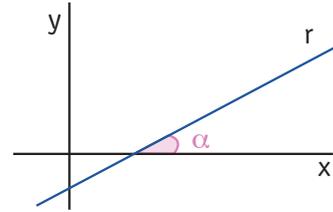
Algumas observações importantes ainda devem ser feitas a respeito do gráfico da função de 1º grau:

1. O ponto no qual o gráfico corta o eixo  $x$  mostra o valor de  $x$  de modo que  $f(x) = 0$ . Nesse caso,  $x$  é chamado de **zero** ou **raiz da função**. Para calcular o valor da raiz da função, devemos fazer  $f(x) = 0$  ou  $y = 0$ .

No exemplo de  $f(x) = 2x + 3$ , efetuamos:

$$f(x) = 0, \text{ assim, } 0 = 2x + 3 \Rightarrow -3 = 2x \Rightarrow x = -1,5$$

2. Na função do 1º grau  $f(x) = ax + b$ ,  $a$  é o **coeficiente angular** ou **declividade**. O coeficiente angular  $m$  de uma reta  $r$  (não perpendicular ao eixo das abscissas) é o valor da tangente do ângulo de inclinação de  $r$ . Na reta  $r$  ao lado, o ângulo de inclinação é  $\alpha$ . Assim, o coeficiente angular  $m$  da reta  $r$  é dado por:  **$m = \text{tg}(\alpha)$** . Esse tipo de função pode ser classificada de acordo com o valor do coeficiente  $a$ , se  $a > 0$ , a função é crescente, caso  $a < 0$ , a função é decrescente.

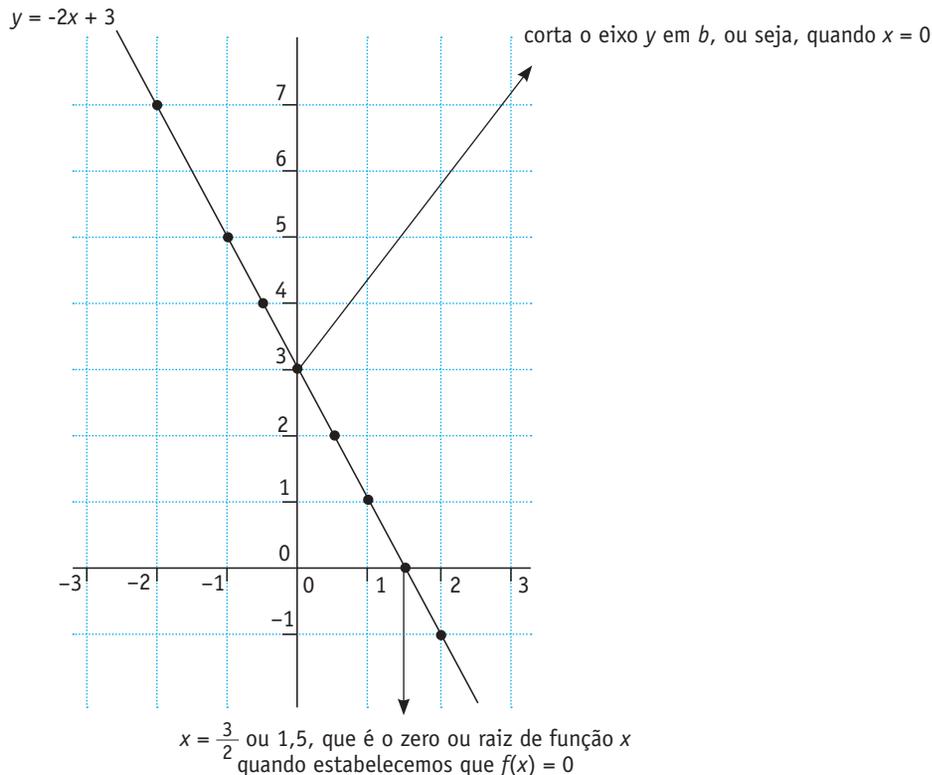


3. Na função do 1º grau  $y = ax + b$ ,  $b$  é o **coeficiente linear** do gráfico de  $f$  (onde a reta corta o eixo  $y$ ).
4. O gráfico de uma função do 1º grau  $y = ax + b$  passa pela origem quando  $b = 0$ .

Vamos agora construir o gráfico da função do 1º grau  $y = -2x + 3$ , de domínio  $\mathbb{R}$ . Quais diferenças você pode estabelecer com base no gráfico anterior? A função é crescente ou decrescente? Por quê?

Vamos escolher alguns dos valores da tabela anterior para facilitar os cálculos:

$x$	- 2	- 1	- 0,5	0	0,5	1	2
$y$	7	5	4	3	2	1	- 1



Verificamos que o coeficiente linear  $b = 3$  continua o mesmo em relação à função anterior.

Contudo, a inclinação da reta mudou, pois conforme os valores de  $x$  aumentam, os valores de  $y$  diminuem. Nesse caso, a inclinação ou declividade da reta está voltada para a esquerda, o que indica que a função é decrescente.

Em relação à lei da função, o que você percebe que mudou?

Na primeira função, temos o valor de  $a = 2$ , que é maior que zero, sendo assim uma **função crescente**. Na segunda função, temos o valor de  $a = -2$ , que é menor que zero, sendo assim uma **função decrescente**.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Hoje muito se fala na produção de álcool combustível, em virtude de vários aspectos, em especial a preservação do meio ambiente. Em um determinado mês do ano, o litro do álcool custava R\$ 0,98. Tomando como base esse dado, complete a tabela e estabeleça uma função que expresse a relação matemática que indica a relação entre  $y$  (quantidade a pagar) e  $x$  (quantidade de álcool).

Quantidade de álcool (em litros)	Quantidade a pagar (em reais)
1	0,98
15	
22	

2. A agência de proteção ambiental de um país detectou que certa companhia jogava ácido sulfúrico em um de seus rios mais importantes. Sendo assim, a multou em R\$ 125 000,00 mais R\$ 1 000,00 por dia até que a empresa se ajustasse às normas federais que regulamentam os índices de poluição. Expresse o total da multa como função do número  $x$  de dias em que a companhia continuou violando as normas federais.

3. Enem (2011)

*O saldo de contratações no mercado formal no setor varejista da região metropolitana de São Paulo registrou alta. Comparando as contratações deste setor no mês de fevereiro com as de janeiro deste ano, houve incremento de 4 300 vagas no setor, totalizando 880 605 trabalhadores com carteira assinada.*

Disponível em: <[www.folha.uol.com.br](http://www.folha.uol.com.br)>. Acesso em: 26 abr. 2010 (adaptado).

Suponha que o incremento de trabalhadores no setor varejista seja sempre o mesmo nos seis primeiros meses do ano. Considerando-se que  $y$  e  $x$  representam, respectivamente, as quantidades de trabalhadores no setor varejista e os meses, janeiro sendo o primeiro, fevereiro, o segundo, e assim por diante, a expressão algébrica que relaciona essas quantidades nesses meses é

- a)  $y = 4300x$   
b)  $y = 884905x$   
c)  $y = 872005 + 4300x$   
d)  $y = 876305 + 4300x$   
e)  $y = 880605 + 4300x$
4. Etec (2008) Uma operadora de telefonia celular possui um plano básico do tipo pós-pago cuja tarifa é composta de uma mensalidade fixa de R\$ 35,00 e mais R\$ 0,89 por minuto utilizado. Qual será o gasto mensal de um usuário, caso sejam utilizados 210 minutos?
- a) R\$ 35,00  
b) R\$ 186,90  
c) R\$ 221,90  
d) R\$ 256,90  
e) R\$ 408,80

## FUNÇÃO DO 2º GRAU OU FUNÇÃO QUADRÁTICA

Imaginemos um campeonato de futebol, como é o Campeonato Brasileiro, no qual cada clube vai jogar duas vezes com outro, em dois turnos: turno e retorno. Nesse caso, o número  $p$  de partidas do campeonato é dado em função do número  $c$  de clubes participantes, conforme a tabela a seguir:

Número de clubes	Número de partidas
2	$2(2 - 1) = 2$
3	$3(3 - 1) = 6$
4	$4(4 - 1) = 12$
5	$5(5 - 1) = 20$
...	.....
$c$	$c(c - 1)$

Pela tabela, vemos que o número  $p$  de partidas é dado por:  $p(c) = c \cdot (c - 1) = c^2 - c$ .

Veja que aqui escrevemos a função  $p(c) = c^2 - c$ . Nesse caso, temos uma função do 2º grau ou função quadrática, pois o maior expoente atribuído à variável independente é 2.

No exemplo utilizamos somente números inteiros positivos por se tratar do número de clubes em um campeonato de futebol.

O domínio (campo de definição ou campo de existência) de uma função quadrática é o conjunto dos números reais.

Uma função do 2º grau, ou função quadrática, é toda função de domínio e contradomínio reais, ou seja,  $f$  de  $\mathbb{R}$  em  $\mathbb{R}$ , definida por  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , com  $a$ ,  $b$  e  $c$  números reais e  $a \neq 0$ .

Observe que no caso da função  $p(c) = c^2 - c$ , temos que  $a = 1$ ,  $b = -1$  e  $c = 0$ .

### GRÁFICO DE UMA FUNÇÃO DO 2º GRAU

Vamos construir o gráfico das funções quadráticas:

$$f(x) = x^2 - 8x + 15 \text{ e } f(x) = -x^2 - 4x$$

Ambas são funções de domínio e contradomínio reais.

Primeiro, vamos verificar se a função tem raízes ou zeros. Depois, se ela corta o eixo  $x$ . Para isso, seria importante, como na função do 1º grau, fazer  $f(x) = 0$ .

Assim, no caso da primeira função  $f(x) = x^2 - 8x + 15 = 0$ , devemos encontrar os valores de  $x$  para os quais a função se anula. Vamos lá?

Se  $f(x) = 0$ , então  $x^2 - 8x + 15 = 0$ ,  $a = 1$ ,  $b = -8$  e  $c = 15$ . Chegamos a uma equação do 2º grau. Vamos encontrar os zeros, ou raízes da função, usando a fórmula de Bhaskara.

### Fórmula de Bhaskara

Quando  $ax^2 + bx + c = 0$ , ( $a \neq 0$ ), temos:  $\Delta = b^2 - 4ac$  com  $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$ .

$$\Delta = b^2 - 4ac = 8^2 - 4 \cdot 1 \cdot 15 = 64 - 60 = 4$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \Rightarrow x = \frac{-(-8) \pm \sqrt{4}}{2}$$

Então:

$$x_1 = \frac{-(-8) + \sqrt{4}}{2} = \frac{8 + 2}{2} = 5$$

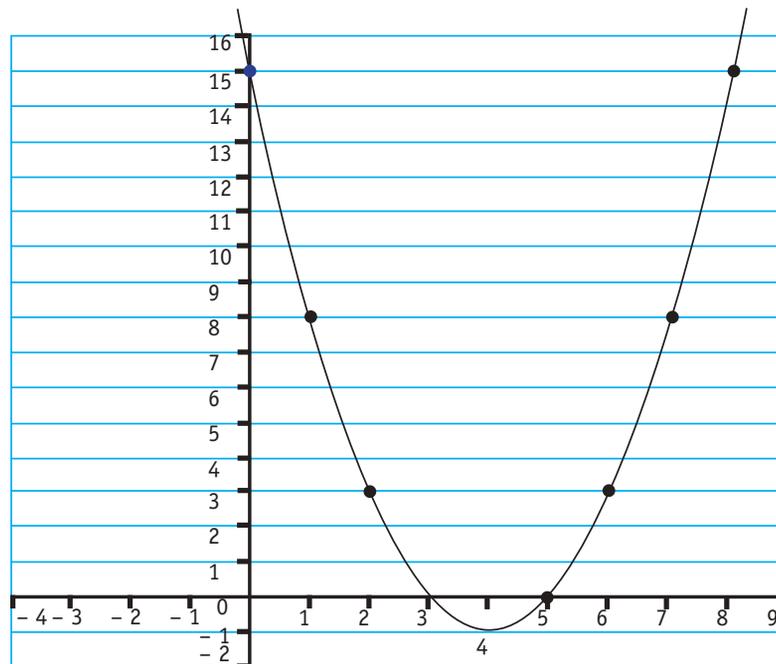
e

$$x_2 = \frac{-(-8) - \sqrt{4}}{2} = \frac{8 - 2}{2} = 3$$

Dessa forma, podemos concluir que a função  $f(x) = x^2 - 8x + 15$  corta o eixo  $s$  quando  $x = 3$  e  $x = 5$ .

Conhecidos esses valores, construiremos uma tabela atribuindo valores para  $x$  aleatoriamente, porém próximos aos valores das raízes, e, a seguir, marcaremos os pontos no gráfico:

$x$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$y$	15	8	3	0	-1	0	3	8	15



No caso da segunda função  $f(x) = x^2 - 4x$ , também podemos encontrar os valores de  $x$  para os quais a função se anula, ou seja,  $f(x) = 0$ .

Assim, se  $-x^2 - 4x = 0$ , então  $a = -1$ ,  $b = -4$  e  $c = 0$ , e:

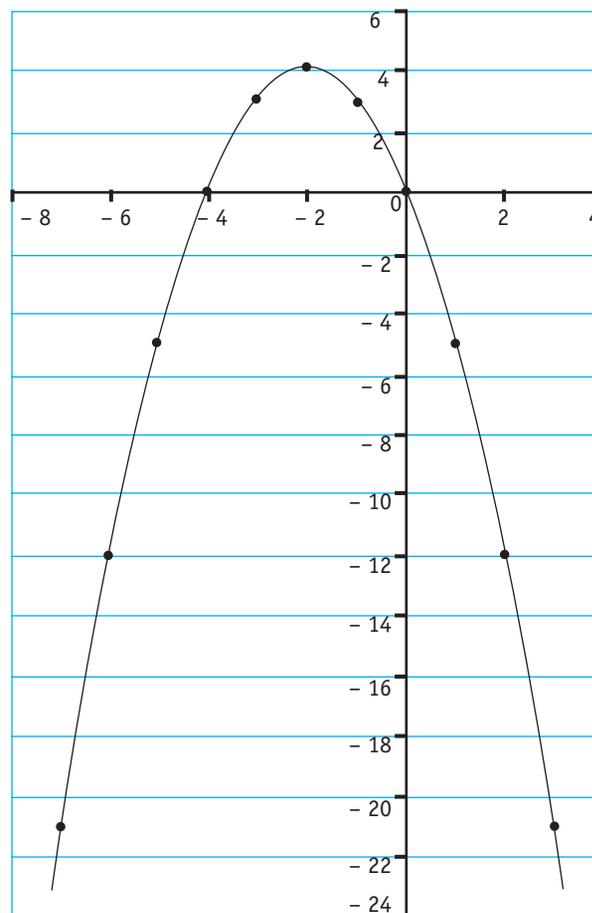
$$\Delta = b^2 - 4ac = (-4)^2 - 4 \cdot (-1) \cdot 0 = 16$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-(-4) \pm \sqrt{16}}{-2} . \text{ Logo: } x_1 = \frac{4 + 4}{-2} = -4 \text{ e } x_2 = \frac{4 - 4}{-2} = 0$$

Portanto, a função  $f(x) = -x^2 - 4x$  corta o eixo  $x$  nos pontos  $x = -4$  e  $x = 0$ .

Aqui novamente construímos uma tabela com valores aleatórios para  $x$ . Para facilitar, atribuiremos valores de  $x$  próximos das raízes e inserimos os pontos no gráfico:

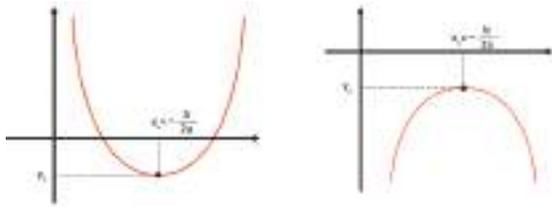
$x$	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
$y$	-21	-12	-5	0	3	4	3	0	-5	-12	-21



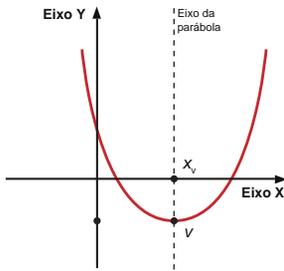
O que podemos observar nos dois gráficos?

1. O gráfico de uma função do 2º grau é uma curva chamada **parábola**, que pode ter sua concavidade voltada para baixo ou para cima.
2. Se  $a > 0$  (como na primeira função), então a concavidade é voltada para cima e, nesse caso, o **menor** valor de  $y$  ocorre para  $x = x_v$  ( $x$  do vértice). Desse modo, a função  $y = f(x)$  assume seu **valor mínimo** no **vértice** ou **ponto mínimo**.
3. Se  $a < 0$  (como na segunda função), a concavidade é voltada para baixo e, nesse caso, o **maior** valor de  $y$  ocorre para  $x = x_v$  ( $x$  do vértice). Assim, a função  $y = f(x)$  assume seu **valor máximo** no **vértice**, chamado de **ponto máximo**.

4. A parábola é uma curva simétrica em relação ao seu vértice. As coordenadas do vértice  $V$  são dadas por:  $x_v = \frac{-b}{2a}$  e  $y_v = \frac{-\Delta}{4a}$ . Então, a reta  $x = x_v$  é o eixo de simetria da parábola. Observe que os valores de  $y$  das tabelas são simétricos em relação ao vértice.

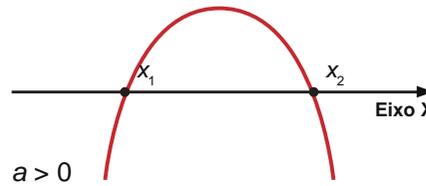
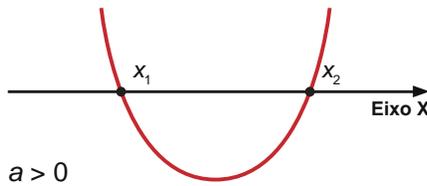


O ponto  $V = (x_v; y_v)$  identifica o vértice da parábola,

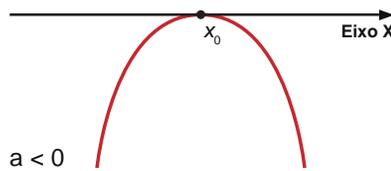
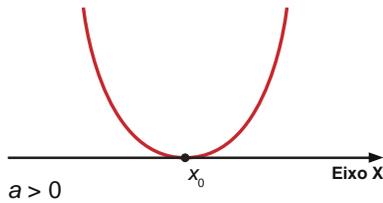


Sinteticamente, podemos afirmar que:

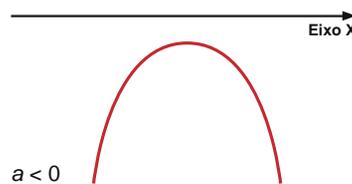
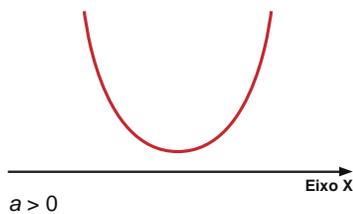
- a) Se  $\Delta > 0 \Rightarrow$  temos duas raízes **distintas**  $x_1$  e  $x_2$  da função e o gráfico corta o eixo  $x$  nestes dois pontos:



- b) Se  $\Delta = 0 \Rightarrow$  temos duas raízes iguais  $x_1$  e  $x_2$  da função e o gráfico corta o eixo  $x$  nestes dois pontos iguais:



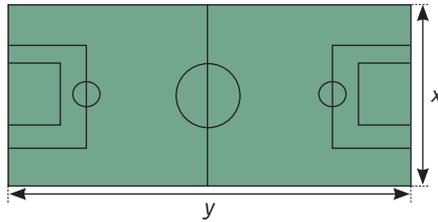
- c) Se  $\Delta < 0 \Rightarrow$  não temos raízes reais e o gráfico não corta o eixo  $x$ :



Ufa! Quantas informações! Vamos testar nossos conhecimentos?

APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Enceja (2006)



A figura acima representa um campo de futebol, de dimensões  $x$  e  $y$ , com perímetro de 340 m. A área desse campo pode ser corretamente representada, em função da menor dimensão  $x$ , por:

a)  $A(x) = -x^2 + 170x$   
 b)  $A(x) = -x^2 - 170x$

c)  $A(x) = -x^2 + 340x$   
 d)  $A(x) = -x^2 - 340x$

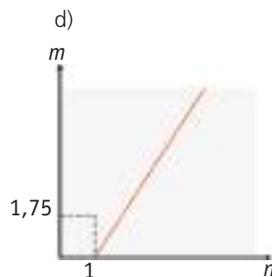
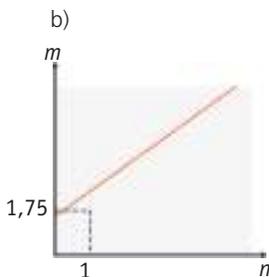
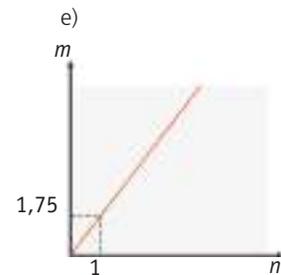
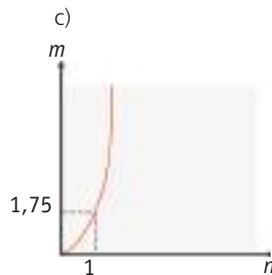
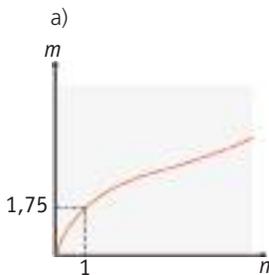
2. O faturamento em reais obtido pela empresa Levelogo com a venda de sucos é dado por:

$R(x) = -0,1x^2 + 500x$ , onde  $x$  é o número de unidades fabricadas por mês. Qual o faturamento da Levelogo quando 1000 unidades de suco são produzidas?

3. Determine as raízes e as coordenadas do vértice da função definida pela equação  $y = x^2 - 2x - 8$  e faça um esboço do gráfico.

4. Enem (2011) As frutas que antes se compravam por dúzias, hoje em dia, podem ser compradas por quilogramas, existindo também a variação dos preços de acordo com a época de produção. Considere que, independentemente da época ou variação de preço, certa fruta custa R\$1,75 o quilograma.

Dos gráficos a seguir, o que representa o preço  $m$  pago em reais pela compra de  $n$  quilogramas desse produto é



5. (PUC-MG) O lucro de uma loja, pela venda diária de  $x$  peças, é dado por  $L(x) = 100(10 - x)(x - 4)$ . O lucro máximo, por dia, é obtido com a venda de:

- a) 7 peças.                      b) 10 peças.                      c) 14 peças.                      d) 50 peças.                      e) 100 peças.

6. Etec (2008) Um goleiro chuta a bola, que está parada em seu campo, em direção ao campo do adversário. A bola descreve a trajetória de uma parábola, dada pela função  $h(t) = -t^2 + 10t$ , sendo  $t$  o tempo em segundos e  $h(t)$  a altura atingida pela bola em metros. Após quanto tempo a bola tocará novamente o campo?

- a) 13s                      b) 12s                      c) 11s                      d) 10s                      e) 9s

## FUNÇÃO EXPONENCIAL

O que você sabe sobre bactérias?

As bactérias, seres de tamanho tão insignificante, têm papel decisivo não só na vida humana, mas em toda a ecologia do planeta. O fóssil mais antigo que se conhece é de uma bactéria de 3,5 bilhões de anos! Elas são inúmeras, muito versáteis e se multiplicam rapidamente. Embora sua fama seja de causadoras de inúmeras doenças – como tétano, febre tifoide, pneumonia, sífilis, tuberculose etc. –, estas só ocorrem quando há desequilíbrio do organismo.

Em geral, as bactérias participam de processos químicos benéficos a todos os seres vivos. Iogurte e queijo, por exemplo, precisam delas. Para existir chocolate, as sementes do cacau são deixadas fermentando antes de serem torradas. Adubo orgânico é processado por elas, que reciclam os restos de materiais.

Voltemos à Matemática. Essas linhas foram para introduzi-lo no conceito de **função exponencial**.

Vamos considerar que, para um determinado estudo, uma população de bactérias aumente 40% em cada dia em um meio nutriente homogêneo. Se inicialmente tínhamos 1 milhão de bactérias, quantas teremos ao fim de  $x$  dias?

Ao final de	Crescimento do número de bactérias (em milhões)
1 dia	$1 + (1 \times 0,4) = 1,4$
2 dias	$1,4 + 0,4 \times 1,4 = 1,4 \times (1 + 0,4) = 1,4 \times 1,4 = (1,4)^2$
3 dias	$(1,4)^2 + 0,4 \times (1,4)^2 = (1,4)^2 \times (1 + 0,4) = 1,4 \times 1,4 \times 1,4 = (1,4)^3$
...	...
$x$ dias	$(1,4)^x$

Vemos que o número de bactérias, ao fim de  $x$  dias, é dado por uma potência de expoente variável. Estabelecendo  $x = 0$  como início da contagem, verificamos que os valores de  $(1,4)^x$  são sempre positivos. Portanto, temos a correspondência:

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$
$$x \rightarrow y = (1,4)^x$$

Ela recebe o nome de **função exponencial de base 1,4**.

A função exponencial tem também inúmeras aplicações: nas Ciências (envolvendo questões de radiatividade), na Psicologia (no estudo do aprendizado), na Saúde (analisando a disseminação de doenças) e é indispensável no estudo de muitos problemas sobre Economia (retorno de investimentos) e Finanças, como nos cálculos de juros compostos.

Dizemos que há um regime de capitalização composta quando o juro ganho por certo capital, ao fim de um período de tempo, fica incorporado (somado ao capital inicial), passando assim a fazer parte do montante que rende juro. O investidor, ao final de um segundo período, receberá então “juro do juro”, (além do juro do capital) e assim sucessivamente.

Imagine que uma pessoa deposite R\$ 2 000,00 a uma taxa de 20% ao ano e não mexe nesse dinheiro durante 10 anos. Quanto será o seu montante (valor de resgate) ao final desse período? E ao fim de  $x$  anos? Vamos calcular?

### INICIAL: 2 MIL REAIS

- Ao final de 1 ano:  
 $2 + (2 \times 0,2) = 2 \times (1 + 0,2) = 2 \times 1,2$  mil reais
- Ao final de 2 anos:  
 $(2 \times 1,2) + (2 \times 1,2) \times 0,2 = (2 \times 1,2) \times (1 + 0,2) = 2 \times 1,2^2$  mil reais
- Ao final de 3 anos:  
 $(2 \times 1,2^2) + (2 \times 1,2^2) \times 0,2 = (2 \times 1,2^2) \times (1 + 0,2) = 2 \times 1,2^3$  mil reais
- Ao final de 10 anos:  
 $2 \times 1,2^{10} \approx 12,38347$  mil reais
- Portanto, ao final de  $x$  anos, ela receberá:  
 $2 \times 1,2^x$  mil reais

Aqui novamente temos uma função exponencial.

Como já dissemos, no regime de capitalização composta os juros gerados em cada período se agregam ao montante do início do período, passando a produzir juros no período seguinte.

Seria possível estabelecer uma fórmula para calcular o montante obtido a juros compostos?

Consideremos um capital  $C$ , uma taxa de juros  $i$  e calculemos o montante obtido a juros compostos, após  $n$  períodos de tempo (expresso na unidade de tempo da taxa).

- Montante após 1 período:  
 $M_1 = C + C \times i = C \times (1 + i)$
- Montante após 2 períodos:  
 $M_2 = M_1 + M_1 \times i = M_1 \times (1 + i) = C \times (1 + i) \times (1 + i) = C \times (1 + i)^2$
- Montante após 3 períodos:  
 $M_3 = M_2 + M_2 \times i = M_2 \times (1 + i) = C \times (1 + i)^2 \times (1 + i) = C \times (1 + i)^3$

E assim por diante...

$$M = C \times [(1 + i) \times (1 + i) \times \dots \times (1 + i)]$$

...  $n$  vezes ...

É fácil perceber, por generalização, que após  $n$  períodos o montante será dado por:

$$M = C \times (1 + i)^n$$

Vamos a outro exemplo.

Supondo que um capital de R\$ 6 000,00 foi aplicado a juros compostos durante 3 meses à taxa de 2% ao mês:

- a) Qual será o montante?
- b) Qual o total de juros auferidos?

**Resolução do item a:**

$C = \text{R\$ } 6\,000,00$   $n = 3$  meses  $i = 2\%$  ao mês (verifique que o período de aplicação e o da taxa são compatíveis, ou seja, estão na mesma unidade de tempo).

Assim, se  $M = C \times (1 + i)^n$ , temos:

$$M = 6\,000 \times (1 + 0,02)^3 = 6\,000 \times (1,02)^3 = 6\,000 \times 1,06128 = 6\,367,25$$

Resposta: O montante é de R\$ 6 367,25.

**Resolução do item b:**

Como  $J = M - C$  (lembre-se de que juros é a remuneração sobre o capital).

$$J = 6\,367,25 - 6\,000 = 367,25.$$

Resposta: O total de juros auferidos é de R\$ 367,25.

**Gráfico de uma função exponencial**

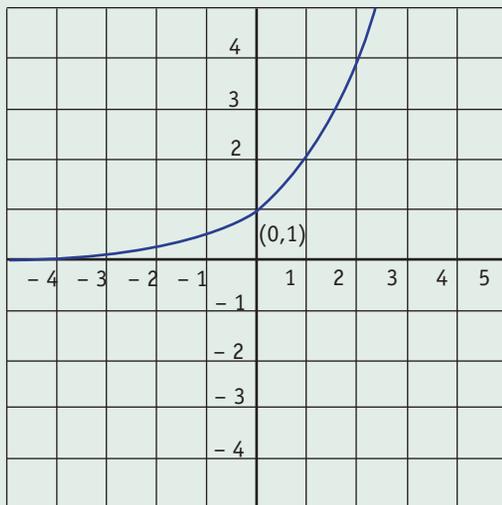
Podemos dizer que uma função exponencial de base  $a$  é toda função

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \rightarrow y = a^x, \text{ com } a \in \mathbb{R} \text{ e } 1 \neq a > 0$$

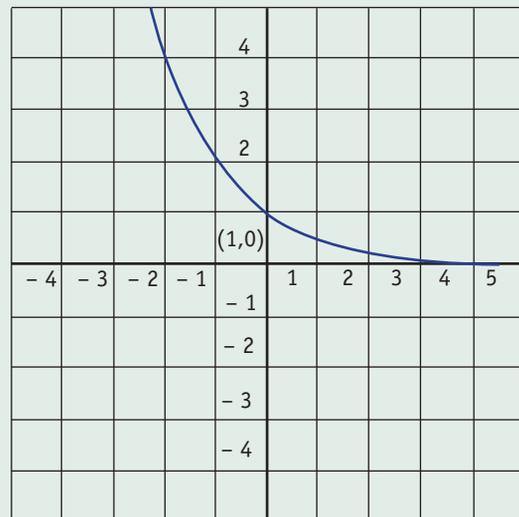
Perceba que a expressão analítica da função exponencial é uma potência, com a base fixa (número real) e expoente variável. Veja algumas de suas particularidades:

1. Quando  $a > 1$



Domínio  $\mathbb{R}$ ; Contradomínio  $\mathbb{R}$ ; Imagem  $\mathbb{R}^{*+}$   
 Corta o eixo  $y$  em  $(0, 1)$   
 $f(x) > 0, \forall x \in \mathbb{R}$   
 A função é sempre crescente.  
 $(x \uparrow y \uparrow)$

2. Quando  $0 < a < 1$



Domínio  $\mathbb{R}$ ; Contradomínio  $\mathbb{R}$ ; Imagem  $\mathbb{R}^{*+}$   
 Corta o eixo  $y$  em  $(0, 1)$   
 $f(x) > 0, \forall x \in \mathbb{R}$   
 A função é sempre decrescente.  
 $(x \uparrow y \downarrow)$

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. O número de habitantes de uma cidade é hoje 40 000 e cresce a uma taxa de 2% ao ano. Qual será o número de habitantes daqui a 3 anos?  
.....
2. A população de uma cidade do interior do Brasil é igual a 7 000 pessoas e cresce exponencialmente a uma taxa de 3% ao ano. Qual será o número de habitantes daqui a 6 anos?  
.....
3. Imagine que você pega emprestado em um banco R\$ 1 000,00. Na negociação fica acordado que a devolução será daqui a 5 meses. Considerando o regime de juros compostos para uma taxa de 10% ao mês, quanto deverá ser devolvido?  
.....
4. Qual será o valor de resgate de uma aplicação de valor inicial de R\$ 1 800,00 no final de 12 meses, à taxa composta de 1% ao mês?  
.....

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVROS



##### MATEMÁTICA: CIÊNCIA E APLICAÇÕES

IEZZI, Gelson et al. *Matemática: ciência e aplicações*. São Paulo: Atual, 2004. v. 1.



##### MATEMÁTICA: ENSINO MÉDIO

GUELLI, Oscar. *Matemática: Ensino Médio*. São Paulo: Ática, 2004. v. 1.



##### A MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO

LIMA, Elon Lages et al. *A Matemática do Ensino Médio*. 7. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2004. v. 1.

#### SITES



##### ESTUDO DAS FUNÇÕES

Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/matematica/funcoes-caracteristicas.jhtm>>. Acesso em: 15 dez. 2011.



##### EXPERIMENTOS

Este *site* traz diversas atividades práticas envolvendo funções.

Disponível em: <[http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo\\_mat/cfuncao/exp2.htm](http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/cfuncao/exp2.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2011.



##### FUNÇÕES QUADRÁTICAS

Disponível em: <[www.somatematica.com.br/emedio/funcao2/funcao2.php](http://www.somatematica.com.br/emedio/funcao2/funcao2.php)>. Acesso em: 15 dez. 2011.



##### IMÁTICA

Nesta página, você encontrará alguns programas (*softwares*) livres de Matemática para serem usados com finalidade educacional.

Disponível em: <[www.ime.usp.br/~leo/imatica/programas/varios.html](http://www.ime.usp.br/~leo/imatica/programas/varios.html)>. Acesso em: 25 nov. 2011.



##### PROPORCIONALIDADE E FUNÇÕES AFINS

Disponível em: <[www.matematicadidatica.com.br/FuncaoLinear.aspx](http://www.matematicadidatica.com.br/FuncaoLinear.aspx)>. Acesso em: 15 dez. 2011.



##### WINPLOT

Traz um *software* livre bastante interessante para trabalhar com funções: o WIN+PLOT.

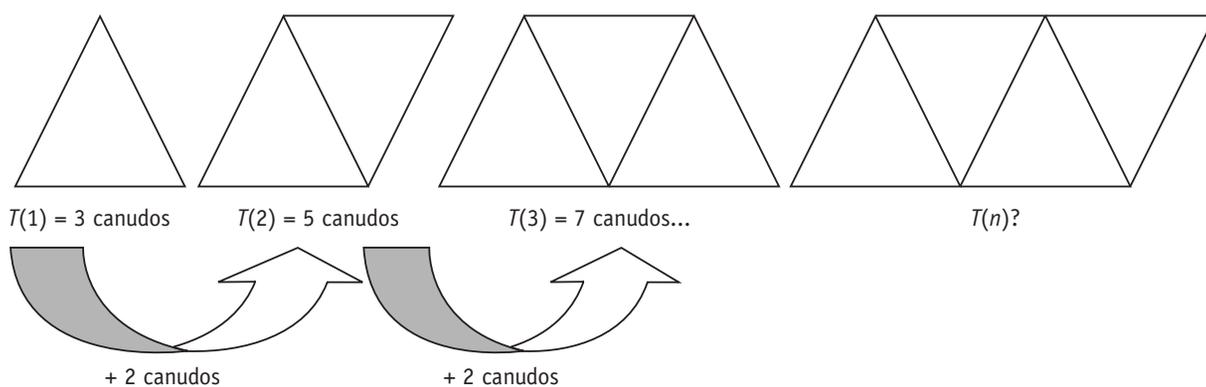
Disponível em: <<http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

No capítulo anterior, estudamos assuntos fundamentais da Matemática: a função do 1º grau, a função do 2º grau e a função exponencial. Nele, pudemos observar as leis que regem o comportamento de cada uma delas. Mas como será que elas são construídas?

Vamos verificar esse comportamento a partir de um exemplo.

Observe a sequência de triângulos abaixo (imagine os lados como canudos):

Construímos 1 triângulo com 3 canudos, 2 triângulos com 5 canudos, 3 triângulos com 7 canudos... Supondo que essa lei seja mantida, você seria capaz de determinar como ficará a próxima figura?



Veja que a sequência de números assim construída (3, 5, 7, 9, 11, ...) é sequência dos números ímpares maiores do que 1.

Observando que

$T_1 = 2 \times 1 + 1$ ,  $T_2 = 2 \times 2 + 1$ ,  $T_3 = 2 \times 3 + 1$ , ... ,  $T_{10} = 2 \times 10 + 1$ ..., podemos concluir que o termo geral dessa sequência é:  $T_n = 2n + 1$ .

Observe ainda que, nessa sucessão,  $T_2$  é maior que  $T_1$ , na medida que  $T_2$  tem duas unidades a mais que  $T_1$ . O mesmo ocorre a  $T_3$  em relação a  $T_2$ , pois  $T_3$  também tem duas unidades a mais que  $T_2$ .

Então, agora, você é capaz de dizer o que ocorrerá com  $T_{n+1}$  em relação a  $T_n$ ?

*Também terá duas unidades a mais.*

De fato, podemos dizer então que  $T_{n+1} = T_n + 2 \Leftrightarrow T_{n+1} - T_n = 2, \forall n \in \mathbb{N}$ .

Assim, como  $T_1 = 3$  e  $T_2 = 5$ , podemos escrever:

$T_2 = T_1 + 2$ , que chamaremos de equação (1), da mesma forma que, se

$T_3 = 7 \Rightarrow T_3 = T_2 + 2$ , que chamaremos de equação (2).

Substituindo (1) em (2), podemos escrever que:

$T_3 = T_2 + 2 = (T_1 + 2) + 2$ .

Será que é possível escrever  $T_4$  em "função" de  $T_1$  e de 2?

Sim! Veja:

$$T_4 = T_3 + 2 = (T_2 + 2) + 2 = ((T_1 + 2) + 2) \text{ ou } T_4 = T_1 + 2 + 2 + 2$$

Assim, podemos observar que:

$$T_2 = T_1 + 2$$

$$T_3 = T_1 + 2 + 2$$

$$T_4 = T_1 + 2 + 2 + 2$$

E assim sucessivamente.

Dessa forma, quantas vezes teríamos que adicionar o 2 a  $T_{30}$ ?

Vinte e nove vezes.

E, de forma geral, podemos afirmar que:

$$T_n = T_1 + (n - 1) \times 2$$

Observe que, no exemplo dado, a formação da sequência dos triângulos apresenta **regularidades**. Essas regularidades permitem generalizar os casos particulares e descobrir o termo sucessor. Para descrever essas situações, usamos **letras** que generalizam o uso dos números. Tal procedimento é o que podemos chamar de **fórmulas**.

De fato, o uso das letras simplifica as descrições e evita as ambiguidades da linguagem natural. As fórmulas, como as que já vimos anteriormente – cálculo de juros, projeções de aumento de população, entre outras – são muito úteis para resolver problemas cotidianos.

#### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Enem (2010) O trabalho em empresas de festas exige dos profissionais conhecimentos de diferentes áreas. Na semana passada, todos os funcionários de uma dessas empresas estavam envolvidos na tarefa de determinar a quantidade de estrelas que seriam utilizadas na confecção de um painel de Natal.

Um dos funcionários apresentou um esboço das primeiras cinco linhas do painel, que terá, no total, 150 linhas.



Após avaliar o esboço, cada um dos funcionários esboçou sua resposta:

FUNCIONÁRIO I: aproximadamente 200 estrelas.

FUNCIONÁRIO II: aproximadamente 6 000 estrelas.

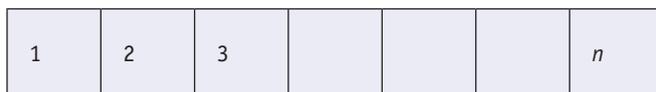
FUNCIONÁRIO III: aproximadamente 12 000 estrelas.

FUNCIONÁRIO IV: aproximadamente 22 500 estrelas.

FUNCIONÁRIO V: aproximadamente 22 800 estrelas.

Qual funcionário apresentou um resultado mais próximo da quantidade de estrelas necessária?

- a) I                      b) II                      c) III                      d) IV                      e) V
2. Enceja (2002) Com 4 palitos pode-se fazer um quadrado. Para formar uma fileira com 2 quadrados são necessários 7 palitos. Uma fileira com 3 quadrados utiliza 10 palitos, com 4 quadrados usam-se 13 palitos, e assim sucessivamente.



Para formar uma fileira com  $n$  quadrados, o número de palitos necessários pode ser calculado com a expressão:

- a)  $3n + 2$                       b)  $3n + 1$                       c)  $2n + 2$                       d)  $2n + 1$

## O NOSSO DINHEIRO

Tal como a bandeira, o hino nacional e as armas da República, a moeda é, sem dúvida alguma, um dos símbolos do país.

O **real** (a moeda atualmente usada no Brasil) veio com o objetivo de restabelecer a confiança do povo brasileiro na estabilidade monetária (inflação controlada), indispensável a toda a sociedade, sobretudo para as populações de baixa renda, que são as que mais sofrem os efeitos da **inflação**, um verdadeiro tributo invisível.

Nos últimos anos, os governos brasileiros têm constantemente se esforçado para manter a estabilidade da moeda nacional. Contudo, se olharmos para a história do nosso sistema monetário, perceberemos que é uma história fortemente marcada pela instabilidade.

### Histórico do sistema monetário no Brasil

#### CRUZEIRO (Cr\$) de 1/11/1942 até 12/2/1967

O cruzeiro, como unidade monetária brasileira, tinha equivalência a mil réis. Assim, 4.750\$400 (quatro contos, setecentos e cinquenta mil e quatrocentos réis) passou a expressar-se Cr\$ 4.750,40 (quatro mil, setecentos e cinquenta cruzeiros e quarenta centavos).

#### CRUZEIRO NOVO (NCr\$) de 13/2/1967 até 14/5/1970

O cruzeiro novo foi instituído como uma unidade monetária transitória, equivalente a mil cruzeiros antigos. Cr\$ 4.750 passou a expressar-se NCr\$ 4,75.

#### CRUZEIRO (Cr\$) de 15/5/1970 até 27/2/1986

O Conselho Monetário Nacional restabeleceu a denominação cruzeiro, mantendo o centavo. NCr\$ 4,75 passou a expressar-se Cr\$4,75.

#### CRUZADO (Cz\$) de 28/2/1986 até 15/1/1989

Foi instituído o cruzado como nova unidade monetária, equivalente a mil cruzeiros. Assim, Cr\$ 1.300,500 (um milhão, trezentos mil e quinhentos cruzeiros) passou a expressar-se Cz\$ 1.300,50 (um mil e trezentos cruzados e cinquenta centavos).

#### CRUZADO NOVO (NCz\$) de 16/1/1989 até 15/3/1990

O cruzado novo entrou em vigor, correspondendo a mil cruzados. Assim, Cz\$ 1.300,50 passou a expressar-se NCz\$ 1,30.

#### CRUZEIRO (Cr\$) de 16/3/1990 até 31/7/1993

Restabeleceu-se a denominação cruzeiro para a moeda, correspondendo um cruzeiro a um cruzado novo. Assim, NCz\$ 1.500,00 passou a expressar-se Cr\$ 1.500,00.

#### CRUZEIRO REAL (CR\$) de 1/8/1993 até 30/6/1994

O cruzeiro real veio em substituição ao cruzeiro, equivalendo um cruzeiro real a mil cruzeiros. Assim, Cr\$ 1.700.500,00 (um milhão, setecentos mil e quinhentos cruzeiros) passou a expressar-se CR\$ 1.700,50 (um mil e setecentos cruzeiros reais e cinquenta centavos).

#### REAL (R\$) de 1/7/1994 até hoje

O real tornou-se a unidade do sistema monetário, com a equivalência de CR\$ 2.750,00, igual à paridade entre a URV e o cruzeiro real fixada para o dia 30/6/94. Como medida preparatória à implantação do real, foi criada a Unidade Real de Valor (URV). Assim, CR\$ 11.000.000,00 (onze milhões de cruzeiros reais) passou a expressar-se R\$ 4.000,00 (quatro mil reais).

Adaptado de: <[www.bcb.gov.br/?refsismon](http://www.bcb.gov.br/?refsismon)>. Acesso em: 28 nov. 2011.

### APLICAR CONHECIMENTOS II

Para fazer a conversão nominal, ou seja, sem atualização monetária, de CR\$ 3.000.000,00 (moeda vigente no período de 1/8/1993 até 30/6/1994) para reais (moeda atual), é feito o seguinte cálculo: **CR\$ 3.000.000,00 ÷ 2.750,00 = R\$ 1.090,90909...**

Agora faça você mesmo a conversão nominal de Cr\$ 7.000.000,00 (moeda vigente no período de 15/5/1970 até 27/2/1986) para cruzado (moeda vigente no período de 28/2/1986 até 15/1/1989).

## O SALÁRIO

O salário é o pagamento do trabalho realizado por uma pessoa para outra ou para uma empresa, instituição etc., durante um mês, uma semana ou qualquer outro período. Existe uma legislação que estabelece um salário mínimo aos trabalhadores, além dos acordos coletivos elaborados com base nas negociações dos sindicatos de cada categoria, que definem seus respectivos pisos, reajustes, benefícios, entre outros.

E como gastamos o salário?

As pessoas têm muitas necessidades e sua renda nem sempre é suficiente para supri-las. É preciso saber em que gastar.

Primeiro, temos de suprir as nossas necessidades básicas (comer, vestir, morar etc.). Depois, sobrando dinheiro, buscamos segurança, por exemplo. Veja que será sempre uma decisão importante: escolher entre as várias alternativas de produtos e serviços disponíveis. Contudo, com o aumento relativo do salário, ultrapassamos a linha da sobrevivência e aí é que começa o problema: é necessário muito controle para não gastar mais do que se recebe.

Existem alguns itens que reduzem o poder de compra do salário, tais como a inflação, os encargos sociais (previdência), o Imposto de Renda Retido na Fonte etc.

Devemos lembrar ainda que existem os impostos embutidos nos produtos e serviços que consumimos (ICMS, IPI, PIS/Cofins etc.), os quais acabam “aumentando” o preço desses produtos e serviços, fazendo com que paguemos um preço muito caro por eles.

Certamente, o que mais afeta o salário são os impostos (também chamados de **tributos**). Pagamos muito e às vezes não temos retorno em termos de serviços por parte do governo. Com isso, somos obrigados a gastar com planos de saúde, escola particular, previdência privada, entre outros, que deveriam ser uma obrigação do Estado.

De fato, a TV, os jornais, as revistas, entre outros meios de comunicação, promovem o “consumismo”. As pessoas passam a comprar muito, às vezes coisas de que nem necessitam tanto, e exageram nos gastos. Assim, começam a se endividar. “Ficam no vermelho”, como dizem os que entram no limite do cheque especial e do cartão de crédito, por exemplo.

Os juros cobrados nesses casos são bastante altos, considerados, por vezes, abusivos. Variam entre 8% a 12% ao mês. Não há salário que aguente, visto que, geralmente, os aumentos salariais não acompanham essa taxa.

E com os crediários e cheques pré-datados, é diferente?

Não! As pessoas normalmente olham somente o valor da prestação, mas esquecem dos juros embutidos em cada uma delas. Pagam muitas vezes o equivalente a 1,5 ou 2 vezes o valor do bem. Sem disciplina, o endividamento é irreversível.

Diante dessa situação, as palavras-chave são: controle e planejamento. É preciso estabelecer um plano de contas que abranja aluguel, alimentação, empregada doméstica, combustível, TV a cabo, mensalidade escolar, IPVA, IPTU, energia, água etc., com metas de redução de gastos.

### **Conheça alguns tributos cobrados no Brasil**

#### **Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins)**

É cobrada pelo governo federal sobre o faturamento das empresas e deve financiar previdência, assistência social e saúde.

#### **Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira (CPMF)**

Entre 1997 e 2007 era cobrada uma taxa de qualquer movimentação financeira realizada no país. Em 1999 a cobrança foi interrompida por aproximadamente 6 meses. A alíquota cobrada variou nesses anos entre 0,25% e 0,38%.

#### **Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS)**

Tributo estadual cobrado toda vez que uma mercadoria sai de um estabelecimento com destino a outro município ou estado independentemente de ter sido efetivada uma venda. Além dos serviços de transportes, também os serviços de comunicação são taxados.

#### **Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)**

Cobrança realizada pelo governo federal sobre produtos industrializados fabricados no país ou importados.

#### **Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU)**

Taxação municipal que incide sobre todos os imóveis localizados no espaço urbano. O cálculo desse imposto depende do tamanho e da localização do imóvel.

#### **Imposto Territorial Rural (ITR)**

Cobrado sobre as propriedades rurais, o valor pode variar conforme o tamanho da propriedade.

#### **Imposto de Renda (IR)**

Imposto federal que incide sobre todas as pessoas que tenham renda maior que um valor mensal fixado pelo governo federal. Todos os anos, o contribuinte deve fazer uma declaração de ajuste para apurar se tem valor excedente a pagar ou restituir.

#### **Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS)**

Cobrado pelos municípios, aplica-se a qualquer serviço prestado, como restaurante, oficinas para reparos de produtos, salões de beleza etc.

Que tal conhecermos um pouco mais sobre a história da CPMF? Elabore uma pesquisa sobre esse assunto: sua finalidade, períodos em que foi cobrada, quais as alíquotas, como era efetuado o cálculo nas transações bancárias, entre outros aspectos.

## JUROS: UMA CONVIVÊNCIA NEM SEMPRE AMIGÁVEL

As mais antigas civilizações (3 000 a.C.) já conheciam os sistemas de crédito. No entanto, durante muito tempo e para diversas crenças, a cobrança de juros foi considerada proibida para seus seguidores e, conseqüentemente, um pecado.

De fato, algumas religiões não viam com bons olhos a cobrança de juros, considerada sinal de ambição descontrolada e comércio injusto e, por isso, chamada de usura.

A cobrança de juros nos tempos atuais já faz parte de nossa vida cotidiana e costumamos chamar de usura apenas a cobrança de juros abusiva ou ilegal. É difícil imaginar nosso mundo sem os benefícios do crédito, e consideramos habitual a cobrança de juros para termos acesso a esses benefícios.

Nos dias de hoje, é muito raro conhecer alguém que não tenha recorrido a algum tipo de crédito. Bens importantes, como casa própria e carro, dificilmente podem ser adquiridos sem que tenhamos de recorrer a financiamentos.

Também, cotidianamente, estamos cada vez mais acostumados com as “facilidades” de crédito existentes. Entretanto, nem tudo são flores! Muitas vezes, o crédito é relativamente fácil para contratar e extremamente difícil para pagar.

Por isso, é fundamental que o cidadão seja um consumidor consciente e procure se informar bem sobre tudo o que irá comprar, consumir ou contratar, principalmente aquilo que envolva juros (por exemplo: uma compra de supermercado a pagar em mais de uma parcela, ou com cartão de crédito).

Os juros estão por toda parte. Preste atenção! Saber distinguir juros simples de compostos, ter noções sobre cálculo de juros, saber mais sobre os juros cobrados por cartões de crédito e financiamentos é imprescindível para um planejamento adequado. Também é importante para se precaver contra a cobrança de juros abusiva ou ilegal e para não cair em armadilhas de crédito.

## CARTÕES DE CRÉDITO: A MOEDA DE PLÁSTICO

O uso de cartões de crédito, também chamados de “dinheiro de plástico”, é hoje muito comum nas transações comerciais, pois simplifica as compras. Atualmente, até grandes lojas de varejo oferecem seus próprios cartões de crédito, que, na maioria das vezes, não cobram anuidade, mas cobram juros, e altos, em caso de atraso. A anuidade é uma taxa para a manutenção do cartão. O uso do cartão é prático e, por vezes, mais seguro, pois você não precisa andar com dinheiro na mão, correndo o risco de ser assaltado.

Contudo, existem as armadilhas: o uso do cartão pode criar uma visão distorcida de nossa capacidade de pagar. Por isso, podemos ter surpresas na hora em que chega a fatura; o saldo devedor do cartão de crédito deve ser sempre observado com atenção, já que

os juros cobrados sobre esse saldo são muito elevados (na faixa de 10% até 15% ao mês). (Se você tiver algum dinheiro em aplicações, como a poupança, compare a taxa de ganho com as taxas de cheque especial e cartão de crédito. São opostas!)

Ao receber sua fatura, verifique se os valores cobrados realmente foram gastos e se não há cobrança indevida. Você pode pagar um valor que poderá variar entre o valor mínimo e o total. Uma dica: sempre que possível, pague o valor total da fatura na data do vencimento, pois só assim você se livra dos altos juros.

Os juros estabelecidos por lei recebem o nome de **juros legais**. São usados quando as partes que selaram um contrato não estipularam os juros cobrados em situações de demora de pagamento, ou de não pagamento. O atual Código Civil, que vigora desde 2003, estabelece que, em casos nos quais credor e devedor não estipularam de antemão os juros em seu contrato, os juros legais devem ser fixados, levando em consideração a taxa em vigor para o pagamento atrasado de impostos devidos à Fazenda Nacional.

De acordo com alguns advogados, o problema é que a taxa utilizada para os pagamentos atrasados à Fazenda Nacional – a chamada taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) – é uma taxa variável, estabelecida por medidas administrativas e não por lei. Para os especialistas, isso é um dilema, não ampara o consumidor devedor.

Uma vez que a Selic é variável, ora aumenta, ora diminui, dependendo do cenário econômico, os contratantes não têm como prever qual será a taxa de juros utilizada em seu contrato.

Assim, muitas vezes a taxa de juros aplicada no cálculo de dívidas a pagar ultrapassa qualquer expectativa do devedor, e os valores das dívidas se tornam “astronômicos”, impossíveis de pagar. Por outro lado, é inconstitucional que uma taxa legal seja variável conforme ato administrativo e não siga uma legislação. Entendeu o dilema? Fuja dele!

Uma sugestão bastante interessante é: se você tiver dúvidas sobre os juros legais em contratos ou outras operações, procure o Procon (órgão de defesa do consumidor) de sua cidade.

CARTÃO DE CRÉDITO ABC		SEU BANCO																																		
JAIME WILLIAM LOPES		FATURA MENSAL																																		
MONTES URALES 320 95 CS 45		DATA DE VENCIMENTO																																		
MORUMBI S. PAULO SP		28/03/09																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fatura Anterior</th> <th>Pagamentos/Créditos</th> <th>Saldo</th> <th>Total de Débitos</th> <th>Fatura Atual</th> <th>Pagamento Mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>850,28</td> <td>850,28</td> <td>= 0.00</td> <td>+ 977,55</td> <td>= 977,55</td> <td>206,00</td> </tr> </tbody> </table>				Fatura Anterior	Pagamentos/Créditos	Saldo	Total de Débitos	Fatura Atual	Pagamento Mínimo	850,28	850,28	= 0.00	+ 977,55	= 977,55	206,00																					
Fatura Anterior	Pagamentos/Créditos	Saldo	Total de Débitos	Fatura Atual	Pagamento Mínimo																															
850,28	850,28	= 0.00	+ 977,55	= 977,55	206,00																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DATA</th> <th>TRANSAÇÕES NACIONAIS</th> <th>R\$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28/02/2009</td> <td>PAGAMENTO RECIBO – OBRIGADO</td> <td>-850,28</td> </tr> <tr> <td>18/02/2009</td> <td>AUTO POSTO LTDA. SÃO PAULO</td> <td>125,40</td> </tr> <tr> <td>19/02/2009</td> <td>CABELEIREIRO SÃO PAULO</td> <td>58,00</td> </tr> <tr> <td>19/02/2009</td> <td>RESTAURANTE SÃO PAULO</td> <td>67,00</td> </tr> <tr> <td>21/02/2009</td> <td>LAVANDERIA SÃO PAULO</td> <td>35,00</td> </tr> <tr> <td>04/03/2009</td> <td>SUPERMERCADO SÃO PAULO</td> <td>305,90</td> </tr> <tr> <td>05/03/2009</td> <td>PAPELARIA SÃO PAULO</td> <td>52,00</td> </tr> <tr> <td>05/03/2009</td> <td>FARMÁCIA SÃO PAULO</td> <td>141,25</td> </tr> <tr> <td>12/03/2009</td> <td>GRÁFICA SÃO PAULO</td> <td>193,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>TOTAL</b></td> <td><b>977,55</b></td> </tr> </tbody> </table>				DATA	TRANSAÇÕES NACIONAIS	R\$	28/02/2009	PAGAMENTO RECIBO – OBRIGADO	-850,28	18/02/2009	AUTO POSTO LTDA. SÃO PAULO	125,40	19/02/2009	CABELEIREIRO SÃO PAULO	58,00	19/02/2009	RESTAURANTE SÃO PAULO	67,00	21/02/2009	LAVANDERIA SÃO PAULO	35,00	04/03/2009	SUPERMERCADO SÃO PAULO	305,90	05/03/2009	PAPELARIA SÃO PAULO	52,00	05/03/2009	FARMÁCIA SÃO PAULO	141,25	12/03/2009	GRÁFICA SÃO PAULO	193,00	<b>TOTAL</b>		<b>977,55</b>
DATA	TRANSAÇÕES NACIONAIS	R\$																																		
28/02/2009	PAGAMENTO RECIBO – OBRIGADO	-850,28																																		
18/02/2009	AUTO POSTO LTDA. SÃO PAULO	125,40																																		
19/02/2009	CABELEIREIRO SÃO PAULO	58,00																																		
19/02/2009	RESTAURANTE SÃO PAULO	67,00																																		
21/02/2009	LAVANDERIA SÃO PAULO	35,00																																		
04/03/2009	SUPERMERCADO SÃO PAULO	305,90																																		
05/03/2009	PAPELARIA SÃO PAULO	52,00																																		
05/03/2009	FARMÁCIA SÃO PAULO	141,25																																		
12/03/2009	GRÁFICA SÃO PAULO	193,00																																		
<b>TOTAL</b>		<b>977,55</b>																																		
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>01/09 = R\$</td> <td>1 018,00</td> <td>04/09 = R\$</td> <td>-----</td> <td>07/09</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>02/09 = R\$</td> <td>850,28</td> <td>05/09 = R\$</td> <td>-----</td> <td>08/09</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>03/09 = R\$</td> <td>-----</td> <td>06/09 = R\$</td> <td>-----</td> <td>09/09</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>MÉDIA TRIMESTRE=R\$</td> <td>-----</td> <td>MÉDIA TRIMESTRE=R\$</td> <td>-----</td> <td>MÉDIA TRIMESTRE=R\$</td> <td>-----</td> </tr> </tbody> </table>				01/09 = R\$	1 018,00	04/09 = R\$	-----	07/09	-----	02/09 = R\$	850,28	05/09 = R\$	-----	08/09	-----	03/09 = R\$	-----	06/09 = R\$	-----	09/09	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----									
01/09 = R\$	1 018,00	04/09 = R\$	-----	07/09	-----																															
02/09 = R\$	850,28	05/09 = R\$	-----	08/09	-----																															
03/09 = R\$	-----	06/09 = R\$	-----	09/09	-----																															
MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----																															

Exemplo de uma fatura de cartão de crédito.

### Entenda o que é e como a Selic afeta a economia brasileira e o seu bolso

Uma das siglas mais conhecidas para quem acompanha o noticiário financeiro e segue de perto a realidade econômica brasileira é a Selic. Afinal de contas, todos os meses o Comitê de Política Monetária do Banco Central, o Copom, se reúne e decide se a taxa básica da economia brasileira vai subir, cair ou ser mantida estável.

O que pouca gente sabe, porém, é exatamente o que essa taxa significa, como ela afeta o dia a dia das pessoas e qual o seu efeito sobre as outras taxas de juros da economia.

#### Copom determina a meta da Selic

Embora quase todo mundo acredite que o Copom determina efetivamente a Selic, no fundo o colegiado está determinando a meta dela. Para entender a diferença, vale a pena analisar em detalhe o que é a Selic.

A taxa Selic é a taxa de financiamento no mercado interbancário para operações de um dia, ou *overnight*, que possuem lastro em títulos públicos federais, títulos esses que são listados e negociados no Sistema Especial de Liquidação e Custódia, ou Selic.

Em outras palavras, esta taxa é usada para operações de curtíssimo prazo entre os bancos, que, quando querem tomar recursos emprestados de outros bancos por um dia, oferecem títulos públicos como lastro, visando reduzir o risco e, conseqüentemente, a remuneração da transação.

Assim, como o risco final da transação acaba sendo efetivamente do governo, pois seus títulos servem de lastro para a operação e o prazo é o mais curto possível, ou apenas de um dia, essa taxa acaba servindo de referência para todas as demais taxas de juros da economia.

#### Taxa serve de referência

Por ser de curtíssimo prazo e por refletir o risco do governo, a Selic torna-se referência para todas as demais taxas da economia. Em situações normais, a Selic é a taxa mais baixa, o que, porém, nem sempre ocorre. De forma geral, quanto maior o prazo, maior o risco e, portanto, maior a taxa.

No entanto, esse não é o caso quando o governo está adotando uma política monetária restritiva, com o objetivo de conter a inflação. Nesse contexto, a taxa pode ser maior do que as taxas de longo prazo, o que indica que o mercado acredita que a política econômica adotada irá reduzir a inflação, levando à queda dos juros de longo prazo.

#### Efeito no bolso de cada um

O efeito das mudanças na Selic sobre o dia a dia das pessoas pode ser direto ou indireto, dependendo do perfil financeiro de cada um. Um dos efeitos mais diretos é sobre quem investe em fundos DI, pois boa parte da carteira desses fundos é investida em papéis pós-fixados, ou seja, que seguem a rentabilidade da Selic. Assim, um corte na Selic irá necessariamente reduzir a rentabilidade desses investimentos.

Já o efeito sobre quem tomou dinheiro emprestado é indireto e normalmente mais lento. Uma redução da Selic, em geral, leva a uma queda nas taxas de captação dos bancos e demais instituições financeiras, que, assim, teriam condições de cobrar menos pelos seus empréstimos.

Porém, outras variáveis estão envolvidas na determinação das taxas de empréstimos, tal como as taxas de inadimplência, a margem de lucro dos bancos, a carga de impostos sobre operações financeiras e outros, de forma que as alterações acabam sendo mais sentidas no médio e longo prazos.

Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/infomoney/2007/07/18/ult4040u5708.jhtm>>. Acesso em: 28 nov. 2011.

## APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Observe o que você paga de impostos embutidos nos preços finais dos produtos.

Produtos	Tributos %
Xampu	44,20%
DVD (aparelho)	50,39%
Geladeira	36,98%
Sabonete	37,09%
Telefone celular	39,80%
Calça jeans	34,67%
Televisor	34,67%

Estudos do IBPT. Verdadeiro custo da tributação brasileira. IBPT, 27 mai. 2008, p. 8-17. Disponível em: <[www.ibpt.com.br/img\\_publicacao/9169/142.pdf](http://www.ibpt.com.br/img_publicacao/9169/142.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2011.

Com os dados acima, calcule o valor da carga tributária para cada produto, considerando os preços finais dos produtos.

Produtos	Preço
Xampu	R\$ 3,75
DVD (aparelho)	R\$ 125,00
Geladeira	R\$ 1 199,00
Sabonete	R\$ 0,78
Telefone celular	R\$ 249,00
Calça jeans	R\$ 57,00
Televisor	R\$ 790,00

2. Encceja (2006) Todo ano, os brasileiros precisam acertar as contas com o Leão, ou seja, com o Imposto de Renda (IR). Suponha que, se a faixa salarial anual de um contribuinte está entre R\$ 15 085,45 e R\$ 30 144,96, então ele deve pagar 15% de IR. Logo, para verificar o valor devido, basta multiplicar a renda total no ano por 0,15. Nessa situação, se uma pessoa teve uma renda anual de R\$ 20 000,00, o valor devido a título de IR é de:

- a) R\$ 120,00.                      b) R\$ 300,00.                      c) R\$ 1 200,00.                      d) R\$ 3 000,00.

3. Enem (2010) O IGP-M é um índice da Fundação Getúlio Vargas obtido por meio da variação dos preços de alguns setores da economia, do dia 21 do mês anterior ao dia 20 do mês de referência. Ele é calculado a partir do Índice de Preços por Atacado (IPA-M), que tem peso de 60% do índice, do Índice de Preços ao Consumidor (IPC-M), que tem peso de 30%, e do Índice Nacional de Custo de Construção (INCC), representando 10%. Atualmente, o IGP-M é o índice para a correção de contratos de aluguel e o indexador de algumas tarifas, como energia elétrica.

INCC		IPC-M		IPA-M	
Mês / Ano	índice do mês (em %)	Mês / Ano	índice do mês (em %)	Mês / Ano	índice do mês (em %)
Mar/2012	0,45	Mar/2012	0,83	Mar/2012	1,07
Fev/2010	0,35	Fev/2010	0,88	Fev/2010	1,42
Jan/2010	0,52	Jan/2010	1,00	Jan/2010	0,51

A partir dessas informações, é possível determinar o maior IGP-M mensal desse primeiro trimestre, cujo valor é igual a

- a) 7,03%.                      b) 3,00%.                      c) 2,65%.                      d) 1,15%.                      e) 0,66%.

4. Encceja (2005) Um cliente comprou um carro em 30 prestações iguais de R\$ 300,00. Resolveu trocar esse veículo depois de três meses por causa de um defeito de fábrica. Assim, decidiu comprar um novo carro com o valor final de R\$ 15 900,00. Se for mantido o mesmo valor das parcelas, o cliente deverá pagar o restante do carro em quantos meses?

- a) 53                      b) 50                      c) 45                      d) 40

5. Encceja (2005) Para facilitar o pagamento de qualquer eletrodoméstico, no valor à vista, uma loja oferece a seguinte condição: uma entrada de 40% e o restante dividido em duas parcelas iguais. Se um cliente comprasse uma TV de 29 polegadas de R\$ 1 280,00, o valor da parcela seria representado numericamente por:

- a)  $(0,04 \times 1280) \div 2$                       b)  $(0,06 \times 1280) \div 2$                       c)  $(0,40 \times 1280) \div 2$                       d)  $(0,60 \times 1280) \div 2$

6. Vamos retomar a questão dos juros no cartão de crédito, com base na fatura a seguir:

Imagine que você pagou no dia 28 de março de 2009 o valor de R\$ 304,00. Qual será o valor refinanciado para o mês de abril?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**CARTÃO DE CRÉDITO ABC**  
 JAIME WILLIAM LOPES  
 MONTES URALES 320 95 CS 45  
 MORUMBI S. PAULO SP

**SEU BANCO**

FATURA MENSAL

DATA DE VENCIMENTO  
28/03/09

Fatura Anterior	Pagamentos/Créditos	Saldo	Total de Débitos	Fatura Atual	Pagamento Mínimo
850,28	850,28	= 0,00	+ 977,55	= 977,55	206,00

DATA	TRANSAÇÕES NACIONAIS	R\$
28/02/2009	PAGAMENTO RECIBO – OBRIGADO	-850,28
18/02/2009	AUTO POSTO LTDA. SÃO PAULO	125,40
19/02/2009	CABELEIREIRO SÃO PAULO	58,00
19/02/2009	RESTAURANTE SÃO PAULO	67,00
21/02/2009	LAVANDERIA SÃO PAULO	35,00
04/03/2009	SUPERMERCADO SÃO PAULO	305,90
05/03/2009	PAPELARIA SÃO PAULO	52,00
05/03/2009	FARMÁCIA SÃO PAULO	141,25
12/03/2009	GRÁFICA SÃO PAULO	193,00
<b>TOTAL</b>		<b>977,55</b>

01/09 = R\$	1 018,00	04/09 = R\$	----	07/09	----
02/09 = R\$	850,28	05/09 = R\$	----	08/09	----
03/09 = R\$	----	06/09 = R\$	----	09/09	----
MÉDIA TRIMESTRE=R\$	----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	----

Encargos: (% ao mês): ENCARGOS DE FINANCIAMENTO - 11,4%

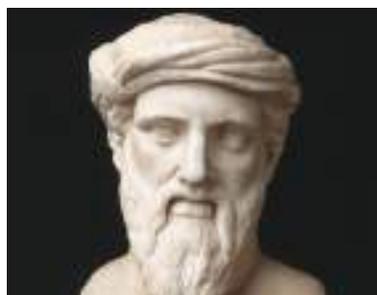
Ilustração digital: Conexão Editorial

## Pitágoras, seu teorema e o número irracional

Este capítulo, que se inicia com Pitágoras, avançará para a identificação dos números irracionais e mostrará a organização dos conjuntos numéricos levando em conta esse novo tipo de número. Algumas características significativas de outros conjuntos numéricos também serão apresentadas.

### O TEOREMA DE PITÁGORAS

Pitágoras, um filósofo grego que viveu por volta do século VI a.C., tem como registro mais conhecido de sua obra o Teorema de Pitágoras. Sabe-se que, muito antes de Pitágoras, a relação matemática do teorema já era utilizada. Você já deve ter ouvido esta afirmação de natureza geométrica:

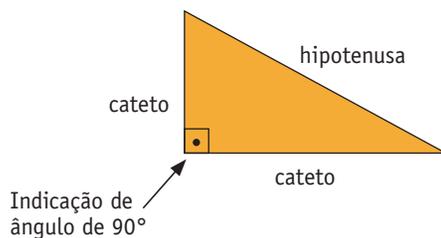


Busto em mármore do filósofo grego Pitágoras.

O quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos.

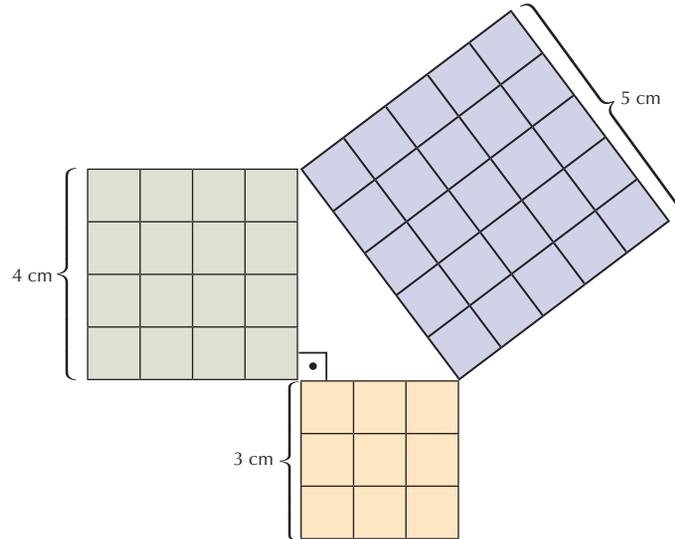
Um teorema é uma afirmação aceita como verdadeira mediante demonstração.

O Teorema de Pitágoras refere-se aos triângulos retângulos. Um triângulo é chamado de **triângulo retângulo** quando um de seus ângulos é um ângulo reto ( $90^\circ$ ). O lado maior de um triângulo retângulo, oposto ao ângulo reto, é chamado de **hipotenusa**. Os outros dois lados são chamados de **catetos**. Veja:



Quando se diz “o quadrado da hipotenusa”, trata-se da medida da hipotenusa elevada ao quadrado. Um exemplo: se a hipotenusa de um triângulo retângulo mede 5 cm, o quadrado da hipotenusa é  $(5 \text{ cm})^2$ , ou seja,  $25 \text{ cm}^2$ . Esse número 25 refere-se à área de um quadrado de lado medindo 5 cm.

Observe o desenho.



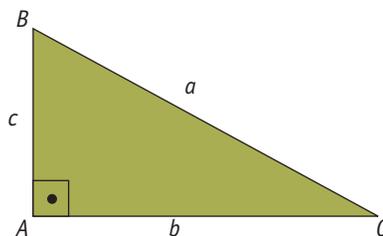
O triângulo retângulo está no centro da figura e sobre a hipotenusa foi construído um quadrado de lado medindo 5 cm; sobre um dos catetos foi construído um quadrado de lado medindo 3 cm e, sobre o outro cateto, um outro quadrado de lado medindo 4 cm. Verificando a relação proposta pelo Teorema de Pitágoras, observa-se que:

$$5^2 = 4^2 + 3^2$$

$$25 = 16 + 9$$

Não parece difícil entender o significado do Teorema de Pitágoras. Em resumo, o teorema afirma que a área do quadrado formado sobre a hipotenusa equivale à soma das áreas dos dois quadrados formados sobre os catetos.

Indicam-se as medidas dos catetos e da hipotenusa com letras minúsculas correspondentes aos vértices opostos.



Com essas indicações, o Teorema de Pitágoras pode ser representado na forma de uma sentença matemática:

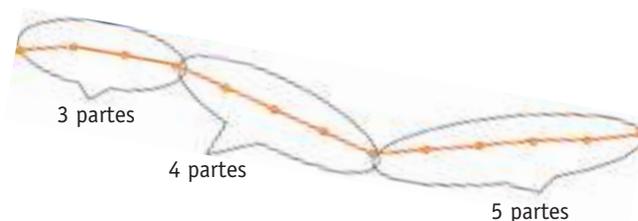
$$a^2 = b^2 + c^2$$

Esse teorema matemático possui um teorema recíproco. No caso do Teorema de Pitágoras, o enunciado poderia ser este: se um triângulo tem o quadrado da medida de comprimento da hipotenusa igual à soma dos quadrados das medidas de comprimento dos catetos, então o triângulo é retângulo.

É possível que uma das utilizações do Teorema de Pitágoras na história tenha tido o objetivo de verificar se determinado ângulo era, ou não, um ângulo reto. Bastava verificar a relação de Pitágoras para confirmar.

## ANTES DE PITÁGORAS

Antes de Pitágoras, os egípcios já utilizavam cordas com nós para obter ângulos retos em determinadas situações. Para simular uma experiência desse povo antigo, pode-se imaginar uma corda de 6 m de comprimento, com marcas visíveis a cada 0,5 m. Com essa corda é possível formar um triângulo retângulo, com 3 partes para um cateto, 4 partes para outro cateto e as 5 partes restantes para a hipotenusa.

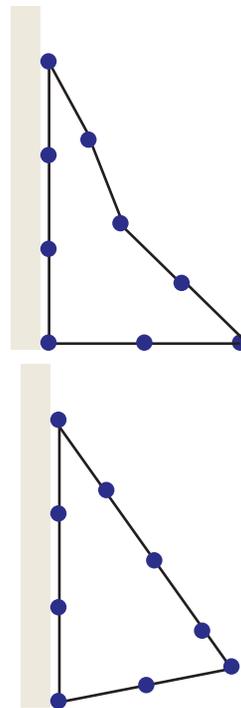


Como você utilizaria essa corda para verificar se o ângulo formado entre a parede e o piso mede  $90^\circ$ ?

### DEBATER I

Discuta com seus colegas os seguintes casos:

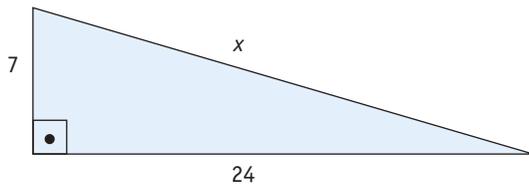
1. Se os catetos estiverem perfeitamente esticados e a hipotenusa ficar frouxa, o que se pode dizer a respeito da medida do ângulo formado entre a parede e o piso?
2. Se a hipotenusa estiver esticada e um cateto perfeitamente encostado na parede, o outro cateto, esticado, não toca o chão; o que se pode afirmar sobre a medida do ângulo formado entre a parede e o piso?



### COMO O TEOREMA DE PITÁGORAS É UTILIZADO HOJE

Hoje em dia, a aplicação do teorema pode ser feita de maneira algébrica e por meio de cálculos.

Para calcular o valor de  $x$ , que no caso a seguir é a medida da hipotenusa do triângulo retângulo, constrói-se a equação a partir da relação de Pitágoras:



$$x^2 = 24^2 + 7^2$$

$$x^2 = 576 + 49$$

$$x^2 = 625$$

$$x^2 = \sqrt{625}$$

$$x^2 = 25$$

A última passagem na resolução da equação é a extração da raiz quadrada de 625. Esse cálculo pode ser feito por tentativas, buscando algum número que, elevado ao quadrado, resulte em 625 ou pela fatoração do número 625. Veja:

$$625 = 5^4$$

$$625 = 5 \times 5 \times 5 \times 5$$

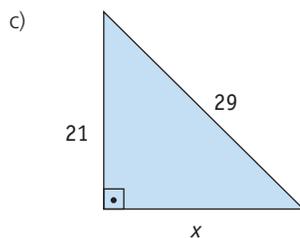
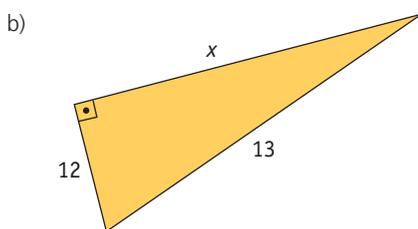
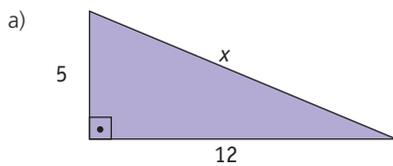
$$625 = 25 \times 25$$

$$625 = 25^2$$

Extraír a raiz quadrada de 625 é encontrar um número que, elevado ao quadrado, resulte em 625. Esse número é o 25.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Calcule o valor de  $x$  indicado nos seguintes triângulos retângulos:



2. Verifique, em cada caso, se  $a$ ,  $b$  e  $c$  são medidas dos lados de um triângulo retângulo. Justifique sua resposta utilizando o Teorema de Pitágoras.

a)  $a = 6$  cm;  $b = 2$  cm;  $c = 4$  cm

.....

.....

b)  $a = 8 \text{ cm}$ ;  $b = 3 \text{ cm}$ ;  $c = 7 \text{ cm}$

---

---

c)  $a = 5,4 \text{ cm}$ ;  $b = 4,2 \text{ cm}$ ;  $c = 1,6 \text{ cm}$

---

---

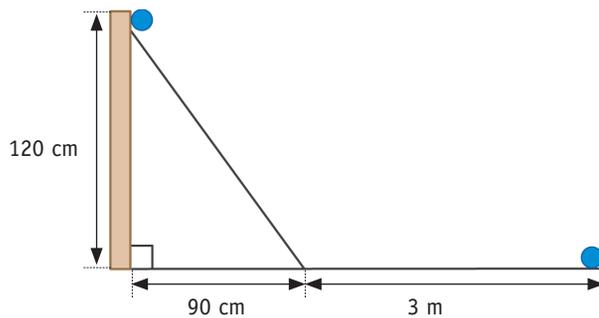
d)  $a = 2,5 \text{ cm}$ ;  $b = 2,4 \text{ cm}$ ;  $c = 0,7 \text{ cm}$

---

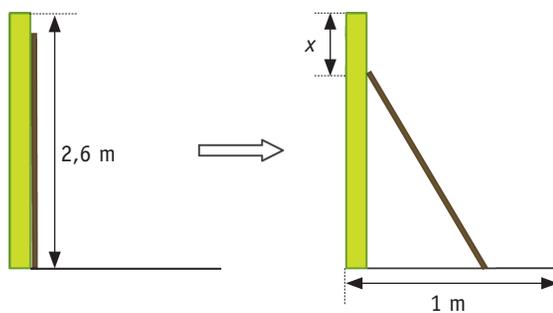
---

3. Um carro bateu em um poste que se dobrou e a ponta desse poste tocou o chão a uma distância de 3 m da base do poste. Sabendo que a parte que permaneceu na vertical media 4 m, qual era a altura do poste?

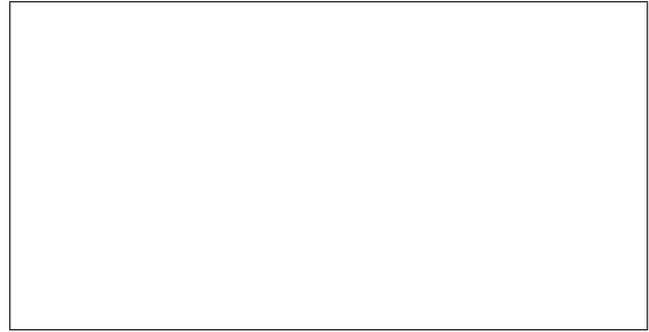
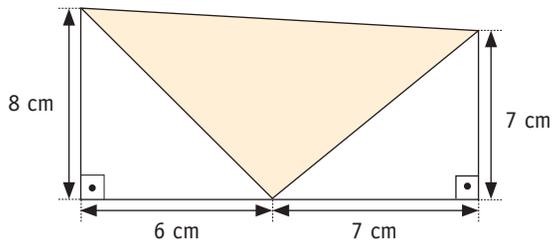
4. Uma bolinha de vidro foi largada sobre uma tábua apoiada em uma parede. Rolou por ela e parou a uma distância de 3 m do ponto de apoio da tábua com o chão, conforme mostra a figura. Qual foi a distância percorrida pela bolinha?



5. Imagine uma escada de 2,6 m, inteiramente encostada em uma parede. Se o pé da escada se afastar 1 m da parede, quanto terá descido o topo da escada?



6. Verifique se o triângulo destacado é um triângulo isósceles (triângulo isósceles é aquele que apresenta dois lados com medidas de comprimento iguais).



### Ternas pitagóricas

São os grupos de três números que satisfazem o Teorema de Pitágoras. Você viu, no início do capítulo, que os números 3, 4 e 5 formam uma terna pitagórica. Outros exemplos: 5, 12 e 13, também 20, 21 e 29. As ternas pitagóricas chamaram a atenção dos antigos. Uma pergunta sempre era feita: será que existem

infinitas ternas pitagóricas? Você mesmo pode responder a essa pergunta. Com o auxílio de uma calculadora, multiplique os termos de uma terna pitagórica por um mesmo número e verifique se os valores obtidos formam uma terna pitagórica. E então, existem infinitas ternas pitagóricas?

## O NÚMERO IRRACIONAL

Nos exercícios de 1 a 5 da seção anterior, o cálculo da raiz quadrada resulta em um número exato. A fatoração ou as tentativas ajudaram na obtenção do valor que satisfazia a equação. Mas, no problema 6, para determinar a hipotenusa do triângulo cujos catetos medem 7 cm, é necessário o cálculo da raiz quadrada de 98. A forma fatorada do número 98 é:

$$98 = 2 \times 7^2$$

Um dos fatores do número 98 não aparece elevado ao quadrado nem elevado a um expoente múltiplo de 2. Apenas o fator 7 aparece elevado ao quadrado. Sendo assim, o valor da raiz quadrada de 98 não é um número decimal finito. Uma calculadora apresentaria o seguinte resultado para a raiz quadrada de 98:

$$\sqrt{98} = 9,8994949$$

Algumas calculadoras apresentam mais ordens decimais, outras menos, e o que importa é que se o resultado 9,8994949 for elevado ao quadrado obtém-se 97,999999, que não é 98, mas é bem próximo dele.

A representação decimal dessa medida é maior que 9,8 cm, mas é menor que 9,9 cm. É maior que 9,89 cm, mas não chega a 9,90 cm. Ainda, é maior que 9,899 cm, porém é menor do que 9,900 cm e assim por diante. A calculadora esgota as suas possibilidades e o número exato não aparece. Esse tipo de número é chamado de **número irracional** e faz parte de um conjunto de números chamado de conjunto dos números irracionais.

Observe uma propriedade dos radicais vista por meio do exemplo da raiz quadrada de 36:

$$\sqrt{36} = \sqrt{6^2} = 6$$

Outra maneira:

$$\sqrt{36} = \sqrt{4 \times 9} = \sqrt{2^2 \times 3^2} = \sqrt{2^2} \times \sqrt{3^2} = 2 \times 3 = 6$$

No caso daquela hipotenusa do problema 6, o valor da raiz quadrada de 98 poderá ser indicado desta maneira:

$$\sqrt{98} = \sqrt{2 \times 49} = \sqrt{2 \times 7^2} = \sqrt{2} \times 7 \text{ ou } 7 \times \sqrt{2}$$

Como apenas o  $7^2$  apresenta raiz quadrada exata, ele é extraído do radical com o número 7 e permanece o 2 dentro do radical, mostrando o fator que não apresenta raiz quadrada exata.

Durante muito tempo, os matemáticos acreditaram que qualquer problema prático poderia ser resolvido operando somente com os números naturais e fracionários. Não sentiam falta de nenhum outro tipo de número. O surgimento dos números irracionais decorre de um antigo problema que Pitágoras se recusou a aceitar, que era o cálculo da diagonal de um quadrado, cujo lado mede 1 unidade, diagonal esta que mede  $\sqrt{2}$ . Este número deu início ao estudo de um novo conjunto, representado pelos números irracionais. Os números irracionais são aqueles que não podem ser representados por meio de uma fração.

Com a necessidade de representar partes de um inteiro surgem os **números racionais**, isto quer dizer, os números que podem ser escritos em forma de razão ou divisão. O conjunto dos números racionais é simbolizado pela letra **Q**.

O conjunto dos **números naturais** é representado pela letra **N**,  $N = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \dots\}$ . A partir desses elementos, podemos formar infinitas quantidades, apenas agrupando-os de maneira que cada um represente determinado valor de acordo com a sua posição. Os números naturais podem ser escritos em forma de razão e, por isso, também são racionais. Veja:

$$3 = \frac{6}{2}$$

O número 3 pode ser representado por 6 dividido por 2. Assim, qualquer outro número natural pode ser representado dessa forma.

Os números que são chamados de **inteiros** (cujo símbolo é **Z**) incluem os **números naturais** e os **números inteiros negativos**. Estes também podem ser escritos em forma de razão e por isso são **números racionais**. Veja outro exemplo:

$$-5 = -\frac{15}{3}$$

Os números não inteiros são os representantes mais significativos dos números racionais. Foram eles que deram origem a essa categoria. São escritos tanto no formato de razão (por exemplo,  $\frac{3}{4}$ ) como no formato decimal (com o uso da vírgula para separar a parte inteira da parte não inteira).

Existem algumas divisões que nunca terminam. Você já deve ter percebido isso acontecer em algum cálculo. Exemplos:

$$10 \div 3 = 3,333333\dots \quad 420 \div 99 = 4,242424\dots$$

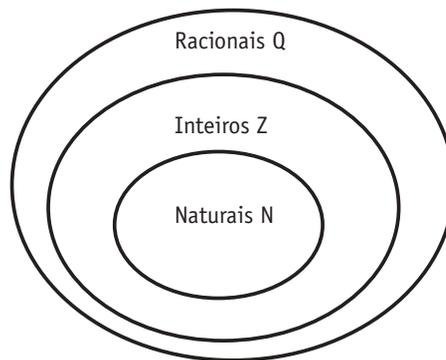
Os quocientes dessas divisões são números que apresentam na parte não inteira um algarismo ou um grupo de algarismos que se repetem infinitamente. Essa parte do número

ro recebe o nome de **dízima periódica**, e **período** é o grupo de algarismos que se repete infinitamente. Pode até parecer semelhante à representação dos números irracionais, que também possuem infinitos algarismos, mas a diferença entre números racionais e irracionais pode ser observada na parte não inteira de sua representação. Ou seja, os números racionais podem apresentar uma quantidade finita de algarismos, ou um período que se repete indefinidamente. Quanto aos números irracionais, embora sua representação decimal seja infinita, não existe em sua parte não inteira um período que se repete indefinidamente.

Observe e compare os dois exemplos.

- 3,636363... → Número racional cuja dízima periódica é formada pelo período 63.
- 3,0630063000... → Neste número, embora a parte não inteira seja parecida com a anterior, apresenta zeros intercalados em quantidades que descaracterizam o período. Portanto, é um número irracional.

Em resumo, os campos numéricos podem ser organizados em diagramas da seguinte forma:



Observando a representação acima, podemos chegar a algumas conclusões.

- a) Todo número natural é um número inteiro, mas nem todo número inteiro é um número natural.  
 b) Qualquer número inteiro é um número racional, porém existem números racionais que não são números inteiros.

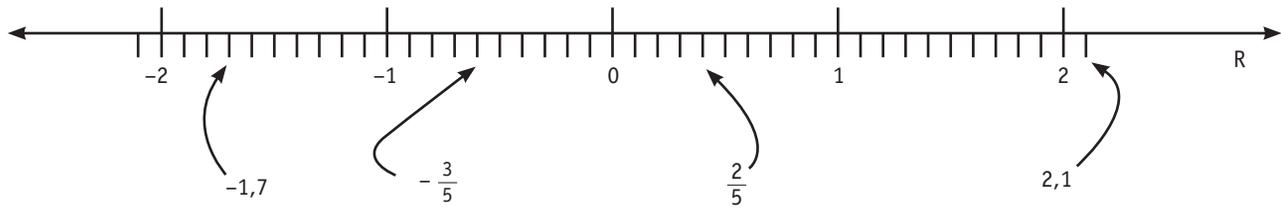
#### DEBATER II

1. Em pequenos grupos, procurem dar exemplos numéricos que se encaixem nas afirmações anteriores.
2. Aproveitem o momento e criem outras frases que mostrem a natureza inclusiva desses conjuntos de números.
3. Os números irracionais não podem ser escritos em forma de razão. Como organizar os diagramas acima com a presença dos números irracionais?

## OS NÚMEROS REAIS E A RETA NUMÉRICA

A junção ou união dos conjuntos numéricos racionais e irracionais forma um conjunto numérico chamado conjunto dos números reais. Os diagramas poderiam ser usados na representação dos números reais, mas a representação mais frequente de todos os conjuntos numéricos juntos é a reta numérica. Nela há a possibilidade de representar e localizar qualquer tipo de número.

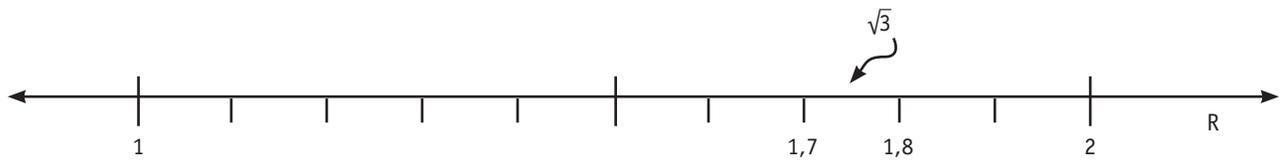
Observe a localização de alguns números racionais:



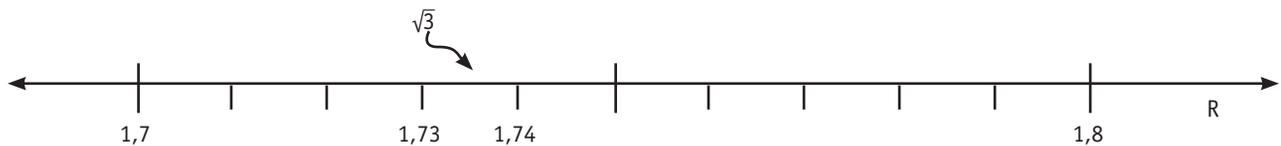
Nesta reta numérica, o espaço entre dois números inteiros consecutivos foi dividido em dez partes iguais, para facilitar a localização dos números em formato decimal. Esse espaço também poderia ser dividido em quartos, terços, quintos ou outra fração qualquer. No entanto, quando se trata de um número irracional, sua representação sobre a reta não é tão simples. Consideremos como exemplo o número irracional representado por  $\sqrt{3}$ . Como esse número não tem uma representação decimal finita, podemos obter uma posição aproximada para ele, atribuindo-lhe, por exemplo, o valor 1,732.

$$\sqrt{3} = 1,732 \text{ (valor aproximado até a ordem dos milésimos)}$$

Ampliando o desenho da reta numérica, localiza-se a  $\sqrt{3}$  entre 1,7 e 1,8.

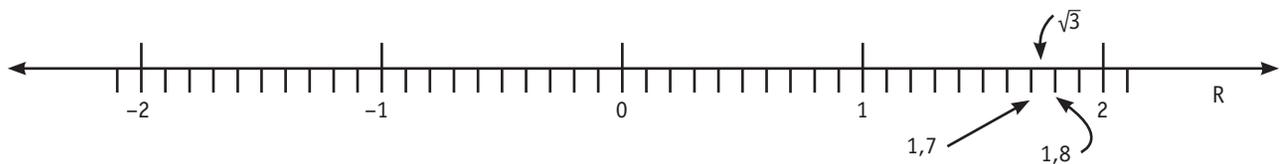


Ampliando ainda mais o desenho, localiza-se a  $\sqrt{3}$  entre 1,73 e 1,74.

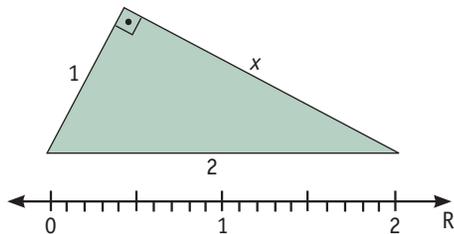


Esse procedimento pode ser realizado indefinidamente e nunca se chegará a uma posição exata para o número  $\sqrt{3}$ . O intervalo de números reais no qual o número  $\sqrt{3}$  estará inserido será cada vez menor, porém por esse processo nunca se chegará à sua posição exata.

Se a localização fosse feita na primeira reta, teríamos:



O triângulo retângulo a seguir apresenta suas medidas na escala da reta numérica. A medida do cateto maior, indicada por  $x$ , pode ser calculada por meio do Teorema de Pitágoras.



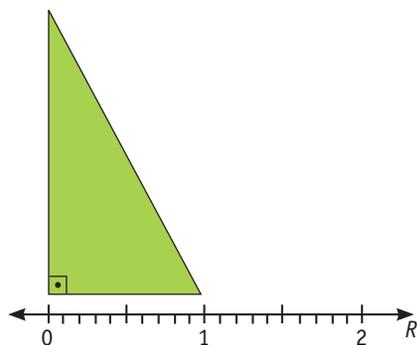
$$x^2 + 1^2 = 2^2$$

$$x^2 = 4 - 1$$

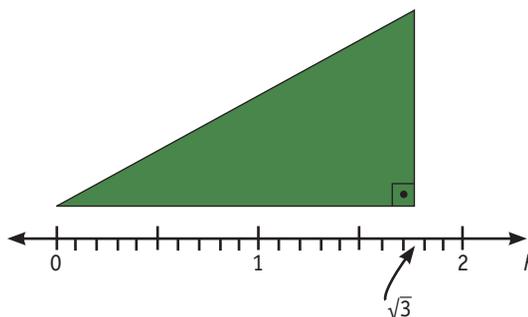
$$x^2 = 3$$

$$x = \sqrt{3}$$

A hipotenusa desse triângulo mede 2 unidades da reta numérica, conforme se vê na figura. O cateto menor mede 1 unidade (veja na figura que compara o cateto menor com a reta numérica).



Como o cateto maior mede  $\sqrt{3}$  unidades da reta numérica, basta comparar o cateto maior com a reta numérica para verificar a localização desse número irracional.



## CONJUNTOS NUMÉRICOS: ALGUNS DESTAQUES

Leia a manchete de jornal:

### Federais produtivas levarão R\$ 3,7 bi

MEC dará verba extra às universidades que reduzam evasão, criem ciclo básico e tenham mais cursos noturnos.

*Estado de S.Paulo, 15 fev. 2007.*

A notícia é muito boa para as universidades e poderá ampliar as oportunidades de estudo. O número 3,7 bi é um número racional ou pode ser também um número natural? A vírgula que separa o 3 do 7 dá a impressão de ser apenas um número não inteiro, mas o bi (bi de bilhões) mostra que esse número pode ser transformado em número inteiro.

Quanto é R\$ 3,7 bi? Qual das três opções você escolheria?

- a) São 3 bilhões e 7 milhões.
- b) São 3 bilhões e 70 milhões.
- c) São 3 bilhões e 700 milhões.

Esse número está escrito de forma abreviada. Se escolheu a opção c, você conhece bastante o sistema de numeração decimal.

O **sistema de numeração decimal** estabelece na escrita uma distribuição de ordens e classes. Cada classe é formada por três ordens: unidades, dezenas e centenas. E a sequência das classes é: classe das unidades simples, dos milhares, dos milhões, bilhões e assim por diante.

O **bi**, abreviatura de bilhões, refere-se ao 3 do 3,7. Foi visto, anteriormente, que a vírgula é utilizada para indicar a separação entre a parte inteira e a parte decimal. Aqui, a vírgula indica a separação de classes e o algarismo 7, a maior ordem da classe vizinha à classe dos bilhões. Portanto, 7 indica a ordem das centenas de milhão, ou seja, 700 milhões.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Escreva apenas com algarismos os números abreviados:

- a) 5,8 milhões .....
- b) 4,65 mi .....
- c) 23,08 bi .....
- d) 7,009 bi .....

2. Troque ideias com algum colega para verificar como cada um de vocês lê esses números.

3. Por que os jornais colocam nas manchetes os números abreviados? Discuta com um colega.

## ARREDONDAR NÚMEROS

A manchete de um jornal precisa ser curta e chamar a atenção do leitor rapidamente. Escrever um número grande com todos os algarismos atrapalharia essas intenções. Leia a manchete e o parágrafo que segue.

### BC compra US\$ 2 bi, mas avaliação da S&P derruba dólar

Segundo analistas, o real só não subiu mais por causa do Banco Central (BC), que comprou cerca de US\$ 2 bilhões em intervenções nos mercados à vista e futuro de câmbio.

*Estado de S.Paulo, 17 maio 2007.*

Essa manchete anuncia que o BC comprou 2 bilhões de dólares. A reportagem, no entanto, cita que o BC comprou *cerca* de 2 bilhões de dólares.

Além de abreviar o número, o jornalista responsável pela matéria trocou o número exato por um número arredondado. Talvez fosse 1 989 000 000 ou 2 045 768 000 de dólares. A reportagem não cita o valor preciso e nem havia necessidade. O que importa é que esse número está muito próximo dos 2 bilhões.

Para arredondar números, existem regras a obedecer e algumas escolhas. O exemplo seguinte pode esclarecer.

Sabe-se que em um evento numa universidade, 2 372 alunos estiveram presentes. Pensando em unidades de milhares, o número 2 372 está mais próximo de 2 000 do que de 3 000. Já se o pensamento se voltasse para as centenas, o número 2 372 estaria mais próximo de 2 400 do que de 2 300. Um jornalista que fosse preparar uma manchete noticiando o evento poderia usar tanto um como o outro arredondamento. Veja as manchetes:

Evento em universidade reúne mais de 2 mil estudantes

Evento em universidade reúne 2,4 mil estudantes

### Como arredondar números

Para arredondar números é necessário escolher uma ordem numérica e observar a ordem anterior. Veja os exemplos:

No número **4**5321, o **negrito** no algarismo 5 indica a ordem escolhida. Na ordem anterior, o algarismo é 3. Nesse caso, o número arredondado será 45000. Isto acontecerá quando o algarismo da ordem anterior for 4, 3, 2, 1 ou 0.

No número **4**5678 o algarismo anterior ao algarismo 5 é o algarismo 6. Nesse caso, o número arredondado será 46000. Isso acontecerá quando o algarismo da ordem anterior for 9, 8, 7, 6 ou 5.

Qual delas você acha que é a mais adequada? Por quê?

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Arredonde os números a partir da ordem escolhida em negrito.

- a) **3**4621 .....
- b) **3**4621 .....
- c) **2**537903 .....
- d) **2**537903 .....

2. Além de arredondar os números grandes, um jornalista abrevia os números ao preparar as manchetes. Veja os exemplos:

45632231 → 46000000 → 46 milhões      ou      45632231 → 45600000 → 45,6 milhões

Arredonde e abrevie os números:

- a) **3**402654 .....
- b) **3**402654 .....
- c) 67**5**92944 .....
- d) **6**7592944 .....

3. Imagine que você é um jornalista que precisa preparar uma manchete a partir da seguinte informação:

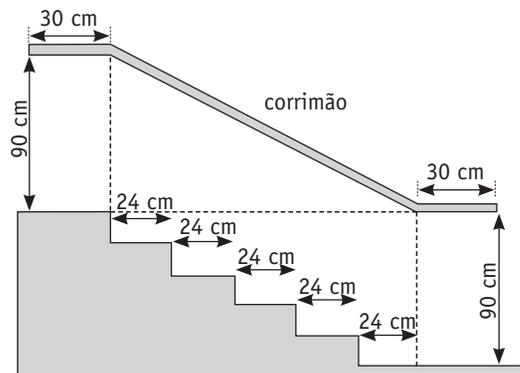
Para o jogo final do campeonato baiano entre o time do Bahia e o do Vitória, foram vendidos antecipadamente 83 523 ingressos. Como você abreviaria e arredondaria o número?

.....

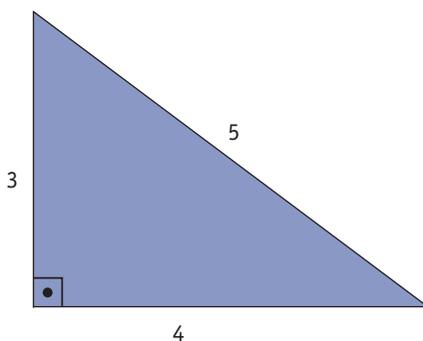
4. Enem (2006)

Na figura ao lado, que representa o projeto de uma escada com 5 degraus de mesma altura, o comprimento total do corrimão é igual a:

- a) 1,8 m.    b) 1,9 m.    c) 2,0 m.    d) 2,1 m.    e) 2,2 m.



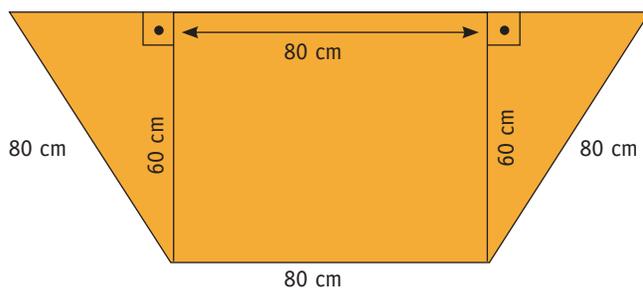
5. Encceja (2005) O famoso Teorema de Pitágoras estabelece uma relação entre as medidas dos lados do triângulo retângulo. Historicamente, o teorema era utilizado da seguinte forma:



Utilize seus conhecimentos sobre o teorema para ajudar um trabalhador a encontrar a medida de uma tábua colocada na diagonal do portão de um depósito para reforçá-lo. O portão tem 6 metros de altura por 8 metros de comprimento. A medida da tábua, em metros, é:

- a) 7.                                  b) 8.                                  c) 10.                                  d) 11.

6. Encceja (2006)

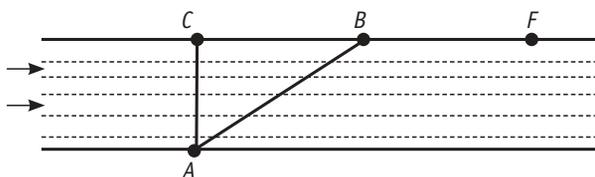


A bancada de uma pia, que tem o formato e as dimensões dados na figura acima, deve ser fixada na parede de um banheiro de modo que o lado maior fique encostado em uma das paredes. O pedreiro responsável pela obra afirmou que a bancada só poderá ser fixada se a parede tiver mais de 200 cm de largura.

A afirmação do pedreiro está correta porque:

- a)  $\sqrt{(80)^2 - (60)^2} = 10$ ,  $\sqrt{28} < 60$  e  $60 + 80 + 60 = 200$                                   c)  $80 + 60 = 140$  e  $140 + 80 + 140 = 360$   
 b)  $\sqrt{(80)^2 - (60)^2} = 100$  e  $100 + 80 + 100 = 280$                                   d)  $(80)^2 + (60)^2 = 160 + 120 = 280$

7. Encceja (2006) Luís leva todos os dias o almoço para seu pai, que trabalha em uma fábrica. Para isso, ele atravessa um rio, remando, em linha reta, de sua casa, localizada no ponto *A*, até o ponto *B*, a 400 m do ponto *C*. Em seguida, ele caminha 500 m até a fábrica, localizada no ponto *F* (ver figura abaixo).



Se *AC*, perpendicular à margem do rio, mede 300 m, então o percurso total feito por Luís, de sua casa até a fábrica, tem comprimento igual a:

- a) 700 m.                                  b) 900 m.                                  c) 1 000 m.                                  d) 1 200 m.                                  e) 2,2 m.

# O descarte dos materiais que utilizamos: como era, como é?

O ser humano utiliza diversos objetos com a finalidade de obter conforto e suprir suas necessidades. Até o início do século XX, eram muito poucos, em comparação aos dias de hoje, os produtos utilizados pelas pessoas em suas casas: móveis, roupas, calçados, algumas ferramentas, fogões a lenha, velas e lampiões, bombas manuais de água, alguns cosméticos, poucos artigos para higiene e limpeza.

Os materiais utilizados para fabricar os produtos naquela época também eram relativamente poucos: fibras vegetais, óleos, ceras e gorduras de origem vegetal e animal, cinzas, corantes naturais e pigmentos minerais, madeira, vidro, carvão, querosene de iluminação, alguns metais como chumbo, ferro, estanho, zinco, cobre (impuro) e prata, barro e argilas, couro.

Não existiam plásticos, corantes e outros produtos obtidos de derivados do petróleo, nem ligas metálicas leves como o alumínio, que era considerado joia porque tinha um processo de produção caríssimo. Também não existiam o cobre puro (utilizado em condutores elétricos) e muitos outros materiais que hoje são matérias-primas encontradas em objetos de uso comum.

Tanto no passado como nos dias atuais, a fonte de matérias-primas para fabricar todos esses produtos sempre foi uma só: o ambiente natural. Contudo, muitos deles, mais cedo ou mais tarde, tornam-se imprestáveis e são descartados. Assim, o ambiente natural, de uma forma ou de outra, sempre acaba recebendo todos eles.

Oleksii Sergiiev/Dreamstime.com



Como descartar esses materiais? Em que medida os produtos que facilitam a nossa vida podem, em contrapartida, afetar o ambiente?

## O QUE ACONTECE COM OS MATERIAIS LANÇADOS NO AMBIENTE?

Durante muito tempo, desde que o ser humano começou a obter e utilizar os mais diferentes materiais até a década de 1970, a maioria dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos resultantes do uso desses materiais ou dos produtos feitos com eles era simplesmente lançada no ambiente, sem qualquer tratamento.

Enquanto a população nas cidades era relativamente pequena e a diversidade e a quantidade de materiais utilizados por ela também o eram, os resíduos eram dispersados pela água ou ar e transformados pelos ciclos naturais numa velocidade compatível com a preservação da vida no ambiente. Entretanto, no decorrer do século XX, o aumento da população e o crescente uso de combustíveis e de produtos descartáveis, fabricados com diversos tipos de plástico, por exemplo, impossibilitou que a dispersão e a transformação dos resíduos ocorresse com a rapidez necessária para preservar a qualidade do ambiente. Assim, a **poluição ambiental** tornou-se um grande problema para a humanidade.



Início do século XX: o rio Tietê, mesmo recebendo esgotos e diversos resíduos, ainda conseguia dispersá-los de modo a manter-se vivo.



Desde a década de 1990, vêm sendo feitas tentativas de recuperar o rio Tietê. As indústrias já não o poluem mais; porém, ainda há muitas ligações clandestinas de esgoto doméstico e falta de tratamento de esgotos em municípios vizinhos, o que vem dificultando o trabalho de recuperação. Apenas durante o rebaixamento da calha do Tietê, finalizado em 2006, foram retiradas 15 mil toneladas de lixo que elevavam o nível das águas e contribuíam para a ocorrência de enchentes. A fotografia ao lado foi captada em 2008.

## O QUE É POLUIÇÃO AMBIENTAL?

Um ambiente é considerado poluído quando deixa de apresentar condições adequadas para manter a qualidade e diversidade de vida do conjunto dos seres que nele vivem, incluindo o ser humano.

A poluição de um ambiente pode ser causada por:

- presença de substâncias químicas em concentrações que possam causar danos a organismos vivos que habitam esse ambiente (**poluição química**);
- sons com intensidade superiores às suportadas pelos seres vivos que têm em seus organismos sistemas de percepção sonora (**poluição sonora**);
- aumento de temperatura capaz de afetar diferentes processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nesse ambiente (**poluição térmica**);
- radioatividade superior à radioatividade natural presente no planeta, afetando seres vivos e estruturas de materiais (**poluição radioativa**);
- agentes biológicos, como vírus e bactérias, capazes de infectar outros seres vivos e/ou modificar as condições de vida de um ambiente (**poluição biológica**).

Neste capítulo, trataremos da poluição química.

### VOCÊ É UM AGENTE POLUIDOR?

É muito comum atribuímos a fábricas, governos e a outras pessoas a responsabilidade pela poluição, esquecendo-nos de que nós mesmos também somos responsáveis por danos ambientais. Toda vez que nos desfazemos de forma equivocada dos materiais que utilizamos, estamos atuando como agentes poluidores. E você e sua família, quanto vocês são agentes poluidores? Vamos fazer um teste. Para isso, responda **sim** ou **não** em cada uma das seguintes perguntas.

1. Em sua casa, o óleo de cozinha de frituras é jogado no ralo da pia?
2. Xampus e outros detergentes são utilizados em quantidade suficiente para formar bastante espuma com a água?
3. Latas vazias, embalagens de plástico, de papel e restos de alimentos são jogados no mesmo lixo?
4. Você joga papéis de balas, embalagens de salgadinhos, pontas de cigarro, chicletes, garrafas PET ou qualquer embalagem em ruas, rios ou praias?
5. Pilhas e baterias são jogadas no lixo comum?
6. E lâmpadas fluorescentes queimadas também?

Se você respondeu “sim” a qualquer uma dessas questões, pode considerar-se um agente poluidor. Quanto mais respostas “sim”, mais poluidor você é.

Vamos então estudar por que essas atitudes contribuem para a poluição do ar, das águas e do solo.

## POLUENTES DO AR

O ar é constituído de nitrogênio (cerca de 78%), oxigênio (21%), argônio, dióxido de carbono e outros gases (1% no total), além de vapor de água em concentrações variáveis. Essa composição é alterada por agentes poluidores naturais, como a atividade vulcânica, e por atividades humanas.

Os poluentes do ar provêm, principalmente, da queima de combustíveis: carvão, derivados de petróleo (gasolina, óleo *diesel*, óleo combustível industrial, querosene, gás liquefeito de petróleo), álcool, gás natural. Entretanto, também são gerados por criação de gado, decomposição de materiais do lixo e de esgotos, uso de aerossóis, inseticidas, atividade vulcânica e outros processos.

**LER TABELA**

Há poluentes que são lançados diretamente na atmosfera – são os **poluentes primários**. Outros, os **poluentes secundários**, se formam na própria atmosfera, a partir de transformações químicas diversas dos poluentes primários. Outros ainda, os **poluentes terciários**, se formam por meio dos poluentes secundários e assim por diante.

A tabela seguinte mostra os principais poluentes do ar, de onde vêm, como chegam ou se formam na atmosfera e os efeitos decorrentes de sua presença no ar. Classifique, no espaço indicado, os poluentes nela mencionados.

Você pode classificá-los em primários, secundários ou terciários.

Poluentes	Fórmula molecular ou representação, no caso de misturas	Como chegam na atmosfera (principais formas)	Efeitos	Classificação
Monóxido de carbono	CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzido na combustão de hidrocarbonetos derivados do petróleo, da lenha e do carvão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impede o transporte de oxigênio pelo sangue. Dependendo da sua concentração no ar, pode causar nos seres humanos desde dores de cabeça até a morte.</li> <li>– Por causa desse poluente, a queima de combustíveis em ambientes fechados pode causar a morte rapidamente.</li> </ul>	
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzido na combustão de derivados do petróleo, da lenha, do carvão, do gás natural e do álcool.</li> <li>– Produzido na respiração de seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gás essencial à fotossíntese e, portanto, à vida.</li> <li>– É também um dos responsáveis pelo efeito estufa (aquecimento da atmosfera), que também é essencial à vida. Entretanto, sua concentração no ar vem aumentando progressivamente, o que contribui para intensificar esse efeito, podendo acarretar mudanças climáticas.</li> </ul>	
Dióxido de enxofre	SO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzido durante a combustão de derivados do petróleo, da lenha e do carvão que contêm como impurezas compostos de enxofre.</li> <li>– Lançado ao ar nas erupções vulcânicas.</li> <li>– Lançado ao ar por indústrias metalúrgicas que produzem metais a partir de minérios que são sulfetos, tais como o de cobre (CuFeS<sub>2</sub>, chamado calcopirita).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– É um gás altamente irritante ao sistema respiratório e um dos principais responsáveis pelo aumento de internações hospitalares e mortes em períodos de alta concentração de poluentes no ar.</li> <li>– Tem ação tóxica em vegetais, chegando a destruir plantações e até matas nativas.</li> <li>– Reagindo com oxigênio, produz trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>). Este último, ao interagir com gotículas de água na atmosfera, forma o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), um dos constituintes da chamada chuva ácida, que altera a qualidade do solo e das águas, além de corroer mármore, metais e outros materiais.</li> </ul>	
Óxidos de nitrogênio	NO NO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzidos durante a combustão de hidrocarbonetos derivados do petróleo, da lenha e do carvão que têm como impurezas compostos contendo nitrogênio.</li> <li>– Produzidos pela combustão do nitrogênio do ar em motores que trabalham em temperaturas elevadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– São também precursores da chuva ácida, pois, em reação com gotículas de água na atmosfera, formam ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), um dos constituintes desse tipo de chuva.</li> </ul>	

Poluentes	Fórmula molecular ou representação, no caso de misturas	Como chegam na atmosfera (principais formas)	Efeitos	Classificação
Materiais particulados (MP)	fuligem, aerossóis (inseticidas, tintas, desodorantes, partículas de amianto, de cimento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzidos durante a combustão incompleta de hidrocarbonetos derivados do petróleo, da lenha e do carvão.</li> <li>– Lançados no ar durante erupções vulcânicas, minerações, pedras de construção e ornamentais, pelo uso de sprays desodorantes e inseticidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Provocam doenças respiratórias graves.</li> <li>– Depositam-se em folhas de árvores e de outros vegetais, dificultando as trocas gasosas.</li> <li>– Sujam ruas, vidros, calçadas, veículos etc.</li> <li>– Muitos aerossóis são tóxicos e acabam depositando-se no solo e misturando-se à água.</li> </ul>	
Metano	CH <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzido pela decomposição de lixo e esgotos.</li> <li>– Produzido em grandes quantidades por bovinos e outros animais ruminantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– É um dos principais gases responsáveis pela intensificação do efeito estufa.</li> </ul>	
Hidrocarbonetos (exceto metano)	HC (misturas de compostos formados por carbono e hidrogênio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Evaporação de gasolina e outros combustíveis derivados de petróleo.</li> <li>– Produzidos na combustão de derivados do petróleo, da lenha e do carvão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Causam problemas respiratórios.</li> <li>– Muitos são cancerígenos.</li> <li>– Participam de reações na atmosfera que levam à formação de ozônio.</li> </ul>	
Ozônio	O <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– É produzido na atmosfera por reações que envolvem hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e luz solar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Em altas camadas da atmosfera é essencial, pois protege o planeta da ação de raios ultravioleta. Porém, em baixas altitudes, é um dos poluentes mais agressivos para os seres vivos, pois destrói diversos tipos de tecidos.</li> </ul>	
Etanal (acetaldeído)	CH <sub>3</sub> CHO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produzido na combustão incompleta do álcool comum (etanol).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Irrita olhos e garganta.</li> <li>– É precursor do peroxiacetilnitrato (PAN).</li> </ul>	
PAN (peroxiacetilnitrato)	CH <sub>3</sub> COONO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gerado na atmosfera em transformações químicas que envolvem o etanal, oxigênio e óxidos de nitrogênio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– É um poderoso irritante dos olhos e das vias respiratórias.</li> </ul>	

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

## POLUENTES DAS ÁGUAS E DO SOLO

A poluição química das águas e a do solo serão tratadas conjuntamente, pois muitos dos poluentes do solo são arrastados para as águas de rios, mares ou lençóis freáticos pelas chuvas.

## ÓLEOS VEGETAIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO

Esses materiais não se dissolvem na água e, por serem menos densos, espalham-se na superfície formando extensas “manchas” sobre a água. Derramamentos desses materiais em mares ou rios já causaram diversos desastres ecológicos, tanto no Brasil como em outros países.

Além de atingir diretamente os seres aquáticos, ao serem derramados em água, os óleos e os derivados de petróleo formam uma extensa película na superfície, impedindo a dissolução de oxigênio nas águas. Com isso, a fotossíntese e a respiração aquáticas ficam prejudicadas.



Muitas aves, peixes e outros animais aquáticos morreram por causa de um vazamento de petróleo no Rio de Janeiro (RJ), em 2011.

## FERTILIZANTES E PESTICIDAS

Utilizados em grandes quantidades nas plantações, acabam sendo transportados para as águas pelas chuvas. Os fertilizantes nas águas provocam crescimento de algas que chegam a cobrir toda sua superfície, impedindo que a luz chegue às regiões mais profundas, prejudicando a fotossíntese e a vida dos seres que habitam a região fótica (iluminada) dos cursos de água naturais.

Os pesticidas, por sua vez, são muito tóxicos e permanecem por um bom tempo no ambiente.

## METAIS PESADOS TÓXICOS

São considerados metais pesados os que têm densidade superior a  $5 \text{ g/cm}^3$ . Muitos deles são tóxicos e não são eliminados pelos organismos vivos, acumulando-se, frequentemente, nos tecidos gordurosos ou no fígado dos animais. Por meio da alimentação de seres vivos contaminados, a substância tóxica se propaga por todos os animais das cadeias alimentares.

Assim, mesmo em pequenas concentrações são perigosos, pois os efeitos aparecerão somente após longo tempo, já que os predadores acumulam as substâncias tóxicas ingeridas por suas presas. Esse processo é chamado de bioacumulação nas cadeias ou teias alimentares.

Os principais metais pesados poluentes são o mercúrio, o chumbo, o cádmio e o níquel. Suas principais fontes são as lâmpadas fluorescentes e o garimpo, no caso do mercúrio, e as baterias e as pilhas, nos casos do mercúrio, do chumbo, do cádmio e do níquel.

Por isso é fundamental que o descarte desses materiais seja feito de maneira consciente.

## DETERGENTES SINTÉTICOS

Os detergentes que utilizamos em casa estão entre os principais poluentes das águas. Para entender por que poluem, é importante conhecer algumas características deles. Para isso, faça a experiência proposta a seguir.

## AS FORÇAS DE COESÃO

### Materiais necessários

- 2 conta-gotas;
- 1 copo com água até  $\frac{3}{4}$  de sua capacidade;
- 1 copo com mistura de detergente e água até  $\frac{3}{4}$  da capacidade do copo (misturar 1 colher de chá de detergente na água);
- 1 clipe de metal pequeno;
- 2 pedaços de tecido.

### Como fazer

1. Coloque o clipe “deitado” na superfície da água que está no copo, de modo a deixá-lo flutuando.
2. Com um conta-gotas, pingue uma gota da mistura de água e detergente nesse copo. Observe e registre o que acontece.
3. Pingue uma gota de água em um dos pedaços de tecido e uma gota da mistura de água e detergente no outro pedaço. Observe em qual dessas situações o líquido penetra mais facilmente no tecido.

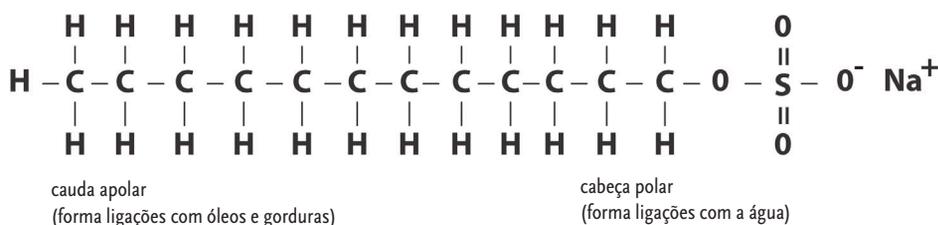
A água é formada por moléculas cujos átomos de hidrogênio e oxigênio estão unidos por ligações covalentes polares. Assim, há uma atração elétrica entre as moléculas de água, resultando numa forte coesão entre elas. É por isso que o clipe flutua na superfície, pois ele não é capaz de vencer essas forças de coesão. É também por isso que a água demora um pouco para molhar o tecido, pois as forças de coesão entre as moléculas de água devem ser vencidas.

Quando o detergente é misturado à água, essa coesão entre as moléculas de água diminui fazendo com que o clipe afunde e a penetração da mistura no tecido seja facilitada.

## POR QUE O DETERGENTE LIMPA? POR QUE POLUI?

A molécula de detergente é grande e tem duas extremidades distintas: uma é polar e a outra é apolar. A extremidade ou cabeça polar é atraída por moléculas de água e a extremidade ou cauda apolar é repelida pelas moléculas de água, mas atraída pelas moléculas de óleos e gorduras. É por isso que o detergente limpa objetos gordurosos. Veja, nas imagens a seguir, a estrutura da molécula de um detergente e como ele atua no processo de limpeza.

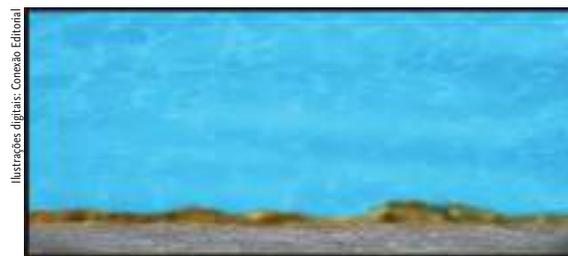
Estrutura de um detergente (laurilsulfato de sódio)



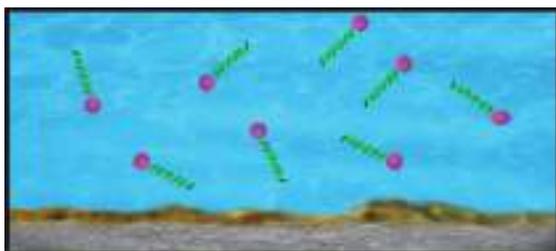
## Representação da detergência



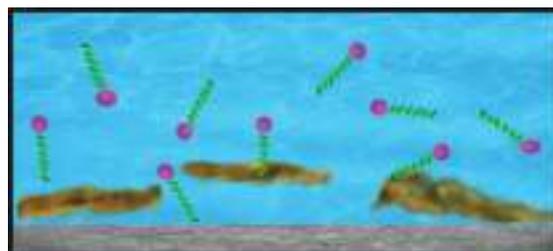
Uma superfície está impregnada com material gorduroso.



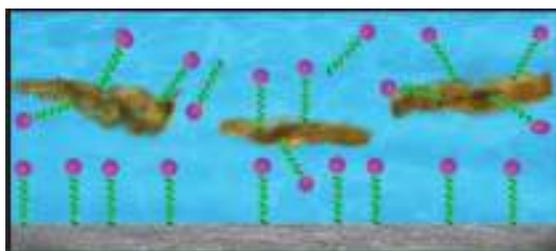
Joga-se água, mas esta por si só não rompe a adesão entre o material gorduroso e a superfície.



Acrescenta-se uma substância detergente – há formação de ligações intermoleculares envolvendo a extremidade hidrófoba da fonte detergente e moléculas de gordura.



O detergente começa a vencer a adesão – as partículas de gordura começam a se desprender da superfície (uma agitação facilita esta etapa).



O detergente vence a adesão – a extremidade hidrófila da fonte do detergente forma ligações intermoleculares com moléculas de água, impedindo que as partículas gordurosas se aglutinem e voltem à superfície.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Os detergentes poluem não só porque produzem espuma nas águas de rios que recebem esgoto doméstico: eles poluem porque atuam removendo gorduras que recobrem naturalmente aves e peixes, responsáveis pela manutenção da temperatura desses animais.

É interessante destacar que o poder de limpeza de um detergente não está relacionado à quantidade de espuma que forma. Ao contrário, ele atua melhor em baixas concentrações. Quanto mais espuma se forma após a lavagem de uma louça ou tecido impregnados por óleos ou gorduras, é sinal de que mais detergente sobrou e que está sendo desperdiçado.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Enem (2011) Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

### PARA CRIAR

Procure, com seu grupo, fazer uma pequena cartilha que instrua os moradores da região onde você vive sobre como cada um deve proceder em sua casa para reduzir a poluição ambiental provocada pelo uso e descarte de materiais domésticos.

**LIVROS**



**INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES III. ATMOSFERA: FONTE DE MATERIAIS**

Livro que trata da atmosfera e da hidrosfera como fontes de recursos para a sobrevivência humana e têm seus capítulos finais dedicados às alterações provocadas pelo ser humano nesses ambientes sob o ponto de vista químico.

GRUPO de Pesquisa em Educação Química (Gepeq-USP). *Interações e transformações III. Atmosfera: fonte de materiais*. São Paulo: Edusp, 2008.



**INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES IV. HIDROSFERA**

Livro que trata da atmosfera e da hidrosfera como fontes de recursos para a sobrevivência humana e têm seus capítulos finais dedicados às alterações provocadas pelo ser humano nesses ambientes sob o ponto de vista químico.

\_\_\_\_\_. *Interações e transformações IV. Hidrosfera*. São Paulo: Edusp, 2005.



**POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**

Este livro trata, em linguagem bastante simples, das principais formas de poluição das águas e suas consequências.

MAGOSSI, Luiz Roberto; BONACELLA, Paulo Henrique. *Poluição das águas*. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

**SITES**



**COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB)**

O *site* fornece diversos dados e informações sobre poluentes das águas, do ar e do solo.

Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em: 25 ago. 2009.



**PROJETO PINTOU LIMPEZA**

O *site* do projeto, que tem a divulgação da rádio Eldorado de São Paulo, aborda vários assuntos relacionados ao lixo e à reciclagem.

Disponível em: <[www.pintoulimpeza.com.br](http://www.pintoulimpeza.com.br)>. Acesso em: 25 ago. 2009.

Você sabe como é o processo de produção de um vídeo? Observe a imagem a seguir.

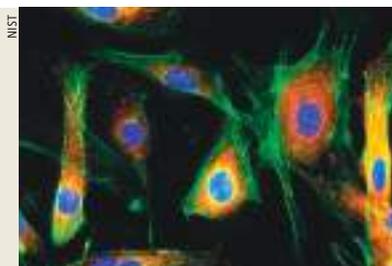


Michael Cavillide/Getty Images

**Gravação de um programa de TV em Los Angeles, Califórnia, 2010.** Quando o diretor dá a voz de comando “Luzes, câmera, ação!”, ele está se certificando de que estão em ordem os pré-requisitos essenciais para que ocorra a filmagem.

A imagem tem lugar central em nossa sociedade. As tecnologias de comunicação desenvolvidas atualmente têm buscado proporcionar a troca de informações de todos os tipos: textos, sons e, principalmente, imagens. Fotografias feitas por telefones celulares, conexões de internet com banda larga para transmitir imagens e vídeos de alta definição, transmissões de televisão em formato digital, entre outros, são alguns exemplos do grande valor que se tem dado à imagem.

O avanço tecnológico atual tornou possível à humanidade estender o alcance de seus olhos. Satélites com lentes de grande resolução produzem imagens de alta definição de áreas de desmatamento, queimadas ou movimentações militares, transmitindo-as aos computadores na Terra para processamento e tomada de decisões. Telescópios sofisticados também estão voltados para o céu captando imagens e coletando dados sobre estrelas e galáxias em diversos pontos do Cosmo, fornecendo informações para os cientistas formularem, entre outras coisas, modelos de origem do Universo. No entanto, se podemos ver coisas enormes e muito distantes, também podemos enxergar coisas muito próximas e diminutas, como bactérias e células, com os microscópios de alta definição.



NIST

**Imagem obtida de microscópio eletrônico.**



Denis Scott/Corbis

**Telescópio espacial.**



Nasa/Corbis

**Imagem de previsão do tempo por satélite.**

Telescópios e microscópios: do muito longe, como estrelas e galáxias, ao muito próximo, como células ou bactérias, do muito grande ao minúsculo, esses aparelhos ampliam nossa capacidade de visão.

## UMA BREVE HISTÓRIA DA LUZ

A busca do entendimento da natureza da luz ocorre há muito tempo. Para certos pensadores gregos antigos, a luz seria formada por partículas pequenas que se desprenderiam da superfície dos objetos em todas as direções, penetrando em nossos olhos numa linha reta, possibilitando a visão. As partículas de luz, nessa concepção, seriam miniaturas do objeto visto.

Outro grupo de pensadores gregos antigos, por sua vez, dizia que em cada pessoa existiria um fogo interior que, pelos olhos, emitiria raios luminosos até o objeto que, depois, retornavam para os olhos, causando a visão. A imagem dos objetos seria então capturada por nossos olhos, como tentáculos de um polvo.

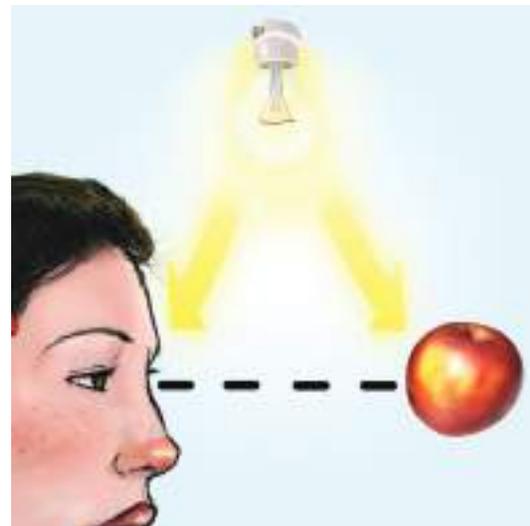
### PARA REFLETIR I

1. Utilizando as duas concepções apresentadas anteriormente sobre o processo de visão, como você explicaria a formação de sombras diferentes de um mesmo objeto?
2. Por que não enxergamos de olhos fechados segundo essas concepções?
3. Como explicar, com base nessas concepções, a ausência de visão ao apagarmos as luzes num quarto fechado? E quando olhamos para o Sol, ofuscando nossa vista?

Alguns fenômenos ópticos eram mais bem explicados por um ou por outro desses modelos antigos. Entretanto, a ideia que temos hoje sobre a natureza da luz teve sua origem nos estudos dos filósofos árabes entre os séculos VIII e X. Eles perceberam que os olhos enxergavam os objetos de maneiras diferentes, mais escuros ou mais claros, com cores diferentes, além de outros detalhes, dependendo da fonte luminosa (vela, Sol, fogueira).

Isso contradizia o modelo das partículas de luz dos gregos, pois, se a luz emanasse diretamente dos objetos, nós deveríamos vê-los sempre com o mesmo aspecto, independentemente da fonte luminosa. Os árabes também notaram que o olho é ofuscado pela luz do Sol, o que colocava em xeque o modelo em que a luz seria emitida pelos olhos. Chegaram à conclusão de que a luz deveria ter uma existência própria, tendo sua origem fora do olho.

A luz seria formada por raios que viriam de uma fonte luminosa direto para os nossos olhos ou então atingiria os objetos, sendo desviada em todas as direções, para depois ser percebida pelos olhos. Esta é, em termos gerais, a concepção utilizada pela ciência contemporânea para explicar o processo de visão.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)  
Fonte de luz, objeto iluminado e observador: requisitos essenciais para que ocorra a visão.

Ilustração digital: Coreão Editorial

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Qual é o caminho percorrido pela luz, desde sua origem até seu destino, no processo de leitura dessa página?

.....

.....

2. O que alguém poderia fazer para impedir que você conseguisse ler esta página?
3. Experimente fazer sombras com um mesmo objeto e duas fontes de luz posicionadas de forma diferente para demonstrar que a luz caminha em linha reta.

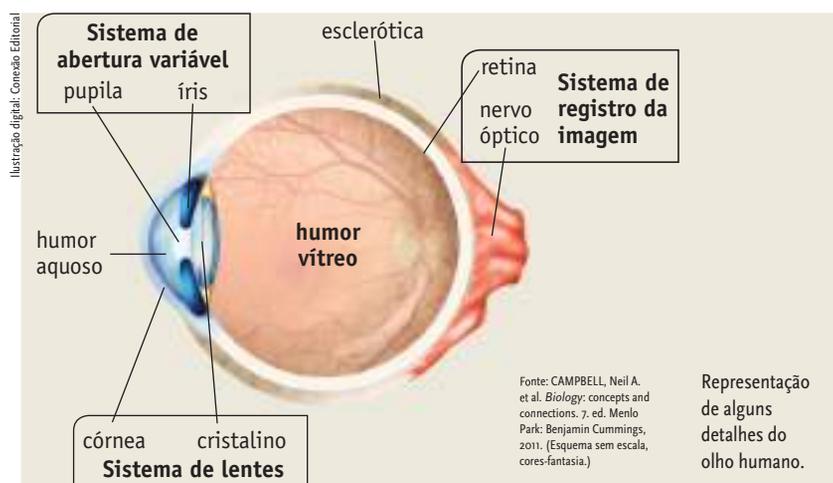
Atualmente, sabemos que a luz visível é uma onda eletromagnética que se propaga a uma velocidade de 300 000 km/s, transportando energia sem transportar matéria. Somente quando essa onda eletromagnética interage com a matéria é que conseguimos estudar suas propriedades. Dessa forma, os receptores de luz podem ser pensados como dispositivos ou situações em que a energia luminosa (a luz) é convertida em outro tipo de energia.

Já as fontes de luz podem ser entendidas como aquelas que transformam outras formas de energia em energia luminosa, como o faz a lâmpada ao transformar a energia elétrica em luz e calor. Os projetores ou refletores de luz são dispositivos ou situações que refletem ou refratam a luz, como ocorre na superfície da água, que refrata (deixa passar parte da luz incidente, como num vidro transparente), mas também reflete outra parte dessa luz (como um espelho).

## O RECEPTOR DE LUZ QUE NOS É MAIS FAMILIAR: O OLHO HUMANO

Os olhos são excelentes exemplos de receptores de luz. A partir do processo da visão, podemos entender o funcionamento de diversos instrumentos ópticos que lidam com as propriedades físicas da luz de maneira semelhante.

Nossos olhos são órgãos de formato esférico, com aproximadamente 2,5 cm de diâmetro, constituídos basicamente por três sistemas: **sistema de lentes** (córnea e cristalino transparentes), cuja função é desviar e focalizar a luz que nele incide; **sistema de abertura variável** (íris e o orifício central chamado pupila), que controla automaticamente a quantidade de luz que entra no olho conforme a luminosidade do ambiente; e **sistema de registro da imagem** (retina e nervo óptico), que capta e transforma a luz em sinais elétricos enviados ao cérebro, no qual a visão efetivamente acontece.



O globo ocular é dividido em duas câmaras. A primeira é frontal, fica atrás da córnea e contém um líquido claro chamado humor aquoso. Ao fundo dessa câmara está

a íris e, atrás dela, o cristalino. A outra câmara, atrás do cristalino, constitui a maior parte do globo ocular e contém uma substância gelatinosa chamada **humor vítreo**. A **esclerótica** é a camada externa do globo ocular, feita de tecido branco resistente e fibroso. É o chamado “branco” do olho.

A córnea, membrana curva e transparente de aproximadamente 0,5 mm de espessura, é a primeira a ser atravessada pela luz em nosso olho. O cristalino é uma lente que se deforma de acordo com a incidência da luz. O funcionamento conjunto de ambos é responsável pela focalização da imagem sobre a retina.

A íris é formada por uma camada de músculos pigmentados que dão a cor aos olhos. Sua principal função é limitar a quantidade de luz que atinge o cristalino, atuando também na focalização dos objetos próximos. Quando certa quantidade de luz incide sobre a retina, a íris reage automaticamente abrindo ou fechando o diâmetro da pupila, permitindo que mais ou menos luz entre no olho.

A retina é um tipo de “tela” sobre a qual a imagem é projetada para ser decodificada pelo sistema nervoso. É uma camada fina de fibras e células nervosas sensíveis à luz. Quando a luz a atinge, ocorre a conversão da luz em impulsos elétricos que são transmitidos ao cérebro pelo nervo óptico.

### Catarata



A catarata é uma doença silenciosa e progressiva, em que o cristalino vai ficando cada vez mais opaco, podendo ocasionar a perda da visão. É comum em pessoas idosas, mas também pode ser causada por infecções ou por doenças como diabetes. A pessoa que sofre de catarata não consegue enxergar com nitidez e precisa ser operada. Por isso, é recomendado visitar um oftalmologista, pelo menos, uma vez ao ano.

## A MÁQUINA FOTOGRÁFICA

Uma câmera fotográfica funciona como um olho, pois ambos são como uma câmara escura: possuem uma proteção externa que os mantém escuros internamente e uma pequena “janela” por onde a luz entra. Vamos agora construir uma câmara escura simples.

### EXPERIMENTAR I

#### CÂMARA ESCURA

##### Materiais necessários

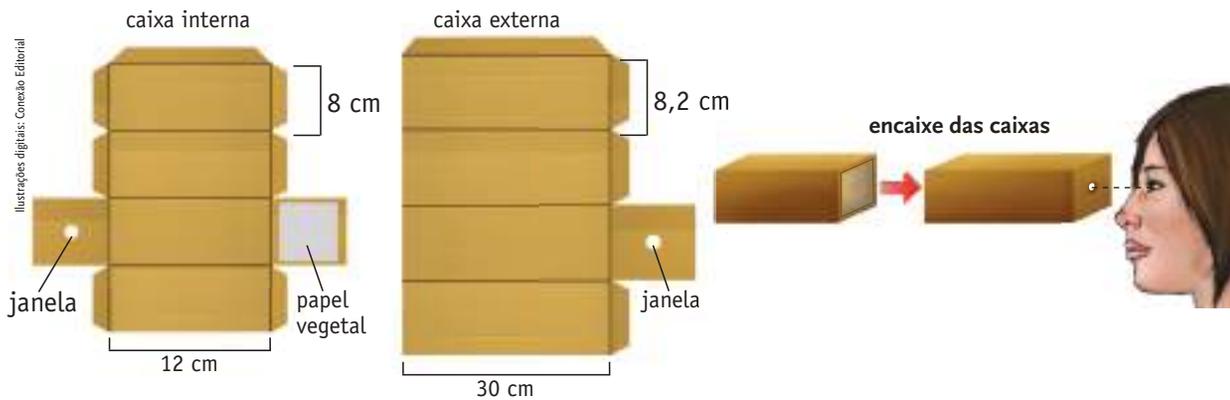
- papel cartão preto, tesoura de pontas arredondadas, lápis, agulha, fita adesiva, cola branca, papel vegetal, papel alumínio.

##### Como fazer

1. Risque os dois moldes das caixas retangulares no papel-cartão conforme medidas presentes na figura a seguir. Recorte e cole as laterais, garantindo que a face preta do papel cartão fique voltada para dentro.
2. Na caixa interna (menor), cubra com papel vegetal bem esticado a face indicada na figura e faça uma janela de 2 cm de diâmetro no centro da face oposta. Cole com fita adesiva um pedaço de papel alumínio esticado cobrindo totalmente o buraco da caixa interna. Com uma agulha, fure o centro do papel alumínio, eliminando as rebarbas.

- Na caixa externa (maior), faça uma janela para observação com 2 cm de diâmetro, conforme a figura, deixando a face oposta oca.
- Encaixe a caixa interna com o papel vegetal voltado para a face oca da caixa externa. Sua câmara escura está pronta para funcionar.
- Dirija o orifício da caixa interna para uma paisagem intensamente iluminada ou para a chama de uma vela e observe pela janela circular a imagem formada sobre o papel vegetal. Como fica a imagem quanto ao tamanho, nitidez e a sua posição?

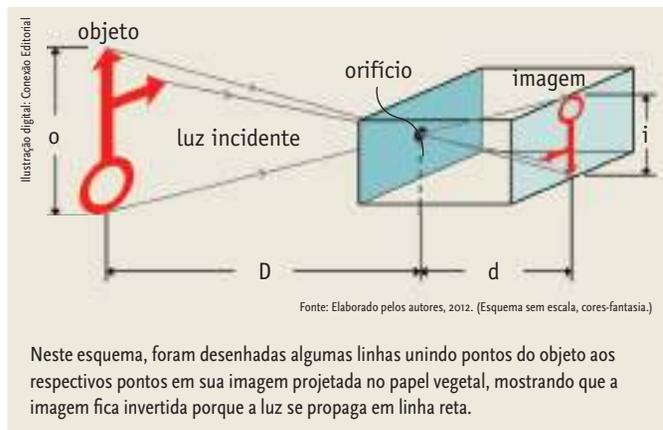
**Moldes para a construção da câmara escura**



Esquema sem escala, cores-fantasia.

- Movimente-se com sua câmera, aproximando-se ou afastando-se daquilo que você está observando. A nitidez da imagem melhora em que posição?

Você deve ter observado que, em todas as situações, a imagem formada no anteparo do papel vegetal aparece invertida em relação ao objeto real. Isso nos mostra uma propriedade muito importante da luz: em meios homogêneos, como o ar a curta distância, a **luz se propaga em linha reta**. A representação do caminho descrito pela luz é feita por uma reta, chamada **raio de luz**. Uma parte da luz proveniente dos objetos entra pelo orifício da câmara e, por causa dessa propriedade da luz, a imagem formada no anteparo fica invertida.



Quando a câmara é deslocada com o objetivo de melhorar a nitidez da imagem, percebe-se que o tamanho da imagem também se altera. Com esse modelo de propagação da luz, podemos estabelecer uma relação envolvendo os tamanhos do objeto ( $o$ ) e da imagem ( $i$ ) e as distâncias do objeto ao orifício ( $D$ ) e da imagem ao orifício ( $d$ ). Isso nos permite calcular a que distância deve ser posicionada a câmara para que a imagem caiba no papel vegetal.

A relação é a seguinte:  $\frac{o}{i} = \frac{D}{d}$ . Ela nos mostra que a proporção da relação entre os tamanhos do objeto e da imagem é a mesma da relação entre as suas distâncias.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Utilizando as medidas de nossa câmara escura e a relação citada na seção Experimental, calcule qual seria a distância mínima que deveríamos posicionar a câmara para captar a imagem inteira de uma pessoa com 1,5 m (150 cm) de altura. **Atenção:** É necessário que todos os dados na equação estejam na mesma unidade de medida, ou seja, tudo em metros ou tudo em centímetros.

.....

.....

2. O que acontece com o tamanho da imagem se, na situação anterior, aumentarmos a distância entre câmara e objeto para além da que você calculou?

.....

.....

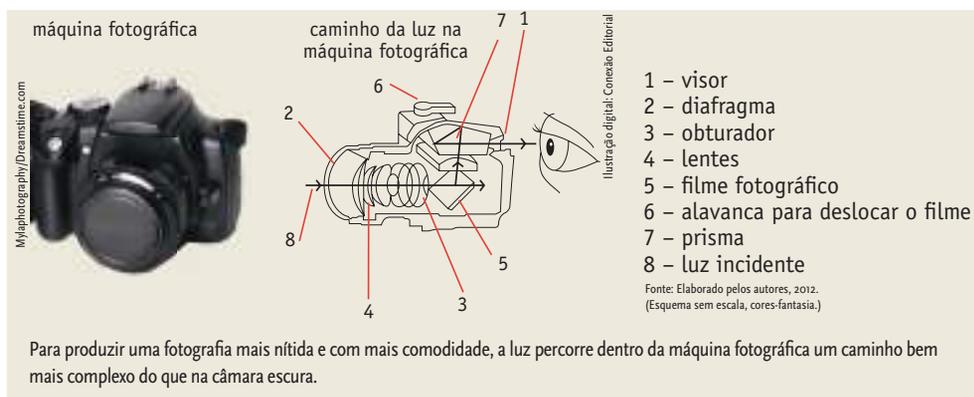
3. E se diminuirmos essa distância para um valor menor do que você calculou? O que poderia ser feito para que a imagem da pessoa nessas condições coubesse no anteparo?

.....

.....

No século XVI, já se sabia projetar uma imagem utilizando uma câmara escura semelhante à que fizemos, mas ainda não se conhecia uma maneira de registrar sua imagem. Somente em 1826 o francês Joseph Niepce tirou a primeira fotografia usando a câmara escura e um material sensível à luz, o **filme fotográfico**.

A busca por imagens cada vez mais nítidas sob as mais diversas condições de luminosidade, distância, tempo de duração do evento ou velocidade do objeto fotografado levou à introdução de uma série de dispositivos na câmara escura, que, assim, passou a ser chamada de **máquina fotográfica**.



A finalidade de tantos dispositivos na máquina fotográfica é garantir que a quantidade de luz sobre o filme fotográfico seja suficiente para produzir uma boa foto.

O **visor** permite o enquadramento da cena a ser fotografada, para que não se produzam fotos “cortadas” indesejavelmente. Pelo controle da abertura do **diafragma** pode-se permitir que mais ou menos luz entre na câmara. Já o **obturador** (um pequeno espelho plano) protege o **filme fotográfico** desviando a luz para o **prisma**, que a faz refletir em suas paredes internas até o visor.

Quando o botão da máquina é acionado, o **obturador** é deslocado, deixando de desviar a luz para o prisma e permitindo que ela incida sobre o filme. Esse tempo de exposição é regulado pelo obturador. Portanto, é importante ajustar conjuntamente a abertura do diafragma com o tempo de exposição do obturador para produzir uma boa fotografia. Uma vez tirada a foto, **empurra-se a alavanca para deslocar o filme** do carretel, preparando-o para uma nova fotografia.

Muitos desses dispositivos passaram a ser automáticos nas máquinas fotográficas modernas. Inclusive o filme fotográfico, hoje em dia, tem se tornado supérfluo, cedendo lugar aos registros digitais de imagens, que são transferidas para um microcomputador, a partir do qual podem ser impressas sem a necessidade de revelação.

Nas máquinas analógicas, além dos ajustes do obturador e do diafragma, é importante escolher o tipo de filme adequado a cada ambiente. Os filmes são compostos de uma superfície fotossensível com sal de brometo de prata. A energia luminosa modifica a estrutura molecular desse sal, formando a imagem somente no processo de revelação.

Filmes muito sensíveis à luz (com muito brometo de prata) necessitam de um tempo pequeno de exposição para registrarem uma imagem. Já os menos sensíveis necessitam de mais tempo de exposição. No mercado, há um código padrão de classificação para filmes fotográficos conhecido como ASA (American Standards Association). Por exemplo, um filme de 200 ASA é duas vezes mais sensível ou mais rápido que um de 100 ASA.

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Compare a estrutura de nossos olhos com as partes da câmara escura e de uma máquina fotográfica, completando a tabela.

Função	Olho humano	Câmara escura	Máquina fotográfica
Focalizar imagem			
		Orifício	
	Pálpebra		
			Filme fotográfico

2. Herbert George Wells (1866-1946) foi um escritor inglês, pioneiro da ficção científica, que escreveu *O homem invisível* em 1987. Discuta a possibilidade de uma personagem invisível enxergar.

---

---

## FONTES DE LUZ E CALOR

Quando vamos tirar uma foto, é importante que o objeto a ser fotografado esteja iluminado de alguma forma, seja pelo Sol, por um *flash*, por lâmpadas ou até mesmo por velas.

A energia solar chega até nós principalmente na forma de energia luminosa e térmica, que tem sua origem nas reações nucleares do interior do Sol. Os flashes eletrônicos e as lâmpadas fluorescentes produzem luz a partir de uma descarga elétrica de alta voltagem no interior de um vidro que contém gás, transformando energia elétrica em luminosa. Já nas lâmpadas incandescentes (lâmpadas quentes), a passagem de eletricidade por um filamento de tungstênio produz luz em virtude do forte aquecimento, como o que ocorre com um pedaço de ferro em brasa ao ficar muito tempo exposto ao fogo. É curioso perceber que a temperatura do ferro determina a cor da luz que ele emite. Ao colocarmos o ferro no fogo, ele absorve a energia térmica, adquirindo uma tonalidade acastanhada meio fosca que, com o passar do tempo, vai ficando mais avermelhada. Depois de um tempo maior, ele adquire uma coloração amarelada brilhante, passando pela azulada e finalmente pela branca, como uma lâmpada incandescente.

A vela é feita de parafina, uma mistura de hidrocarbonetos que, à temperatura ambiente, é sólida. Quando o pavio é aceso, a parafina próxima a ele derrete e depois evapora. O gás assim produzido sobe e reage com o oxigênio do ar.

Nesse processo químico, ocorre a quebra ou decomposição das moléculas de parafina em água e gás carbônico com a liberação de energia luminosa e térmica.

Cor do material	Temperatura
Castanho	de 520 °C a 650 °C
Vermelho	de 650 °C a 1050 °C
Amarelo	de 1050 °C a 1250 °C
Branco	acima de 1250 °C

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

As cores emitidas por materiais ao serem aquecidos a determinadas temperaturas estão associadas à absorção de energia crescente.

### EXPERIMENTAR II

#### OBSERVAÇÃO DA CHAMA

1. Acenda uma vela e observe atentamente se a cor de sua chama é uniforme. Você consegue perceber as diferentes cores da chama?
2. Com base na tabela de cores de materiais aquecidos e suas respectivas temperaturas, você saberia dizer em que lugar da chama da vela é mais quente? E onde é menos quente? Quais as temperaturas aproximadas de cada lugar?
3. Por que a chama das velas se dirige sempre para cima?
4. Quando ligamos uma lâmpada de 127 V numa tensão elétrica de 220 V, seu filamento fica branco azulado por alguns instantes e se queima. Já quando ligamos uma lâmpada de 220 V numa tensão de 127 V, seu filamento fica avermelhado e não queima. Como você explica os dois casos em termos da energia irradiada?



Chama de uma vela.

1. Em que condições de tempo vemos um arco-íris no céu?
2. Você já produziu um arco-íris com a mangueira de água de sua casa ou já projetou um na parede com o uso de um aquário ou de uma vasilha com água?
3. A luz branca incidindo obliquamente na superfície de um CD (Compact Disc) também faz aparecer as cores do arco-íris. Em que esse fenômeno se assemelha a um arco-íris no céu?

## AS CORES DA LUZ VISÍVEL

O físico inglês Isaac Newton foi o primeiro a perceber e comprovar, em seu tratado *Óptica*, publicado em 1704, que a luz branca era uma composição de várias cores. Com um prisma de vidro, Newton montou um experimento num quarto escuro, decompondo a luz branca nas cores que a constituem. Esse fenômeno é conhecido como **dispersão da luz**.



Se trocarmos o prisma de vidro da figura anterior pelas inúmeras gotículas de água que permanecem na atmosfera depois de uma chuva, podemos compreender o surgimento do arco-íris. Cada gotícula de água em suspensão funciona como um pequenino prisma que decompõe a luz do Sol, fazendo surgir no céu aquela maravilha da natureza.

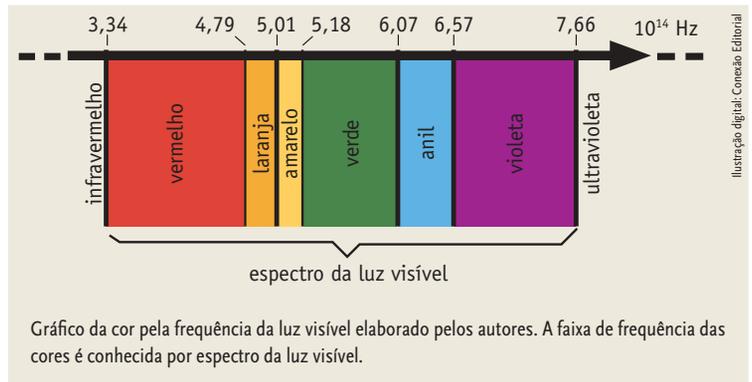
Na superfície de um CD, a luz não é refratada como num prisma, mas sofre difração por causa da **reflexão**, comprovando também que a luz branca é a soma das cores do arco-íris.

A luz visível é uma onda eletromagnética, assim como as empregadas nas telecomunicações. Sendo assim, o que as diferencia? Como percebemos luzes com cores distintas?

O que distingue a luz das ondas hertzianas é sua faixa de frequência. Como vimos, as ondas hertzianas vão de  $3 \times 10^4$  a  $3 \times 10^{11}$  Hz. Elas são incapazes de entrar em ressonância, ou de serem sintonizadas pelos nossos olhos. Já a luz visível vai de  $3,34 \times 10^{14}$  Hz a  $7,66 \times 10^{14}$  Hz.

Não é por mera coincidência que somos sensíveis a essa faixa de frequência. Nossa evolução biológica fez com que nossos olhos fossem adaptados para captar certa faixa de frequência das ondas eletromagnéticas.

Trata-se exatamente da faixa de frequência das ondas eletromagnéticas que o Sol emite com maior abundância, numa quantidade maior, a que chamamos de espectro da luz visível. O que distingue duas cores é sua frequência e esta, por sua vez, caracteriza sua energia. Quanto maior a frequência da cor, maior a energia da onda eletromagnética.



### PARA REFLETIR III

1. O que há de comum num espelho, na superfície de um lago calmo e numa superfície polida?
2. Um lápis imerso pela metade num copo de água parece estar quebrado. Os indígenas quando pescam com lança miram um pouco abaixo de onde eles veem o peixe. No primeiro caso, por que isso acontece? E no segundo, por que os indígenas fazem isso?

## PROJETORES E REFLETORES DE LUZ: DO OBJETO PARA OS OLHOS

Podemos enxergar um **objeto não luminoso** porque ele reflete parte da luz nele incidente e uma parcela dessa luz refletida atinge nossos olhos. O tipo de reflexão está associado às características da superfície em que incide a luz.

Se a superfície do objeto for irregular (fósca), a luz é refletida em todas as direções de modo difuso, possibilitando enxergar o objeto de qualquer posição em que estejamos. Parte da luz solar é também refletida difusamente pelas moléculas presentes na atmosfera terrestre. Essa é a razão de o céu se apresentar totalmente claro durante o dia, quando o observamos daqui do nosso planeta. Logo, se a Terra não possuísse atmosfera, o céu teria sempre o aspecto noturno, como é na Lua.

Nos espelhos, a reflexão da luz ocorre numa superfície metálica, sendo o vidro apenas um suporte para o depósito da película refletora à base de prata. Dessa forma, a reflexão não fica mais difusa, mas regular, especular.



Como vimos no início do capítulo, a luz que provém de um objeto entra em nossos olhos e atravessa as lentes da córnea e do cristalino, sofrendo desvios para focalizar a imagem sobre a retina. Quando a luz atravessa meios distintos, dizemos que ela sofre **refração**. Uma pessoa submersa numa piscina observa outra em sua beirada numa posição mais acima do que realmente o observado está, porque a luz refletida pela pessoa é desviada ao atravessar a superfície da água. Já quem está fora da piscina vê o mergulhador mais para baixo de sua posição real.

As lentes dos olhos e a utilizada em nossa câmara escura são **convergentes**, porque convergem os raios de luz para um ponto conhecido como foco. Contudo, não são todas as lentes que concentram os raios de luz que as atravessam. Há aquelas que divergem os raios de luz de seu foco, conhecidas como **lentes divergentes**.

Quando as pessoas apresentam dificuldades para focalizar os objetos observados, elas podem ser orientadas pelos oftalmologistas a usar óculos ou lentes de contato a fim de corrigir o caminho da luz para que esta se concentre corretamente sobre a retina.

Podemos identificar o tipo de lente utilizada nos óculos das pessoas e, portanto, o problema de visão que essa pessoa tem por meio de um teste simples.

### EXPERIMENTAR III

#### Os Óculos e a Luz

##### Material necessário

- 1 par de óculos.

##### Como fazer

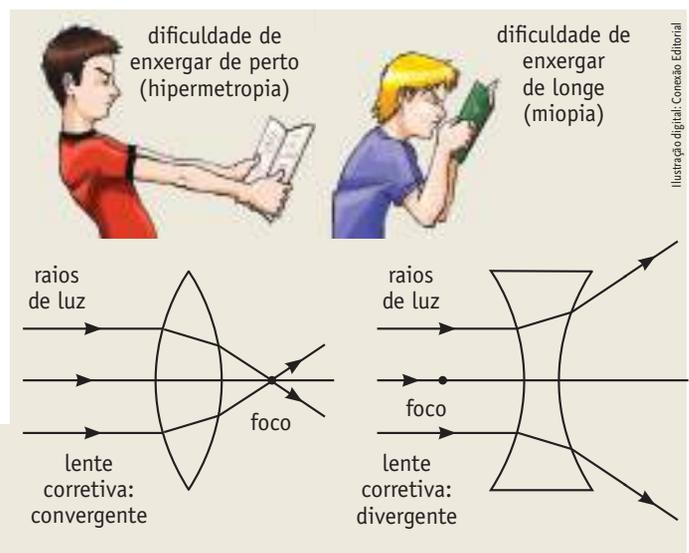
1. Coloque os óculos entre uma figura e o olho. A figura diminuiu ou aumentou?
2. Observe uma figura através da lente, mantendo-a a cerca de 50 cm do olho, e rotacione a lente. A figura ficou deformada?

São diversas as patologias ópticas, as lentes corretivas e as cirurgias oculares realizadas por profissionais habilitados na área da saúde. Tais recursos são empregados para corrigir os defeitos da visão. Nessa atividade, as lentes dos óculos desviam a luz para focalizá-la sobre as retinas de seu dono, estando, assim ajustadas às necessidades de quem as usa. Portanto, não devemos usar óculos com lentes de grau sem a devida prescrição médica.

Se, ao realizar o primeiro procedimento, a imagem diminuiu, a lente desses óculos é divergente, usada para corrigir miopia, que é a dificuldade de enxergar objetos distantes.

Se a imagem ficou ampliada, trata-se de uma lente convergente, própria para quem tem hipermetropia, que é a dificuldade de enxergar de perto.

Cada patologia óptica recomenda o uso de um tipo de lente corretiva, destinado a desviar os raios de luz para que sejam focalizados corretamente sobre a retina. Sem as lentes, para um míope, a imagem fica focalizada antes da retina, e para quem tem hipermetropia, ela se forma depois da retina.



Se, no segundo procedimento, houve deformação da imagem, a lente tem correção para astigmatismo, que consiste na perda de focalização em determinadas direções, e as lentes apropriadas para isso são as cilíndricas. A presbiopia é a dificuldade (decorrente da idade) de acomodação do cristalino e se assemelha à hipermetropia.

#### PARA REFLETIR IV

1. Por que não se devem utilizar lâmpadas verdes ou vermelhas para iluminar balcões de carnes em açougues?
2. Já lhe aconteceu de comprar uma roupa e, ao chegar em casa, perceber que a cor dela não era bem aquela que parecia quando estava na loja?

As cores com que vemos os objetos correspondem às cores de luz que são refletidas difusamente por eles. Quando iluminamos um objeto com luz branca e o enxergamos vermelho, significa que ele está refletindo o componente vermelho do espectro e absorvendo os demais, transformando-os em calor. Se o enxergamos amarelo, ele pode estar refletindo somente o amarelo ou pode ainda estar refletindo os componentes verde e vermelho, que somados resultam no amarelo, absorvendo os demais.

Nossos olhos não conseguem distinguir as duas situações, identificando simplesmente o amarelo. Quando vemos o branco, o objeto está refletindo todos os componentes, quase nada absorvendo. Já o objeto visto com a cor preta não está refletindo, mas apenas absorvendo toda a luz incidente.

#### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

##### LIVROS



##### COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO

Traz informações teóricas e técnicas atuais, apresentando instrumentos e equipamentos com base nas características da luz.

KANTOR, Carlos Aparecido; BONETTI, Marcos de Carvalho. *Comunicação e informação*. São Paulo: Pueri Domus, 2001.



##### ENXERGANDO A LUZ DE PERTO E A FÍSICA DAS CORES

Obras de abordagem mais conceitual, que trata de forma simples os principais conceitos da óptica.

PINTO, Alexandre Custódio; LEITE, Cristina; SILVA, José Alves da. *Enxergando a luz de perto e A física das cores*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)



##### FÍSICA TÉRMICA E ÓPTICA

Livro que ensina Física com base no cotidiano, por meio dos equipamentos e das tecnologias utilizados.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Física 2: Física térmica e óptica*. São Paulo: Edusp, 2007.



##### O OLHO E A VISÃO

Trata-se de um livro de divulgação com excelentes ilustrações e explicações objetivas sobre a fisiologia do olho humano.

PARKER, Steve. *O olho e a visão*. São Paulo: Scipione, 1997. (Coleção O corpo humano.)

## O futuro dos materiais que utilizamos: perspectivas de mudanças

Após a Segunda Guerra Mundial, houve grandes mudanças culturais e econômicas nos países ocidentais, inclusive no Brasil, influenciadas fortemente pelos Estados Unidos. Entre essas mudanças, encontra-se o consumo desenfreado dos mais diversos produtos, dos mais duráveis (como automóveis, geladeiras, máquinas de lavar roupa, fogões, enceradeiras, chuveiros elétricos e a gás) aos pouco duráveis (como brinquedos, artigos de vestuário de moda), sem falar na diversidade e quantidade de produtos industrializados descartáveis ou irrecuperáveis após o uso, como pilhas, inseticidas, fertilizantes, sabões em pó, detergentes, fraldas, xampus, condicionadores, alimentos, celulares, embalagens dos mais diversos tipos, e tantos outros.

Tudo isso foi possível mediante o crescente uso de matérias-primas e energia e, conseqüentemente, da extração de cada vez mais recursos minerais e energéticos da natureza. Parecia que tudo o que a natureza fornecia era inesgotável, até que, em 1973, uma luz de alerta se acendeu com o surgimento de uma crise mundial: a primeira crise do petróleo, na qual o preço desse insumo e de seus derivados quadruplicou de uma hora para outra.



Posto de combustível em cidade do estado de Oregon (EUA), em 1973. Na placa, lê-se “bombas fechadas”. A primeira crise do petróleo provocou o desabastecimento de diversas regiões do mundo.

A partir de então, muita coisa mudou na vida das pessoas, principalmente na maneira de “ver” o ambiente e os recursos naturais para obter energia e matérias-primas.

Neste capítulo, estudaremos algumas mudanças ocorridas no Brasil a partir dessa crise e faremos algumas considerações sobre as que poderão vir a ocorrer.

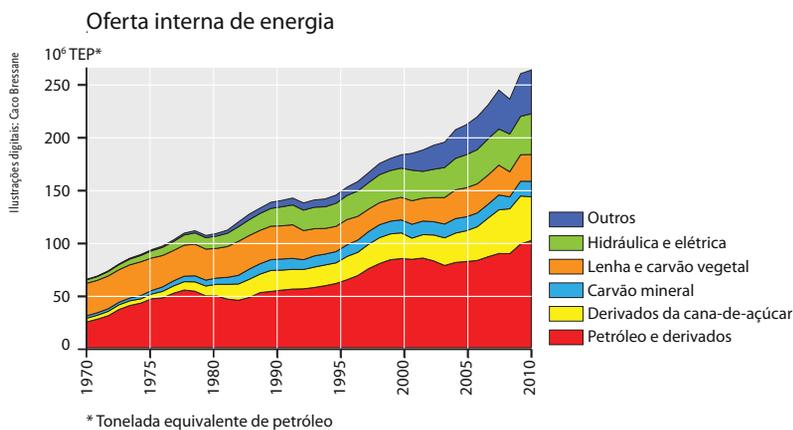
## O QUE MUDOU NA OBTENÇÃO E NO USO DE RECURSOS ENERGÉTICOS?

As fontes de energia utilizadas no Brasil são: petróleo, gás natural e derivados; hidráulica (energia das águas para obtenção de eletricidade); lenha; carvão vegetal (obtido da queima da madeira); carvão mineral; cana-de-açúcar; além de outras, empregadas em menor escala, como os compostos de urânio (energia nuclear), energia solar e eólica.

A contribuição de cada uma dessas fontes para o consumo total de energia variou com o passar dos anos, como veremos a seguir.

### LER GRÁFICOS

Observe os seguintes gráficos, analise-os e responda às questões propostas.



1. Que fontes de energia eram as mais utilizadas no Brasil em 1970?

.....

.....

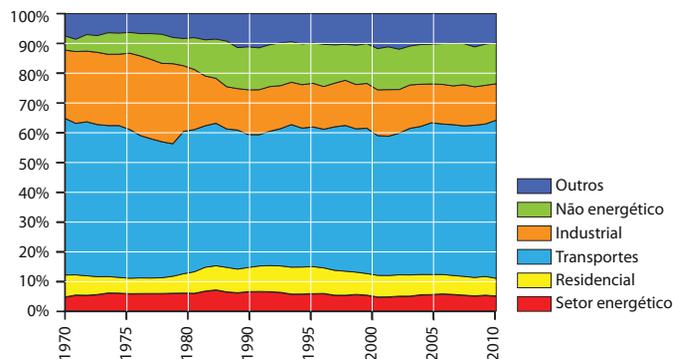
.....

.....

.....

.....

Composição setorial de consumo de derivados de petróleo



2. A que você atribui o aumento na utilização de derivados da cana-de-açúcar a partir de meados da década de 1970?

.....

.....

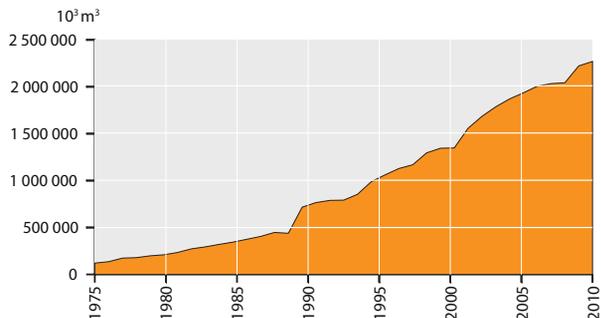
.....

.....

.....

.....

Reservas provadas de petróleo



3. Em sua opinião, por que as reservas brasileiras conhecidas de petróleo aumentaram tanto entre 1974 e 2010?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fonte dos gráficos: Ministério de Minas e Energia (MME). *Balanco energético nacional. Relatório final 2012*. Disponível em: <[http://ben.cpe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2012.pdf](http://ben.cpe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2013.

A análise desses gráficos mostra a importância do petróleo. Para compreender melhor essa evidência, é fundamental estudar um pouco mais essa fonte de energia: o que é, como é processada e como é utilizada.

## O PETRÓLEO E SEUS DERIVADOS

O petróleo é um líquido viscoso e muito escuro, formado por uma mistura de milhares de substâncias químicas diferentes, constituídas principalmente pelos elementos químicos carbono e hidrogênio, que compõem os hidrocarbonetos. A imagem abaixo ilustra uma amostra de petróleo.



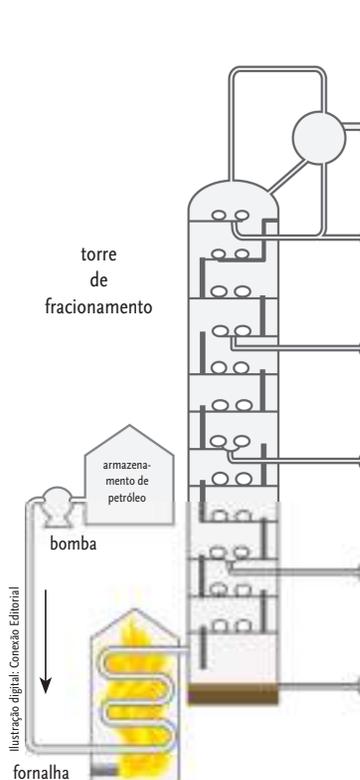
Recipiente de vidro com petróleo.

Algumas utilidades do petróleo são conhecidas desde a Antiguidade, quando o petróleo bruto era encontrado em fontes que afloravam na superfície do solo. Em estado bruto, foi amplamente usado pelos romanos em tochas de iluminação e para impermeabilização de aquedutos. Há registros de que o líquido foi usado na construção das pirâmides do Egito e nos templos bíblicos. Para os fenícios, foi essencial na construção das suas famosas embarcações.

Mas há pouco mais de um século, por meio do conhecimento químico, desenvolveu-se um processo capaz de produzir muitos derivados do petróleo: a **destilação fracionada**. Nas refinarias, o petróleo bruto é aquecido em uma fornalha e vários dos hidrocarbonetos que o constituem se vaporizam. Os vapores aquecidos sobem por uma torre, conhecida como torre de fracionamento, na qual vão se condensando (passando para o estado líquido), em diferentes estágios, dando origem às frações do petróleo: óleo lubrificante, óleo combustível, óleo *diesel*, gasolina etc. Essas frações ainda são misturas de muitos hidrocarbonetos. Dizemos, então, que na destilação são separadas frações gasosas de petróleo, cada uma delas composta de moléculas de hidrocarbonetos diferentes, com serventias diversas.

Veja na imagem a seguir um esquema da destilação fracionada do petróleo.

## Principais produtos obtidos da destilação fracionada do petróleo



Fração	Composição média da fração (hidrocarbonetos)	Faixa aproximada de ebulição	Principais usos
Gás	$\text{CH}_4$ a $\text{C}_4\text{H}_{10}$	$< 20\text{ }^\circ\text{C}$	Combustível doméstico e industrial, matéria-prima para a indústria petroquímica.
Gasolina	$\text{C}_5\text{H}_{12}$ a $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	$40\text{ }^\circ\text{C} - 200\text{ }^\circ\text{C}$	Combustível, solvente.
Querosene	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ a $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	$175\text{ }^\circ\text{C} - 325\text{ }^\circ\text{C}$	Óleo <i>diesel</i> , combustível para jatos, aquecimento doméstico, fonte de gasolina.
Óleo combustível	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ a $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$	$250\text{ }^\circ\text{C} - 400\text{ }^\circ\text{C}$	Aquecimento industrial, fonte de gasolina.
Óleo lubrificante	a partir de $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	$> 300\text{ }^\circ\text{C}$	Lubrificação.
Resíduo	a partir de $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	—	Parafina, asfalto.

Fonte: AMBROGI, Angélica; VERSOLATO, Elena; LISBÔA, Julio Cezar Foschini. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Hamburg, 1987. p. 94. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

### APLICAR CONHECIMENTOS I

- Nota-se, no esquema anterior, que a gasolina, além de ser uma das frações do petróleo, pode ser obtida de outras frações como o óleo combustível e o querosene. Para que isso aconteça, basta separar misturas ou é necessário realizar transformações químicas? Justifique sua resposta com base na composição de cada uma dessas frações.

## MUDANÇAS NA OBTENÇÃO E NO USO DE RECURSOS MINERAIS

A mineração consiste na escavação controlada de rochas para a extração de minérios que têm valor econômico. Entre os metais, são considerados minérios o ferro, o cobre e o alumínio, extraídos em maior escala. Entre outros produtos, também são considerados minérios a cal, a argila, os fosfatos (para uso em fertilizantes), o cimento e as pedras preciosas. As escavações para retirada de minérios são feitas até que a jazida se esgote economicamente, ou seja, até que a extração não dê mais lucros. A mineração causa grandes alterações ambientais que, muitas vezes, passam despercebidas em países de grandes dimensões territoriais como o nosso; mas, em países menores, o estrago pode ser grande.

## OS METAIS E SUAS PROPRIEDADES

Os metais, além do brilho característico, conhecido como brilho metálico, apresentam outras propriedades de forma acentuada: maleabilidade, ductilidade e condutibilidade elétrica.

- **Maleabilidade:** os metais podem ser transformados em chapas e lâminas de diferentes formatos e espessuras.
- **Ductilidade:** os metais podem ser transformados em fios de diferentes espessuras.
- **Condutibilidade elétrica:** os metais conduzem corrente elétrica.

Essas propriedades estão relacionadas com o arranjo dos átomos nos metais. Um metal puro é constituído por átomos de um mesmo elemento químico, unidos por ligações químicas que nada mais são do que atrações elétricas entre átomos. No caso dos metais, essas ligações são chamadas de **ligações metálicas**.

A ligação metálica é diferente da iônica e da covalente, pois não há compartilhamento de elétrons nem transferência deles definitiva de um átomo para outro.

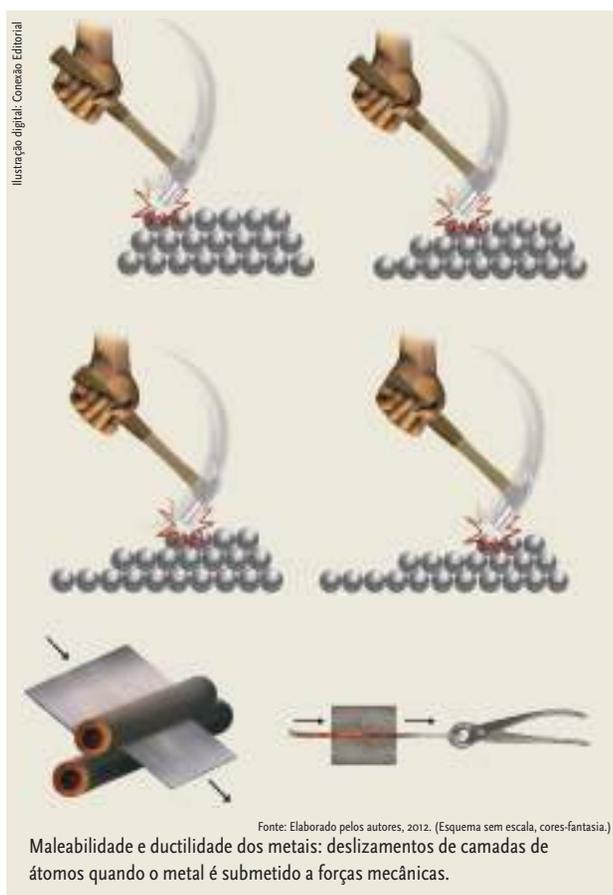
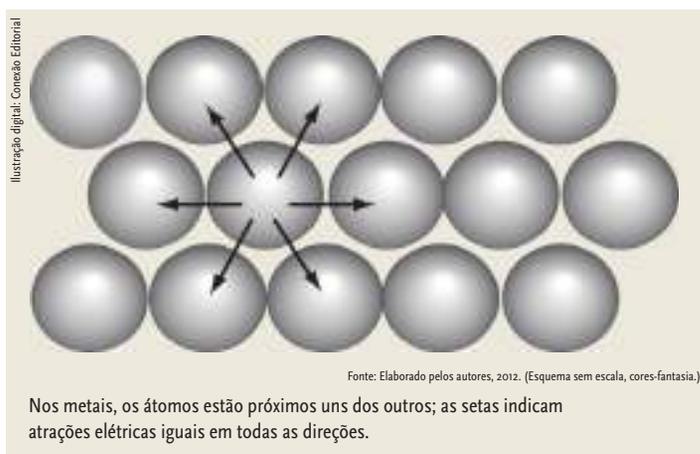
Como os átomos são iguais, não há atrações mais fortes ou mais fracas: são todas iguais. Veja, na ilustração acima, um arranjo dos átomos nos metais.

Esse arranjo dos átomos explica três propriedades dos metais. A maleabilidade e a ductilidade são explicadas por deslizamentos de camadas de átomos, como mostra a imagem ao lado.

A condutibilidade elétrica dos metais deve-se ao seguinte: como os átomos são iguais e estão muito próximos, o núcleo de um átomo atrai eletrosferas de muitos átomos vizinhos. Com isso, alguns elétrons são fracamente atraídos e ficam relativamente “livres”.

Diz-se que a estrutura metálica é um conjunto de núcleos atômicos (positivos) imersos em um “mar de elétrons livres” (negativos).

Quando o metal é submetido a uma tensão elétrica (voltagem), esses elétrons livres passam a se movimentar ordenadamente. Ao movimento ordenado de elétrons damos o nome de corrente elétrica.



## COBRE: UM METAL MUITO ESPECIAL

O roubo de fiação de cobre é muito frequente. Por que esse material é tão visado?

O cobre é um dos poucos elementos metálicos que se encontra com estrutura metálica na natureza. Os outros são a prata, a platina, o ouro, o paládio, o bismuto, além de uma pequena quantidade de ferro existente em meteoritos. Todos os outros elementos metálicos

encontram-se na natureza formando compostos como óxidos, sulfetos, fosfatos e silicatos. O cobre, o ferro e o bismuto também existem na natureza formando compostos.

O cobre é um excelente condutor elétrico e, por isso, amplamente empregado em fios condutores de eletricidade. O consumo desse metal aumentou muito após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), em razão da grande diversidade de equipamentos elétricos que passaram a fazer parte dos lares de todo o mundo.

As jazidas mundiais de cobre, inclusive as brasileiras, estão se esgotando e, conseqüentemente, o preço do metal vem subindo. Isso, somado à desigualdade social existente no Brasil, tem levado a roubos constantes de cabos elétricos de redes de transmissão de eletricidade, causando grandes prejuízos para toda a população, pois, por exemplo, trens param, casas, ruas e até bairros ficam sem energia elétrica. Até hoje não se encontrou nenhum metal que substituísse o cobre como condutor elétrico em larga escala.

## E DAQUI PARA A FRENTE?

Na década de 1970, logo após a primeira crise do petróleo, estimava-se que as reservas mundiais de petróleo iriam se esgotar num prazo de quarenta anos, aproximadamente, caso o consumo continuasse o mesmo e não fossem descobertas novas jazidas. Entretanto, não foi isso o que aconteceu. Previsões semelhantes foram feitas para alguns metais, como o cobre e o alumínio, o que também não aconteceu.

Uma das razões para isso foi a substituição, pelo menos parcial, desses materiais por outros. Outras razões foram as descobertas de novas jazidas de petróleo e de minerais metálicos e não metálicos, as melhorias em veículos de transporte, tornando-os mais leves e mais econômicos, e a reutilização e reciclagem de metais e plásticos.

No entanto, mais cedo ou mais tarde, esses recursos naturais se esgotarão, e a busca de alternativas de vida será necessária, com o intuito de preservar ao máximo os recursos naturais hoje existentes.

### LER IMAGEM

A imagem a seguir mostra um modo de vida alternativo, em uma residência autossuficiente, projetada em 1973, como uma das soluções para melhorar o modo de vida no futuro.



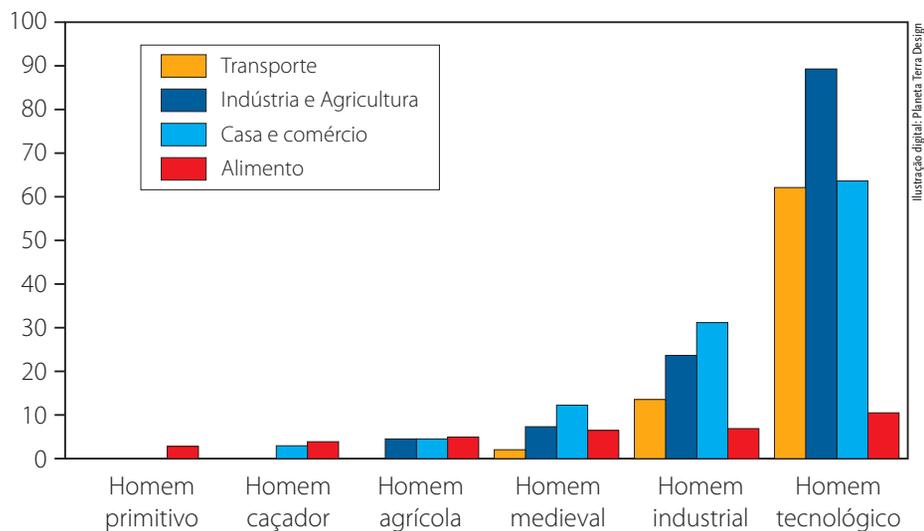
Fonte: Unesco. *Impact of science on society*. v. XXIII. n. 4. Oct./Nov. 1973. (Esquema sem escalas, cores-fantasia.)

Com base na análise dessa imagem, organize com seus colegas um debate sobre a possibilidade de esse tipo de moradia ser predominante no futuro. Metade do grupo deverá defender a ideia e metade ser contra. Após o debate, cada grupo deverá eleger um relator para apresentar o resultado da discussão para a classe.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Enceja (2002) O gráfico mostra a evolução do consumo médio diário de energia *per capita* ao longo da história humana.

### Evolução do consumo médio diário de energia per capita (em 1 000 kcal)



Adaptado de: OLIVEIRA, Adilson de. Energia e sociedade. *Ciência Hoje*, v. 5, n. 29, mar. 1987.

O consumo de energia na indústria e na agricultura superou o consumo no setor de casa e comércio no período histórico que corresponde ao

- a) homem caçador.                      b) homem medieval.                      c) homem industrial.                      d) homem tecnológico.

2. Enem (2002) *A Idade da Pedra chegou ao fim, não porque faltassem pedras; a era do petróleo chegará igualmente ao fim, mas não por falta de petróleo.*

Xeque Yamani, ex-ministro do Petróleo da Arábia Saudita. *O Estado de S. Paulo*, 20 ago. 2001.

Considerando as características que envolvem a utilização das matérias-primas citadas no texto em diferentes contextos histórico-geográficos, é correto afirmar que, de acordo com o autor, a exemplo do que aconteceu na Idade da Pedra, o fim da era do petróleo estaria relacionado

- a) à redução e esgotamento das reservas de petróleo.  
b) ao desenvolvimento tecnológico e à utilização de novas fontes de energia.  
c) ao desenvolvimento dos transportes e consequente aumento do consumo de energia.  
d) ao excesso de produção e consequente desvalorização do barril de petróleo.  
e) à diminuição das ações humanas sobre o meio ambiente.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVROS



#### CONHEÇA O PETRÓLEO

Informações técnicas e históricas sobre o petróleo no Brasil e no mundo.

NEIVA, Jucy. *Conheça o petróleo*. 5. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1986.



#### MINERAÇÃO x MEIO AMBIENTE

Trata de considerações legais e impactos ambientais relacionados à mineração.

KOPEZINSKI, Isaac. *Mineração x meio ambiente*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.

### SITES



#### ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO

Site que traz diversos boletins sobre reservas, usos e produção dos diferentes recursos minerais, metálicos e não metálicos.

Disponível em: <[www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br)>. Acesso em: 21 dez. 2011.



#### BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN)

Site oficial que traz para *download* as diversas edições do Balanço Energético Nacional (BEN), que contém dados sobre energia e suas fontes.

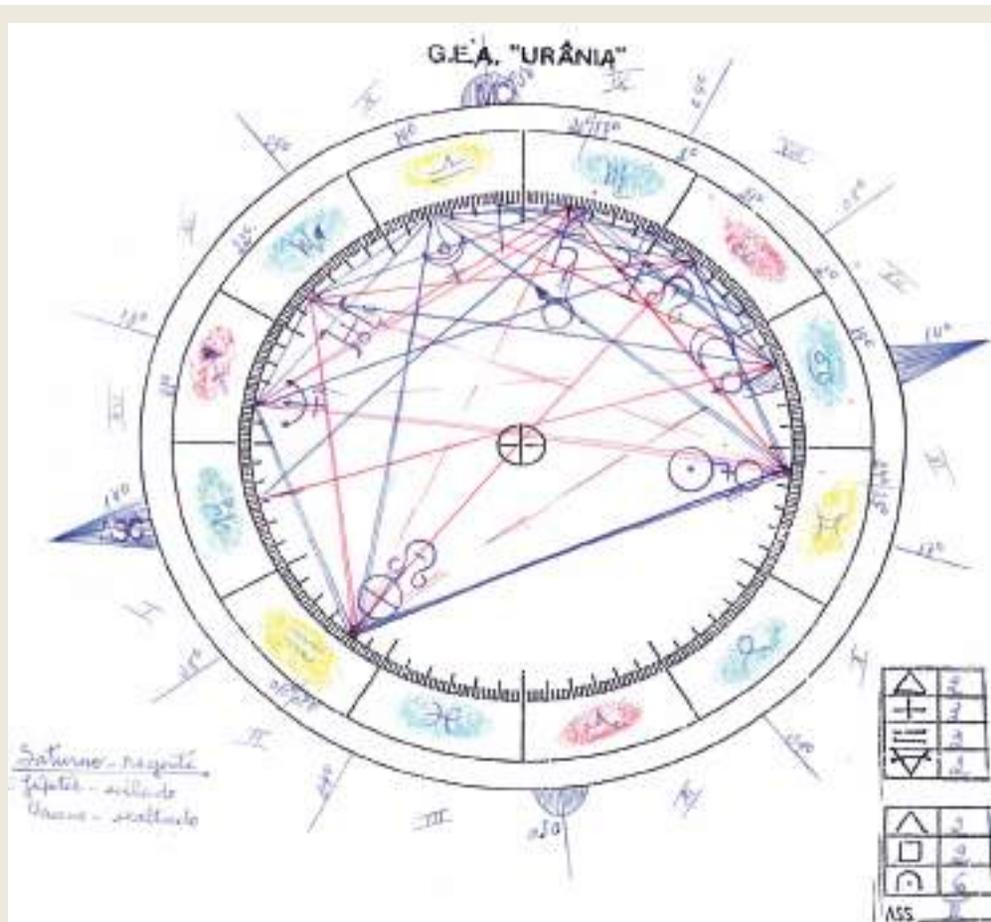
Disponível em: <[www.ben.epe.gov.br](http://www.ben.epe.gov.br)>. Acesso em: 12 fev. 2013.

Você acredita em horóscopo? Você já viu o que seu signo diz sobre você hoje? Sucesso no amor, nos negócios, necessidade de mais atenção à família?

A astrologia é praticada por diversos povos de lugares diferentes. Ainda hoje ela está presente em nosso redor por ação dos meios de comunicação que divulgam suas previsões por meio de mapas astrais e orientações esotéricas. A astrologia se fundamenta basicamente na busca de uma correspondência entre dois mundos bem distintos: o mundo das pessoas na Terra, repleto de medos e desejos, e o mundo cósmico dos planetas e das constelações, que podemos apenas observar de onde estamos.

Que algo está “escrito” nas estrelas não há dúvida. Desde muito tempo, diferentes culturas buscam ler esse texto cósmico. O grande desafio deste capítulo é apresentar uma possibilidade de leitura mais relacionada com o olhar científico: a **astronomia**.

Ilustração digital: Clarissa Dias/Conexão Editorial



Os mapas astrais são instrumentos de análise e previsões da astrologia que, como toda arte esotérica, têm como fundamentos os mesmos princípios das religiões: uma mística simbólica (mistério inexplicável) que a caracteriza e o subjetivismo (ponto de vista pessoal sobre os acontecimentos).

## DEBATER

Levando em consideração os conhecimentos que você já possui e outras informações que possa obter, discuta com os colegas a resposta mais adequada para as questões a seguir.

1. Como se movem os planetas, a Lua, o Sol e as outras estrelas no céu? De que modo esses movimentos e suas posições relativas poderiam afetar a nossa vida de forma concreta?
2. Do que falam a astrologia e a astronomia? Quais as diferenças entre essas áreas do conhecimento?

## A INFLUÊNCIA DOS ASTROS EM NOSSA VIDA

Há registros astrológicos feitos em diversos momentos da história sobre posições de estrelas, planetas, do Sol e da Lua. A busca dessa correspondência entre o movimento dos astros e o destino humano alimentou o interesse das pessoas em observar longa e sistematicamente o céu, acumulando grande quantidade de informações que foram passadas de geração a geração e entre povos diferentes, atravessando a história até chegar a nós.

A astronomia é filha da astrologia, por assim dizer. A implantação de métodos de contagem dos dias, a medição da duração do dia e a determinação das estações do ano, a demarcação de terrenos e a navegação são exemplos da necessidade de aplicação dos conhecimentos astronômicos. As viagens espaciais modernas foram possíveis graças à tecnologia desenvolvida, aliada à alta precisão dos dados astronômicos disponíveis. A astronomia, portanto, nasceu e cresceu gradativamente para suprir as necessidades sociais, econômicas, religiosas e culturais.

## CONSTRUINDO UM MODELO PARA O SISTEMA TERRA-LUA

Você já deve ter ouvido falar sobre tamanhos e distâncias astronômicas. Usam-se essas expressões para designar coisas realmente enormes, difíceis até de imaginar.

Para termos uma noção dessas dimensões, vamos começar com algo mais próximo de nós: a Lua. Quando olhamos para a Lua, mal nos damos conta do quão distante ela realmente está: aproximadamente 384 mil km, o que equivale a trinta vezes o diâmetro do nosso planeta. O diâmetro da Lua, por sua vez, é de 3 480 km, menor, portanto, que a distância Norte-Sul do Brasil (do Oiapoque ao Chuí), que corresponde a cerca de 4 300 km.

As distâncias astronômicas são difíceis de imaginar, mas não de compreender. Para termos uma noção dessas distâncias, costumamos fazer analogias com coisas que conhecemos.



## PESQUISAR I

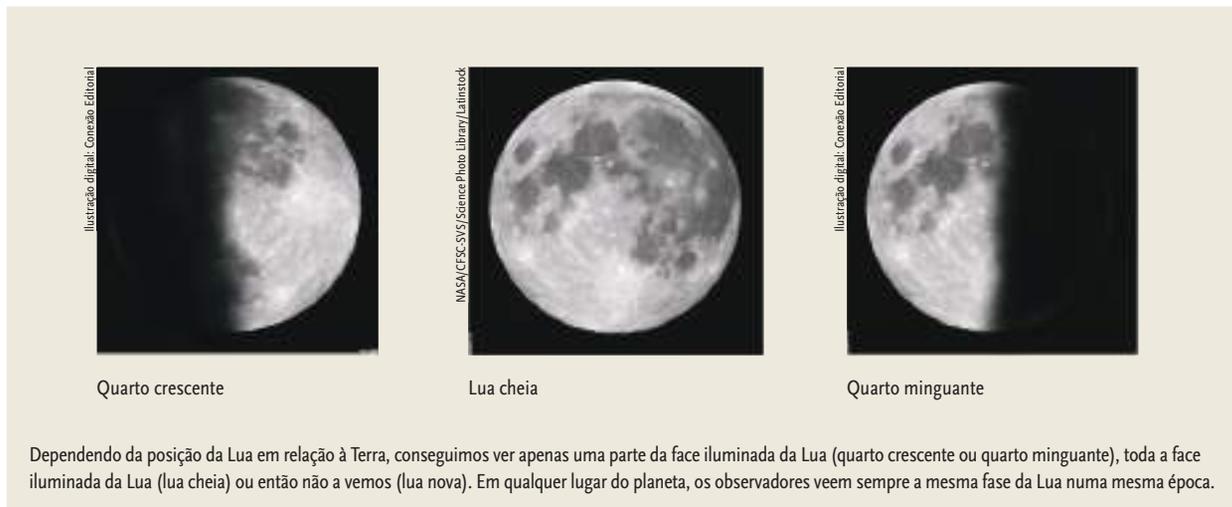
1. Se imaginarmos a Terra com o tamanho de uma laranja, o que mais se aproximaria do tamanho da Lua? Faça as contas e descubra. **Dica:** Comece fazendo uma estimativa do diâmetro de uma laranja.

2. Se você pegar a laranja que representa a Terra e a puser no chão, a que distância dela, em metros, você deveria posicionar a Lua? Faça os cálculos, monte um modelo e surpreenda-se.

## AS FASES DA LUA

Pela atividade realizada dá para ter uma noção da proporcionalidade entre o raio da órbita da Lua, de sua trajetória em torno da Terra e do diâmetro dos corpos celestes.

Nosso calendário é solar, ou seja, baseado no tempo que a Terra leva para dar uma volta completa em torno do Sol: aproximadamente 365 dias. Durante esse translado, a Lua dá uma volta em torno da Terra em aproximadamente 29 dias. Entretanto, à medida que a Lua percorre sua órbita, nós a vemos mudar de forma. Trata-se das **fases da Lua**.



### PARA REFLETIR

Antes de prosseguir a leitura, explique, usando a ilustração abaixo, como acontece a iluminação da Lua pelo Sol e como nós, daqui da Terra, vemos suas fases. Troque ideias com seus colegas.



O Sol sempre ilumina metade da Terra. A face iluminada é a região do globo que está de dia, enquanto na parte escura ainda é noite.

Como a Terra gira em torno de um eixo imaginário que atravessa seus polos, em questão de horas a parte escura vai ficando iluminada e a parte iluminada passa a ficar no escuro. É esse movimento de rotação que dá origem ao dia terrestre de aproximadamente 24 horas, tempo que a Terra leva para dar uma volta completa em torno de seu eixo.

A Lua também é iluminada pelo Sol da mesma maneira que a Terra, ou seja, metade dela é iluminada enquanto a outra metade fica no escuro. Enquanto a Lua dá uma volta completa em torno da Terra, a Terra dá aproximadamente trinta voltas em torno de seu próprio eixo.

Durante esse tempo, quando olhamos para a Lua daqui da Terra, vemos, na verdade, uma fração da face iluminada da Lua.

A Lua também gira em torno de seu próprio eixo, mas ela o faz num período exatamente igual ao de sua órbita em torno da Terra. Isso significa que o tempo que ela leva para dar uma volta em torno de seu próprio eixo é o mesmo que ela gasta para dar uma volta em torno da Terra.

Como consequência, a Lua sempre mostra a mesma face para a Terra. Só conhecemos o outro lado da Lua graças a fotos tiradas em viagens espaciais que a contornaram.

## OS ECLIPSES

Outro fenômeno que ocorre periodicamente e que também está relacionado aos movimentos da Terra e da Lua é o eclipse. A palavra eclipse vem do grego e significa sumir, desaparecer, esmaecer. Portanto, um eclipse lunar ocorre quando a Lua parece desaparecer do céu. Mas pode acontecer também um eclipse solar, quando o Sol parece ter sido apagado por alguns instantes.

Observados e registrados pelos antigos chineses, babilônios e gregos, os eclipses do Sol e da Lua constituem marcos que ajudaram na determinação de vários fatos históricos. Os chineses e babilônios já conheciam a mecânica do fenômeno e podiam prevê-lo com antecedência. Os astrônomos babilônios transmitiram esse conhecimento para os egípcios e gregos e, por esse caminho, a base para a previsão dos eclipses chegou até nós.

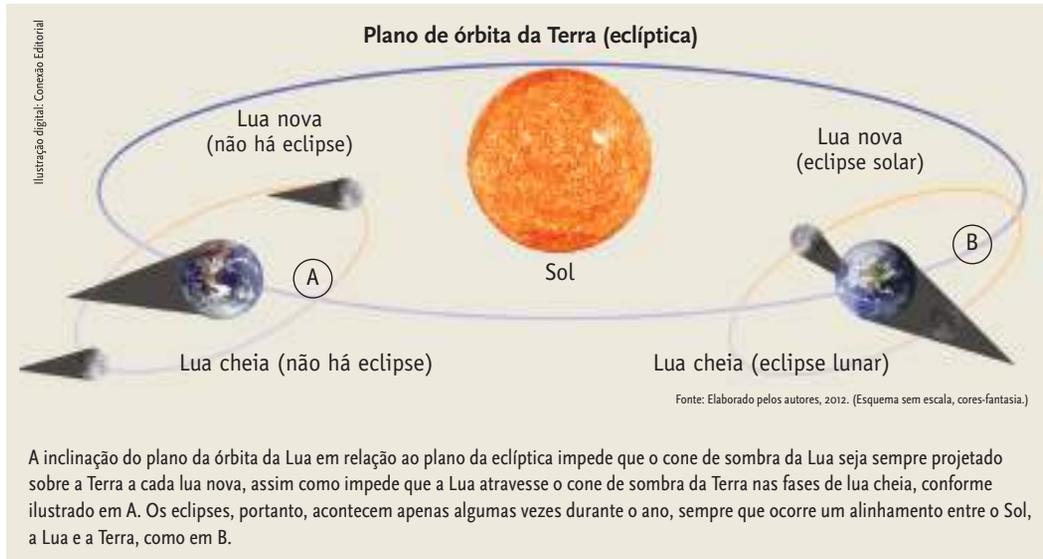
O Sol ilumina a Terra e a Lua, e ambas possuem sombras. Como não há anteparos nos quais essas sombras possam ser projetadas, dizemos que as regiões escuras formam cones de sombra, ou seja, regiões de sombra com formato de cone em virtude do prolongamento do formato circular da Terra e da Lua e do fato de o Sol ser muito maior que a Terra.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

As figuras representam, fora de escala, os eclipses lunar e solar. O eclipse lunar acontece quando a Lua (L) entra na região do cone de sombra da Terra (T), sumindo total ou parcialmente do céu. Já o eclipse solar ocorre quando a Lua (L) fica entre a Terra (T) e o Sol (S), bloqueando total ou parcialmente a luz do Sol em algumas regiões da Terra.

Os eclipses lunares ocorrem sempre na lua cheia, pois é nessa ocasião que a Terra está posicionada entre o Sol e a Lua. Já os eclipses solares ocorrem sempre na lua nova, quando a Lua está entre a Terra e o Sol. Mas há um fato que impede que haja eclipses lunares e solares a cada lua cheia ou nova: o plano da órbita lunar é inclinado aproximadamente  $5^\circ$  em relação ao plano da órbita da Terra, conhecida como eclíptica.



### APLICAR CONHECIMENTOS I

- Enem (2002) Um grupo de pescadores pretende passar um fim de semana do mês de setembro, embarcado, pescando em um rio. Uma das exigências do grupo é que, no fim de semana a ser escolhido, as noites estejam iluminadas pela Lua o maior tempo possível. A figura representa as fases da Lua no período proposto. Considerando-se as características de cada uma das fases da Lua e o comportamento desta no período delimitado, pode-se afirmar que, dentre os fins de semana, o que melhor atenderia às exigências dos pescadores corresponde aos dias

- a) 8 e 9 de setembro.      c) 22 e 23 de setembro.      e) 6 e 7 de outubro.
- b) 15 e 16 de setembro.      d) 29 e 30 de setembro.



## SISTEMA TERRA-SOL

Vamos aumentar um pouco as distâncias e os tamanhos. O Sol, nossa fonte primária de energia, tem um diâmetro de aproximadamente 109 vezes o diâmetro da Terra, e está a uma distância média de  $149,6 \times 10^6$  km da Terra.

### PESQUISAR II

1. Se imaginarmos o Sol com o tamanho de uma bola de basquete, o que mais se aproximaria do tamanho da Terra? Estime o diâmetro da bola de basquete e faça as contas.
2. Se você colocar a bola de basquete que representa o Sol no centro de uma quadra, a que distância dela, em metros, você deveria posicionar a Terra?

Durante muito tempo, sombras projetadas pelo Sol foram utilizadas para marcar as horas durante o dia. Pelo tamanho e, principalmente, pela posição da sombra no chão, é possível saber a posição do Sol no céu e, portanto, as horas. Esse é o princípio do relógio de sol, conhecido como **gnômon**. Com ele, além das horas, é possível determinar os quatro pontos cardeais da Terra.



O gnômon é um dispositivo já usado na antiga Grécia e que os romanos adotaram depois. Com ele, os povos antigos marcavam as horas do dia, desde que houvesse sol. Há vários modelos, mas o equipamento consiste basicamente em uma haste vertical espetada numa superfície horizontal e lisa. Algumas marcações são feitas nessa base para indicar as horas. Na foto, captada em março de 2007, relógio de sol, em Christchurch, Nova Zelândia.

## EXPERIMENTAR

### SIMULANDO FENÔMENOS ASTRONÔMICOS

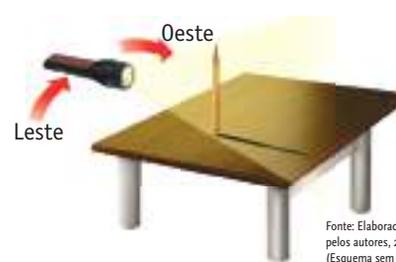
#### Materiais necessários

- 1 luminária ou lanterna; 1 lápis; 1 bola de isopor grande; 1 prego.

#### Procedimentos

##### a) Simulando as sombras do gnômon

Monte seu gnômon colocando o lápis de pé na mesa com a ponta para cima. A lanterna fará o papel do Sol. Movimente-a de uma borda a outra da mesa, simulando o nascente (leste) e poente (oeste) do Sol, formando um arco como na figura, e observe o comportamento da sombra do lápis sobre a mesa.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

1. Como se comportam o tamanho e a direção da sombra do gnômon à medida que o seu Sol se movimenta? Explique por que isso acontece.
2. Em que situações a sombra é maior ou menor? Quando ela desaparece? A que momentos do dia corresponde cada uma dessas situações?
3. É possível fazer o Sol ficar a pino, ou seja, fazer a sombra do gnômon desaparecer sob ele? Explique em que circunstâncias isso acontece na Terra.

##### b) Analisando sombras de fora da Terra

Espete o prego (gnômon) num dos hemisférios da bola de isopor (Terra), acenda a luminária ou a lanterna (Sol), deixando-a parada. Observe como se comporta a sombra do prego projetada sobre a bola girando-a lentamente, simulando o movimento de rotação da Terra.

1. Em que momentos a sombra aponta na direção de um dos polos? Compare o tamanho da sombra, neste caso, com as sombras que não apontam para o polo. Descreva o nascer e o pôr do sol nessa simulação.



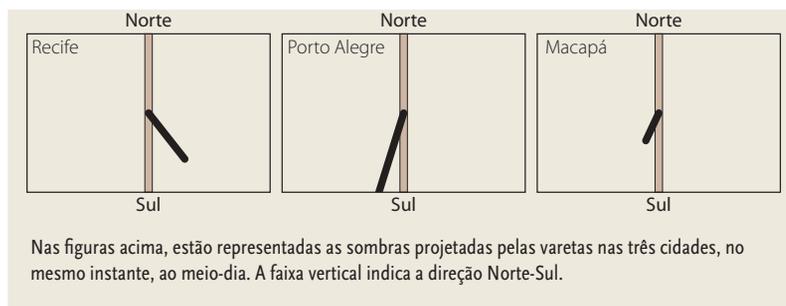
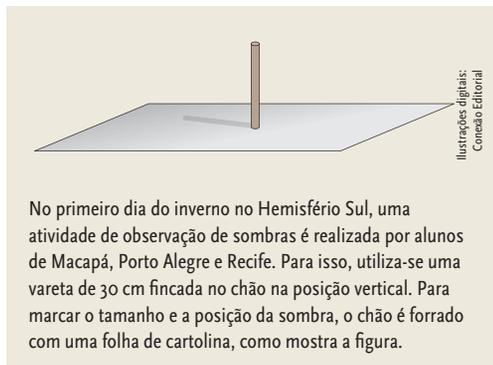
Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

2. Mude o prego de lugar algumas vezes, colocando-o mais próximo ou mais afastado dos polos, e verifique que diferenças ocorrem com a sombra.
3. A noite dura o mesmo tempo em todos os lugares da Terra? Explique isso com seu modelo.

Pela atividade, percebemos que a sombra do gnômon é máxima ao nascer do Sol e aponta para a direção oeste, pois o Sol nasce no leste. Com o passar do tempo, verifica-se que a sombra do gnômon vai mudando de direção e diminuindo de tamanho, até que, a partir de certo momento, começa a aumentar novamente, mas apontando cada vez mais para a direção leste, até atingir seu tamanho máximo, no momento do poente. Portanto, a sombra fica com o menor tamanho exatamente ao meio-dia, quando o Sol está no ponto mais alto no céu.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

- Enem (1999)



Levando-se em conta a localização dessas três cidades no mapa, podemos afirmar que os comprimentos das sombras serão tanto maiores quanto maior for o afastamento da cidade em relação ao:

- a) litoral.
- b) Equador.
- c) nível do mar.
- d) Trópico de Capricórnio.
- e) Meridiano de Greenwich.

## AS ESTAÇÕES DO ANO

A Terra gira em torno do Sol e leva um ano para completar sua órbita. Na verdade, o ano foi definido inicialmente a partir da observação do clima, ou seja, ciclo das estações. Com o tempo, percebeu-se que esse ciclo estava relacionado com a posição e o trajeto do Sol no céu durante o dia, que vão mudando ao longo do ano.

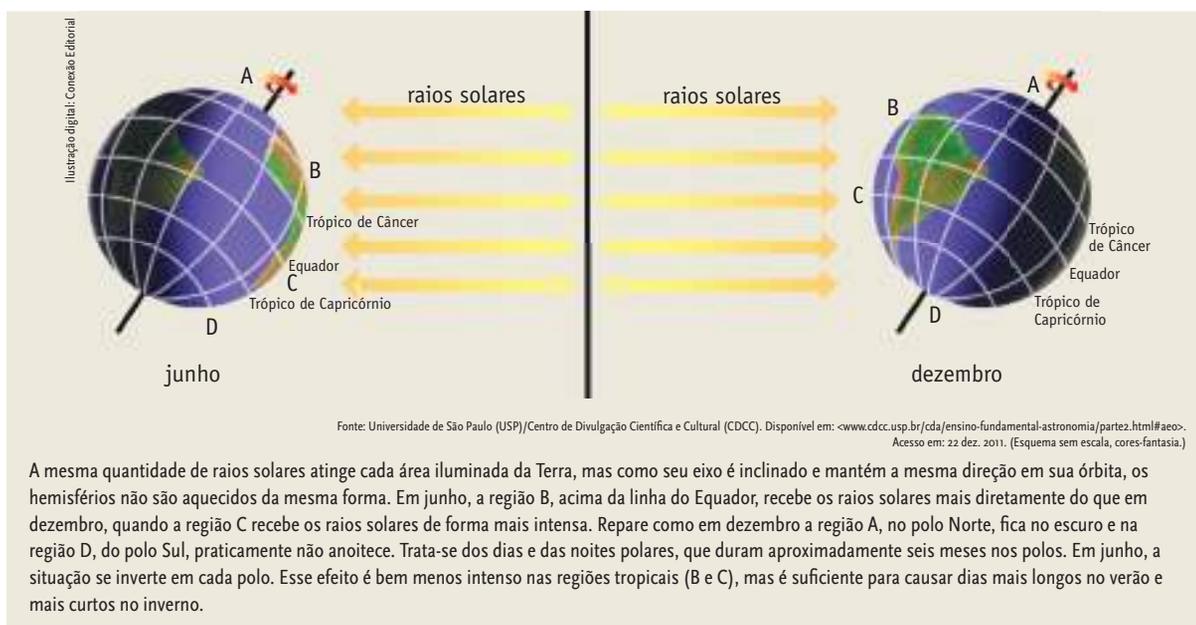
Muitos de nós aprendemos que a órbita da Terra é elíptica, estando o Sol posicionado em um de seus focos. Contudo, se desenharmos corretamente essa órbita, não conseguiremos diferenciar essa elipse de uma circunferência. A órbita da Terra ao redor do Sol, portanto, é praticamente uma circunferência, sendo que os dois focos dessa elipse ficam “dentro” do Sol. Talvez por imaginar uma órbita bem elíptica, muitos passaram a acreditar que as estações ocorrem porque a Terra ora fica mais próxima do Sol, ora mais afastada. A ocorrência das estações do ano depende de duas propriedades do eixo de rotação da Terra:

- ele não é perpendicular ao plano da órbita da Terra ao redor do Sol (eclíptica), mas está inclinado aproximadamente  $23^\circ$  e
- essa inclinação é sempre a mesma, ou seja, o eixo fica sempre na mesma posição enquanto a Terra traslada ao redor do Sol.

Por causa disso, os hemisférios Norte e Sul recebem os raios solares de forma desigual. O hemisfério que estiver mais voltado para o Sol receberá os raios solares mais diretamente e esquentará mais.

Em dezembro, o Hemisfério Sul recebe mais luz diretamente, ficando mais quente do que o Hemisfério Norte. Logo, é verão no Hemisfério Sul e inverno no Norte. Em junho, a situação se inverte: sobre o Hemisfério Norte, incide luz solar de forma mais direta, caracterizando o verão local; enquanto no Hemisfério Sul, ocorre o inverno. Em março e setembro, ambos os hemisférios estão igualmente voltados para o Sol, sendo iluminados da mesma maneira.

Entretanto, como cada hemisfério, nessas épocas, está saindo de estações bem diferentes, as transições provocam efeitos diferentes em cada um deles: enquanto num hemisfério é outono, transição do verão para o inverno, no outro é primavera, transição do inverno para o verão.



**Astrônomo**

O astrônomo estuda o Universo, pesquisando e analisando sua composição e evolução. Utilizando telescópios e ferramentas da informática, pesquisa dados, como a idade, a estrutura, a localização e a velocidade de corpos celestes. Seu trabalho traz contribuições para a realização

de viagens espaciais e compreensão de mecanismos do meio físico em nosso planeta.

**Formação escolar exigida:** Ensino superior completo (em média 4 anos).

**Área de atuação:** O mercado ainda é restrito nessa área. O profissional pode atuar em observató-

rios astronômicos (no Brasil existem dez) e em instituições de ensino e pesquisa. Pode trabalhar também em programas educativos sobre o Universo e os corpos celestes. Mediante a realização de curso de pós-graduação, habilita-se para a pesquisa e docência no ensino superior.

## O SISTEMA SOLAR

Não é somente a Terra que orbita o Sol. Trata-se de uma família grande com mais oito planetas, 32 luas, vários cometas e milhares de asteroides que também se movimentam em torno dele.

Tudo isso faz parte do Sistema Solar, mas vamos concentrar nossa atenção apenas nos planetas. Veja suas principais características na tabela a seguir. Para obter mais detalhes sobre o assunto, você pode consultar um atlas astronômico.

**LER TABELA**

Com base na tabela a seguir, responda às questões.

	Planetas rochosos				Planetas gasosos				Unidades
	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	
Distância do Sol	58	108	149	228	778	1 426	2 869	4 495	10 <sup>6</sup> km
Diâmetro	4,9	12,1	12,8	6,8	142,8	120,0	51,2	50,0	10 <sup>3</sup> km
Massa	0,055	0,82	1	0,107	318	95	14,54	17,3	massas da Terra
Ano	88	225	365	687	4 333	10 759	30 686	60 188	dias terrestres
Rotação	1 412	5 817	23,94	24,62	9,84	10,53	17,23	16,04	horas
Gravidade	3,8	8,5	9,8	3,7	22,9	9,1	8,9	11	N/kg
Satélites	0	0	1	2	16	18	15	8	—
Atmosfera	—	3%	3%	2%	12%	50%	30%	30%	% de seu raio
Anéis	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	—
Temp. mínima	-212	446	-88	-126	-129	-179	-212	-221	graus Celsius
Temp. máxima	427	482	58	27	-118	-184	-208	-219	graus Celsius

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

1. Qual planeta tem o dia mais curto? Qual tem o dia mais longo? Justifique.

.....

.....

.....

2. Quantos anos terrestres tem o ano de Netuno? Quantos meses terrestres dura o dia de Vênus?

.....

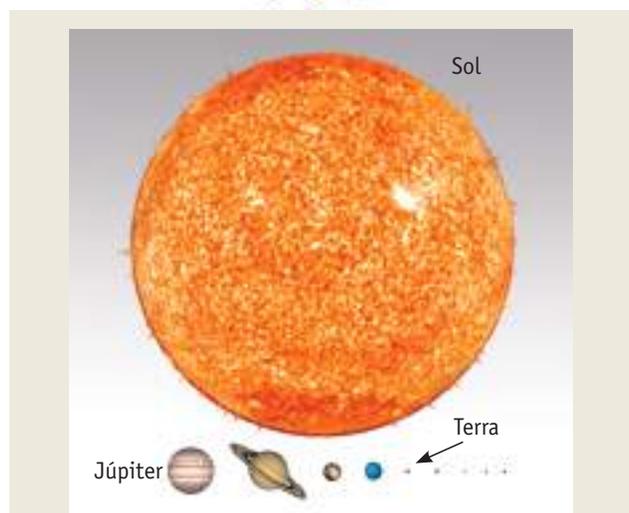
3. Quantas vezes o planeta de maior massa é maior que a Terra?  
.....
4. Por que a água no estado líquido é encontrada somente na Terra? Isso tem algo a ver com o fato de ainda não se ter detectado vida fora da Terra? Em que outro planeta a água em estado líquido poderia ser encontrada?  
.....  
.....
5. Se você considerar que a distância da Terra ao Sol corresponde a 10 cm, a que distância do Sol deveriam ser posicionados os demais planetas?  
.....

## A FORMAÇÃO DO SISTEMA SOLAR

Há cerca de 4,5 bilhões de anos tudo o que chamamos hoje de Sistema Solar era uma nuvem de gás e poeira. Em algum momento, um tipo de agitação fez com que essa poeira estelar se concentrasse mais em certos pontos do espaço, fazendo aumentar cada vez mais a quantidade de matéria nesses locais. O choque contínuo dessas partículas provocou um movimento de rotação em toda a região do Sistema Solar, como um redemoinho.

No centro desse redemoinho, se formou o Sol, pelo agrupamento de uma grande quantidade de hidrogênio. Em alguns pontos mais distantes desse centro, formaram-se os planetas, pela aglomeração de elementos químicos mais pesados que o hidrogênio. Mas o que faz o Sol brilhar, diferentemente dos planetas?

O Sol é uma estrela de tamanho modesto, estando atualmente na metade de sua vida. A vida de uma estrela é medida pela quantidade de reações nucleares que ela já realizou e que ainda poderá realizar. Toda estrela é composta por gás hidrogênio sob altíssima pressão e temperatura. Esse ambiente faz com que os átomos de hidrogênio colidam fortemente entre si, fundindo-se e formando átomos de hélio. Essa é uma reação conhecida como fusão nuclear. Nesse processo, ocorre uma grande liberação de energia, que atravessa o espaço em todas as direções. Uma parte dessa energia chega até a Terra.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Cores-fantasia.)

Maquetes em escala, com tamanhos proporcionais para comparação entre os planetas e em relação ao Sol. Agora dá até para entender por que o Sol é chamado de "Astro-Rei".

## A GRAVIDADE

O campo gravitacional é uma propriedade da matéria. Em outras palavras: **tudo o que possui matéria possui também um campo gravitacional à sua volta**, que é mais intenso quanto mais matéria esse corpo possuir, e menos intenso à medida que nos afastamos dele. A gravidade de um corpo, como de um planeta, manifesta-se por meio de uma força que atrai os corpos próximos a ele. É possível calcular o campo gravitacional  $g$  de qualquer coisa que possua massa pela fórmula:

$$g = G \cdot \frac{m}{d^2}$$

Na fórmula,  $m$  é a massa do objeto em kg e  $d$  é a distância em metros até o local onde desejamos obter o valor do campo. A letra  $G$  representa uma constante, conhecida como Constante Universal da Gravitação, e vale  $6,7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ . Isso significa que quanto mais matéria tiver o objeto, maior será seu campo gravitacional. Só que um outro corpo vai sentir o efeito desse campo dependendo de sua distância em relação a ele.

Veja a linha que indica o valor dos campos gravitacionais (gravidade) na tabela de planetas. Na superfície da Terra,  $g_T = 9,8 \text{ N/kg}$ . Na Lua, o campo gravitacional em sua superfície é  $g_L = 1,6 \text{ N/kg}$ , o que significa que um mesmo objeto abandonado na superfície da Terra sofrerá menos o efeito do campo gravitacional quando solto na superfície lunar, pois o campo lá é aproximadamente seis vezes menor que na Terra.

### APLICAR CONHECIMENTOS III

#### 1. Enem (2004)

*Comprimam-se todos os 4,5 bilhões de anos de tempo geológico em um só ano. Nesta escala, as rochas mais antigas reconhecidas datam de março. Os seres vivos apareceram inicialmente nos mares, em maio. As plantas e os animais terrestres surgiram no final de novembro.*

Don L. Eicher, *Tempo geológico*.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
em milhões de anos	4 500	4 125	3 750	3 375	3 000	2 625	2 250	1 875	1 500	1 125	750	375

Na escala de tempo acima, o Sistema Solar surgiu no início de janeiro e vivemos hoje à meia-noite de 31 de dezembro. Na mesma escala, Pedro Álvares Cabral chegou ao Brasil também no mês de dezembro, mais precisamente na:

- a) manhã do dia 1<sup>o</sup>.      b) tarde do dia 10.      c) noite do dia 15.      d) tarde do dia 20.      e) noite do dia 31.

#### 2. Enceja (2005) Uma missão espacial tripulada parte com destino a Marte. A aceleração da gravidade nesse planeta é muito menor que na Terra. Caso um martelo escape da mão de um astronauta em Marte,

- a) ele ficará flutuando.      b) ele cairá com a mesma velocidade com que cairia na Terra.      c) ele cairá mais rápido do que cairia na Terra.      d) ele cairá mais lentamente do que cairia na Terra.

#### 3. Sabendo que a massa da Terra é de aproximadamente $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ , determine o campo gravitacional em sua superfície.

**Dica:** Obtenha o raio da Terra na tabela de planetas e depois compare o valor de  $g_T$  calculando com o informado na tabela.

---

---

4. Calcule o campo gravitacional produzido pelo seu corpo a uma distância de 10 m. Comparando com o campo da Terra em sua superfície, explique por que sua massa não produz uma atração gravitacional sobre os objetos à sua volta, e por que a Terra atrai esses objetos, inclusive você.

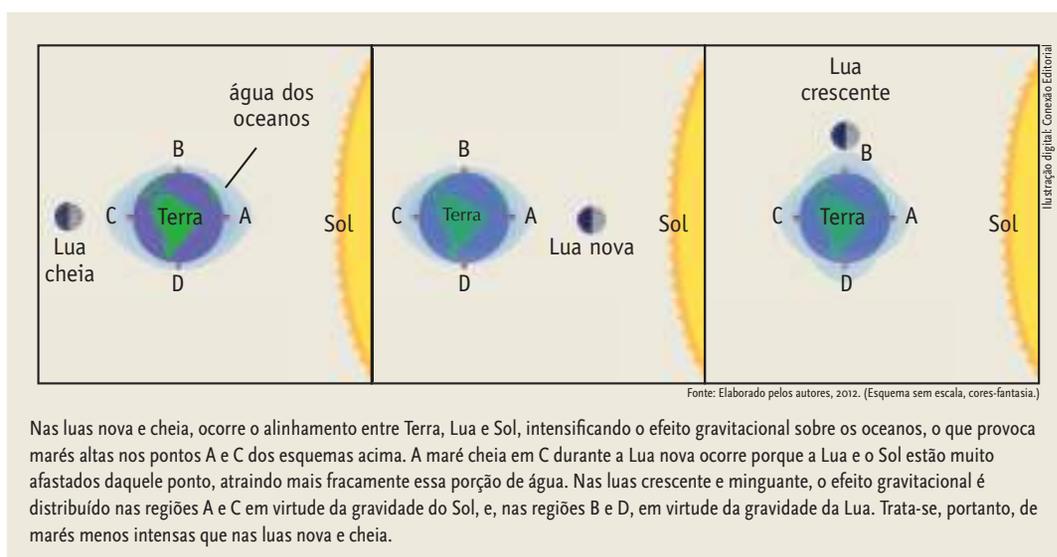
.....

.....

.....

## AS MARÉS E O EFEITO GRAVITACIONAL

As **marés** são ocasionadas pelos efeitos gravitacionais do Sol, e, principalmente, da Lua sobre os oceanos na Terra. O Sol tem uma massa muito grande e a Lua, apesar de ter uma massa muito pequena, está muito próxima da Terra. A região de nosso planeta que está mais próxima da Lua sofrerá um efeito gravitacional maior. Com isso, a água será “puxada”, fazendo com que o nível da água suba nessa região. No lado oposto, também acontecerá maré alta porque nessa região a atração pela Lua é menor por estar mais afastada.



Nas luas nova e cheia, ocorre o alinhamento entre Terra, Lua e Sol, intensificando o efeito gravitacional sobre os oceanos, o que provoca marés altas nos pontos A e C dos esquemas acima. A maré cheia em C durante a Lua nova ocorre porque a Lua e o Sol estão muito afastados daquele ponto, atraindo mais fracamente essa porção de água. Nas luas crescente e minguante, o efeito gravitacional é distribuído nas regiões A e C em virtude da gravidade do Sol, e, nas regiões B e D, em virtude da gravidade da Lua. Trata-se, portanto, de marés menos intensas que nas luas nova e cheia.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVROS



##### O Céu

De modo bastante didático, a obra aborda os conceitos da Mecânica partindo da Astronomia; Trata-se de uma proposta de ensino de Física diferenciada.

CANIATO, Rodolpho. *O céu*. São Paulo: Ática, 1993. (Coleção Na Sala de Aula.)



##### CONCEITOS DE ASTRONOMIA

Livro que apresenta os principais conceitos de Astronomia de posição, entremeados com fundamentos da Física.

BOCZKO, Roberto. *Conceitos de Astronomia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.



##### MECÂNICA: PARA LER, FAZER E PENSAR

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Mecânica: para ler, fazer e pensar*. São Paulo: Edusp/Nova Geração, 1998.

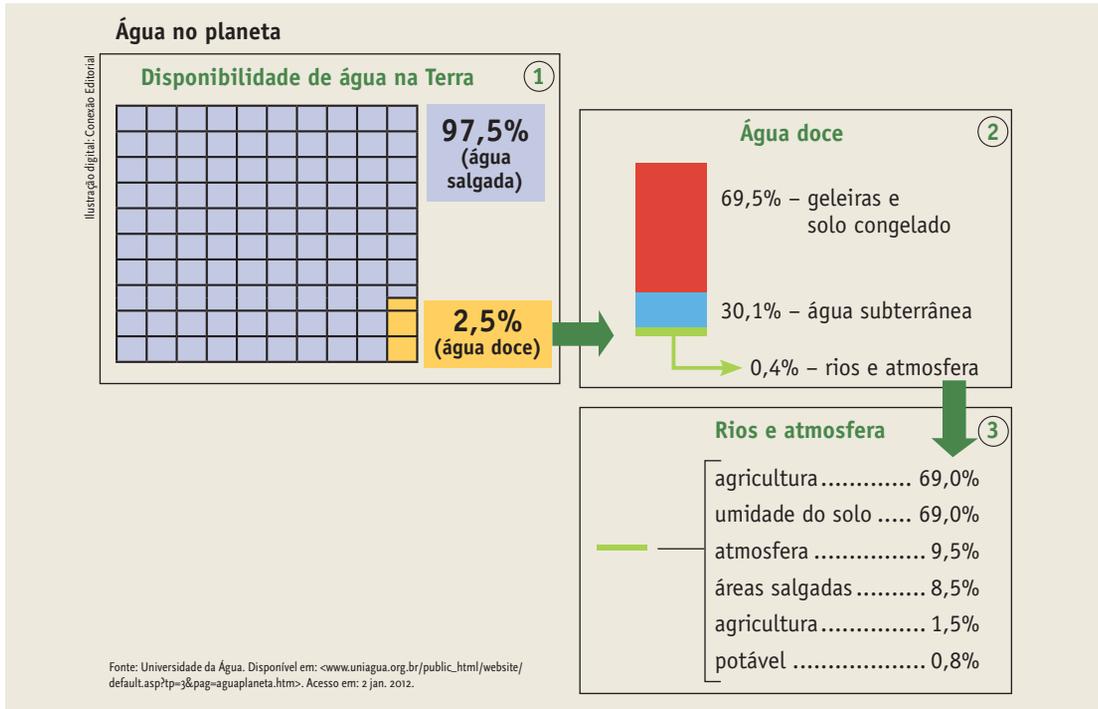
Nos últimos anos, o planeta tem dado sinais de que a maneira pela qual estamos explorando seus recursos naturais pode transformar o mundo a ponto de comprometer nossa sobrevivência. Várias ações humanas colocam em risco o meio ambiente, como a expansão urbana acelerada sem planejamento, a industrialização, o uso indiscriminado dos recursos naturais e a prática da pecuária e da agricultura em grandes extensões de terra.

As consequências são muitas: a contaminação das águas e do solo, o desmatamento, a destruição da camada de ozônio e as mudanças no clima por causa da intensificação do efeito estufa, por exemplo. Iremos discutir ao longo deste capítulo algumas dessas questões.



Gerson Gerloff/Pulsar Imagens

Margem de riacho lotada de lixo trazido pela correnteza, em Porto Alegre (RS), 2011.



- Observando a quantidade de água doce disponível para o consumo humano (0,8%), calcule quanto isso representa em relação à quantidade de água total do planeta.
- As chuvas enchem as represas e outros mananciais de água doce. Se o ciclo da água permite a reposição desse líquido no ambiente, por que a preocupação com o seu consumo? Por que procurar economizar ou reutilizar água nas atividades humanas?

## A ÁGUA

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo IBGE em 2008, 99,4% dos 5 564 municípios brasileiros eram abastecidos por água encanada, representando um aumento de 3,5% em relação a 2000, sendo que o maior crescimento aconteceu na região Norte, que passou de 86,9% para 98,4% dos municípios atendidos por água tratada.

Nos 827 municípios sem rede de água em 2008 (14,9% do total), a água era fornecida de outras maneiras, como carros-pipas e poços particulares. Desses municípios, a maioria estava na região Nordeste (30,1%) e os estados de Piauí, Ceará e Maranhão eram os que mais sofriam com a dificuldade de abastecimento.

Dos municípios que forneciam água sem tratamento, 99,7% tinham população de até 50 mil habitantes e densidade demográfica menor que 80 mil habitantes por quilôme-

tro quadrado. A adição de flúor à água para prevenção da cárie dental era realizada em 3 351 municípios (60,6% do total).

Segundo a ONU, 1,1 bilhão de pessoas vivem sem acesso adequado à água. O número pode chegar a 3 bilhões em vinte anos. A escassez é causada pelo alto consumo, pela distribuição irregular, pela poluição e pelo desperdício.

O Brasil, um dos países com grande disponibilidade de água doce do mundo, poderia dar a cada habitante cerca de 34 milhões de litros de água por ano. Porém, como essa água é mal distribuída e, muitas vezes, desperdiçada, encontramos situações em que, enquanto um morador do Rio de Janeiro recebe, em média, 550 litros de água por dia, um do Ceará dispõe apenas de 130 litros. De acordo com o IBGE, a média nacional é de 260 litros por habitante.

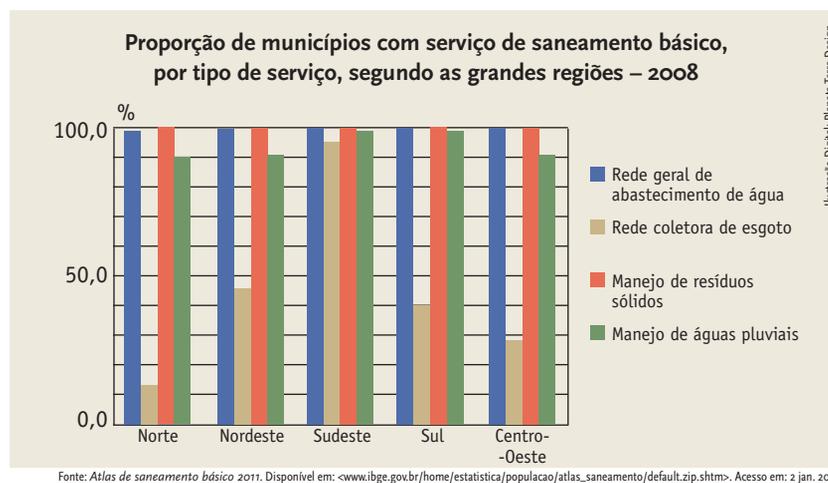
Para diminuir a falta de água tratada, é necessário criar medidas que preservem os ecossistemas e realizar investimentos em tecnologia. Em São Paulo, as estações de tratamento do Guaráu e do Alto da Boa Vista estão reciclando as águas que eram utilizadas na lavagem de seus filtros. Esse procedimento permitiu a recuperação de 880 litros de água por segundo. As campanhas de conscientização da população também são extremamente importantes.

## PESQUISAR I

Forme grupos com seus colegas e faça uma pesquisa em sua comunidade conforme as indicações a seguir.

1. Escolha uma rua e, de casa em casa, pergunte qual foi o consumo de água naquele mês, de acordo com a conta de água do morador. Lembre-se de que o consumo de água expresso na conta utiliza uma medida em metros cúbicos. Converta essa medida, na frente do morador, para litros. Cada metro cúbico equivale a 1 000 litros de água. A medida em litros é mais palpável.
2. Pergunte ao morador em que atividades domésticas ele usa a água. Anote-as.
3. Após coletar os dados da rua, organize-os conforme as atividades declaradas. Faça um gráfico e analise os tipos de atividades em que gastam água com maior frequência.
4. Discuta a importância de modificar o quadro de gastos na comunidade.
5. Levante hipóteses de ações comunitárias que podem reduzir o consumo de água.

## LER GRÁFICO II



1. Analise o gráfico e redija um comentário sobre os problemas gerados pela falta de saneamento básico em algumas regiões.
2. Compare a falta de saneamento básico nas regiões do Brasil e elabore uma hipótese para explicar o porquê dessas diferenças.

## SANEAMENTO BÁSICO

Mais da metade do esgoto produzido no Brasil não recebe tratamento e é despejado diretamente em fossas, rios, mares, lagos e mananciais. Segundo a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) do IBGE, de 2008, apenas 55,2% dos municípios brasileiros contam com coleta de esgoto, enquanto no restante a solução continua sendo as fossas sépticas (tipo de tanque enterrado que recebe os esgotos, guarda a parte sólida e permite que a parte líquida se infiltre no solo), as fossas secas (buraco feito no chão, fora do alcance das águas das chuvas, no qual as fezes são depositadas e cobertas por cinzas ou cal, para evitar moscas e mau cheiro); e as valas abertas (canaletas de 1,5 m de largura, ao ar livre, em que as fezes são cobertas por terra).

Em alguns casos, o esgoto é lançado diretamente em rios e lagos, sendo essa a pior alternativa para o meio ambiente. O esgoto não tratado causa poluição das águas e afeta diretamente a saúde da população, pois dissemina microrganismos que causam doenças, como diarreia, verminoses, hepatite, micoses etc.

A PNSB de 2008, além de mostrar que o serviço de esgotos é o saneamento com menos cobertura no Brasil, indica também que a proporção do volume de água não tratada entre 2000 e 2008 aumentou de 7,2% para 14,8%. Nos municípios com mais de 100 mil habitantes, a água é quase totalmente tratada; naqueles com menos de 20 mil, 32% não têm nenhum tipo de tratamento.

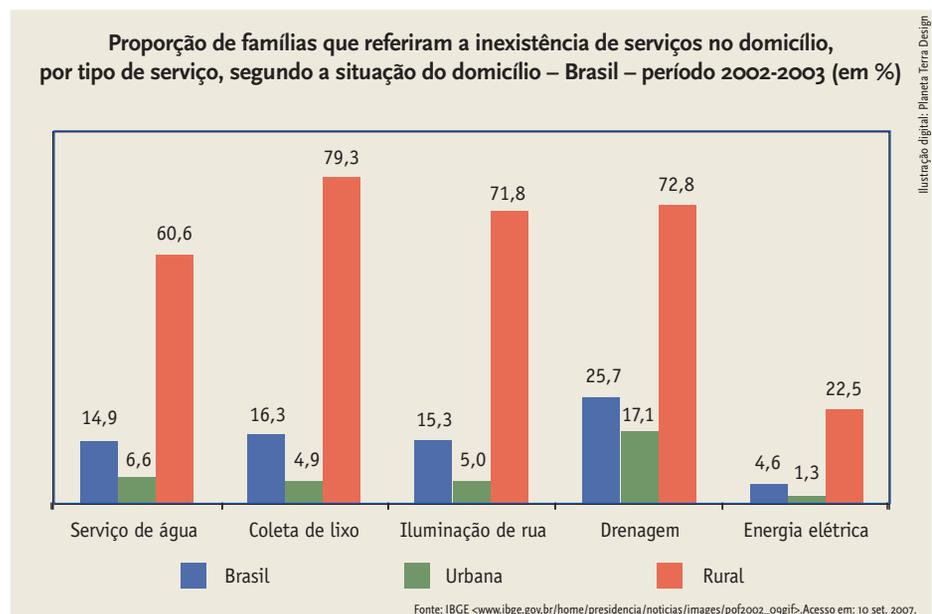
Outra fonte de poluição são os agrotóxicos (produtos químicos utilizados por agricultores no combate a pragas e ervas daninhas), que, carregados pelas chuvas, atingem e contaminam rios e águas subterrâneas, podendo contaminar o consumidor das frutas e verduras irrigadas com esse tipo de água. Estudo do Instituto Biológico de São Paulo revela que 15% das frutas e verduras comercializadas pela Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) apresentavam resíduos de agrotóxicos proibidos ou em quantidade prejudicial à saúde. Por causa desse risco, cresceu o consumo de alimentos cultivados sem agrotóxicos, os denominados produtos orgânicos.

Além dos agrotóxicos, outra séria ameaça às bacias hidrográficas brasileiras é a contaminação por metais pesados, principalmente o mercúrio, que é altamente tóxico e de difícil dispersão no meio ambiente. Segundo a Fundação OndAzul, entre 35 e 40 toneladas de mercúrio são lançadas por ano pelo garimpo nos rios da região Amazônica, contaminando cerca de 10 mil pessoas.

### LER GRÁFICO III

1. Faça uma tabela a partir dos dados sobre a coleta de lixo apresentados no gráfico a seguir. Observe o eixo vertical e horizontal, de forma a indicar os parâmetros utilizados na elaboração de sua tabela.

2. Colete dados no *site* do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) sobre a situação da coleta de lixo em sua cidade ou região.
3. Compare os resultados locais com as médias brasileiras do gráfico ao lado. Eles são equivalentes?
4. Levante algumas hipóteses que justifiquem os dados encontrados em sua cidade ou região e compare-os com o texto a seguir.



## O LIXO

O Brasil produz quase 230 mil toneladas de lixo por dia. Segundo a PNSB-2008, 50,2% do lixo é jogado em aterros sanitários ou aterros controlados. Nesses dois casos, é possível fazer certo controle ambiental, já que o lixo é depositado em camadas, as quais são tratadas ou cobertas por terra, evitando maiores danos ambientais. O resto do lixo coletado vai para os lixões “a céu aberto”, na beira de rios, em terrenos desocupados, ou para destino desconhecido. Ainda segundo a PNSB-2008, apenas 27,6% dos municípios pesquisados possuem aterros sanitários adequados. Quando o lixo não é tratado, pode ocorrer contato das pessoas com vários tipos de microrganismos causadores de doenças diarreicas, como a amebíase, as parasitoses, entre outras, e ainda a contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas. O tipo pode também provocar enchentes pela obstrução de rios e córregos, entupimento de galerias etc. De acordo com o IBGE, as 13 maiores cidades do país são responsáveis por quase 32% de todo o lixo urbano e cada brasileiro, nos municípios com mais de 200 mil habitantes, produz de 800 gramas a 1,2 quilo de lixo diariamente.

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), realizada pelo IBGE em 2003, o serviço de coleta de lixo municipal atinge 85,6% das residências do país. Pela legislação nacional, cabe aos municípios tanto a coleta como o tratamento do lixo.

### PESQUISAR II

1. Calcule a produção de lixo em sua casa, por um dia, fazendo uma estimativa por quilos.
2. Observe e registre os itens que fazem parte desse lixo: restos de comidas, frutas e verduras, embalagens não metálicas, embalagens metálicas, papéis etc.
3. Junte seus dados com os dos outros colegas e construam uma tabela com os resultados obtidos.
4. Comparem os itens coletados em cada uma das casas.
5. Pensem em medidas que levem à diminuição da quantidade de lixo doméstico produzido em suas casas.

## O DESMATAMENTO

Os nossos 5,5 milhões de km<sup>2</sup> de mata fazem do Brasil o segundo país com a maior cobertura florestal do mundo, atrás apenas da Rússia. Mas, anualmente, o país perde cerca de 20 mil km<sup>2</sup> dessa mesma vegetação por causa do desmatamento e dos incêndios provocados pelo uso inadequado de queimadas.

A queimada, técnica tradicional e barata de limpeza e preparo da terra para plantio, é uma prática comum de povos indígenas e de agricultores brasileiros que, praticada de forma controlada, favorece a produção, pois suas cinzas são ricas em nutrientes minerais.

Já os incêndios decorrentes de uma queimada sem controle, intencionais ou motivados por fatores naturais (raios), causam danos a todos os tipos de vegetação, podendo atingir unidades de conservação ambiental ou de alta densidade populacional.

A queimada em larga escala, praticada em grandes monoculturas, é nociva, levando ao progressivo empobrecimento do solo, provocado pela perda de nutrientes e morte de uma série de microrganismos necessários aos ciclos de nutrientes que ocorrem no solo.

É o caso das bactérias que atuam no ciclo do nitrogênio, incorporando o N<sub>2</sub> atmosférico e transformando-o em moléculas (nitritos e nitratos) que serão utilizadas na produção de proteínas por vegetais. É também responsável por diminuição da umidade do solo. Uma queimada intensa pode acabar com a água do solo até 5 m de profundidade.

A fumaça liberada causa danos à saúde e contribui para o aquecimento do planeta. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) calcula que 300 mil queimadas ocorram por ano em todo o território nacional, a maior parte na região da Amazônia. A falta de cuidado com o isolamento da área a ser queimada é o principal fator responsável pelo crescimento do número de incêndios.

Após as queimadas, que deixam o solo descoberto, diminuem a evaporação e, portanto, a formação de nuvens. Com isso, o índice pluviométrico da região cai bastante, afetando diretamente a agricultura e a vegetação restante, assim como diminui a fonte de vapor de água em outras regiões. Acredita-se que uma parte do vapor de água formado na Amazônia seja responsável pelas chuvas que ocorrem na região central e sudeste da América do Sul, contribuindo inclusive para a disponibilidade de água no planalto brasileiro e na bacia do rio Paraná. Dessa forma, podemos esperar alterações no fornecimento de energia elétrica decorrentes das queimadas, uma vez que grandes hidrelétricas se situam nessas regiões.

### O que é incêndio florestal e o que são as queimadas?

**Incêndio florestal** é todo fogo sem controle que incide sobre qualquer tipo de vegetação, podendo tanto ser provocado pelo homem (intencionalmente ou por negligência) ou por fonte natural (raios). As **queimadas** são práticas agropastoris ou florestais em que o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como fator de produção.

## A POLUIÇÃO DO AR

Os desmatamentos e as queimadas são as principais fontes de emissão de gases do efeito estufa no país. Os números mostram que o Brasil é responsável por 3% dos gases do efeito estufa produzidos no mundo, o que torna o nosso país o quinto maior emissor de CO<sub>2</sub> do planeta. A queima de combustíveis, principalmente do óleo *diesel*, é a segunda maior fonte de CO<sub>2</sub>, com 21% do total. As atividades industriais emitem o restante. As atividades agropecuárias respondem por 77% das 13,2 milhões de toneladas de gás metano (outro gás de efeito estufa) produzidas no Brasil, principalmente pelos gases originados pela digestão bovina.

## A CHUVA ÁCIDA

Embora a chuva ácida, formada pelas substâncias que as chaminés das indústrias e os escapamentos dos automóveis despejam na atmosfera, tenha provavelmente surgido em meados do século XIX, em decorrência da Revolução Industrial, só há cerca de vinte anos esse fenômeno começou a preocupar os ambientalistas.

A precipitação ácida ocorre quando aumenta a concentração de dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, que produzem ácidos sulfúrico e nítrico, respectivamente, quando em contato com a água da chuva. Esses compostos são liberados na combustão de derivados de petróleo (óleo combustível, por exemplo, que possui 5% de enxofre em sua composição) e do carvão. A queima desses combustíveis também dá origem a óxidos de carbono. A acidez das chuvas na região de Congonhas, Minas Gerais, tem causado um grande estrago nas estátuas de pedra-sabão dos *12 Profetas*, obra do século XVIII de Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho. Muitas dessas imagens estão esburacadas e sem algumas partes, destruídas pelo efeito corrosivo das chuvas ácidas, entre outras causas. É necessário lembrar que Congonhas se localiza no chamado “quadrilátero ferrífero”, no qual há várias indústrias siderúrgicas, responsáveis pelo beneficiamento do minério de ferro extraído na região. Se, nessas indústrias, o óleo *diesel* fosse substituído pelo biodiesel, com menos de 1% de enxofre em sua composição, os efeitos seriam bem menores.

Em Cubatão, no litoral do estado de São Paulo, a poluição atmosférica é causada pelos gases emitidos pelas refinarias de petróleo e outras indústrias que utilizam enxofre em suas atividades, como petroquímicas e siderúrgicas, causando chuvas que podem atingir índice de acidez com pH entre 4,7 e 3,7.

Para medir o grau de acidez – o pH – da água, os técnicos usam uma escala que vai de 0 a 14. Quanto mais baixo o número, maior o índice de acidez. Cada alteração de uma unidade no valor do pH, significa que o teor de acidez aumentou dez vezes: o pH 1,0 é dez vezes mais ácido que o pH 2,0 e cem vezes mais ácido que o pH 3,0. A água destilada tem aproximadamente pH 7,0 e a água da chuva, normalmente, tem pH em torno de 5,6.

Em diversos pontos do mundo, no entanto, algumas precipitações estão alcançando índice de acidez próximo a 2,0. É como se nesses lugares caísse uma chuva mais ácida que um suco de limão, cujo pH é 2,1. A maioria dos peixes morre quando o pH dos rios e lagos atinge 4,5.

## A ESCALA DE pH



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## APLICAR CONHECIMENTOS I

Levando em consideração o texto lido, responda às questões a seguir, relativas à chuva ácida.

1. Por que a Revolução Industrial é considerada o marco da preocupação com as chuvas ácidas?

.....

.....

.....

2. Por que esse tipo de precipitação recebe esse nome? Qual a relação desse nome com a sua composição?

.....

.....

.....

3. Qual é a origem dos compostos formadores da chuva ácida?

.....

.....

.....

4. Qual é o seu efeito sobre os monumentos e os seres vivos? Por que isso acontece?

.....

.....

.....

5. Que providências poderiam ser tomadas para reduzir a formação de chuvas ácidas?

.....

.....

.....

6. O que você deve observar para saber se há chuva ácida na região onde mora?

.....

.....

.....

7. Pesquise em jornais, revistas e na internet alguma notícia recente sobre poluição atmosférica. Traga o recorte ou arquivo para a classe e discuta com seu professor e colegas os efeitos dessa poluição para o ambiente onde vocês vivem e para o mundo.

## O AQUECIMENTO GLOBAL

Os gases estufas – dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrogênio e ozônio – contribuem para a manutenção da temperatura na Terra, sendo importantes para a existência e manutenção da vida no planeta.

O ciclo de absorção e liberação de carbono é um dos mais amplos e importantes do meio ambiente e envolve ar, terra, seres vivos, águas doces e oceanos. As plantas, por exemplo, absorvem carbono e o armazenam.

O problema é que, nas últimas décadas, os climatologistas perceberam que a temperatura média do planeta estava aumentando, ou seja, está acontecendo uma intensificação do efeito estufa, pois a liberação de carbono no ambiente pelo homem é maior que a capacidade de absorção do ambiente. Os níveis de dióxido de carbono na atmosfera estão crescendo 10% a cada vinte anos, segundo dados da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do

Clima (CQNUMC), realizada em 1992, no Rio de Janeiro, e conhecida como Rio-92. O efeito conjunto dos gases estufa pode causar um aumento da temperatura global estimado entre 2 °C e 6 °C nos próximos cem anos.

Entretanto, é muito comum se falar nos efeitos negativos

do efeito estufa, quando na verdade o problema está na intensificação desse efeito, não nele em si. O efeito estufa, que existe há milhões de anos, é fundamental para a existência de vida no planeta. Nos últimos anos, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado cerca de 0,4% anualmente; esse aumento se deve à utilização de petróleo, gás e carvão e à destruição das florestas tropicais.

Um aquecimento dessa ordem de grandeza não só irá alterar os climas em nível mundial como também aumentará o nível médio das águas do mar em, pelo menos, 30 cm, o que poderá interferir na vida de milhões de pessoas que habitam as áreas costeiras mais baixas.

O aumento da temperatura global também provocaria a multiplicação de ervas daninhas e insetos e a transferência das pragas de clima quente – como a mosca tsé-tsé, que vive no centro da África – para regiões de clima frio. A absorção do excesso de dióxido de carbono faria a vegetação crescer mais rapidamente e retirar mais nutrientes do solo. Segundo essas projeções, as florestas temperadas só sobreviveriam no Canadá. Nesse ritmo e com o desmatamento descontrolado que observamos, o dióxido de carbono começará a aumentar muito, levando a um aumento da temperatura global, o que, mesmo se tratando de poucos graus, levaria ao degelo das calotas polares e a grandes alterações no relevo e na ecologia do planeta.

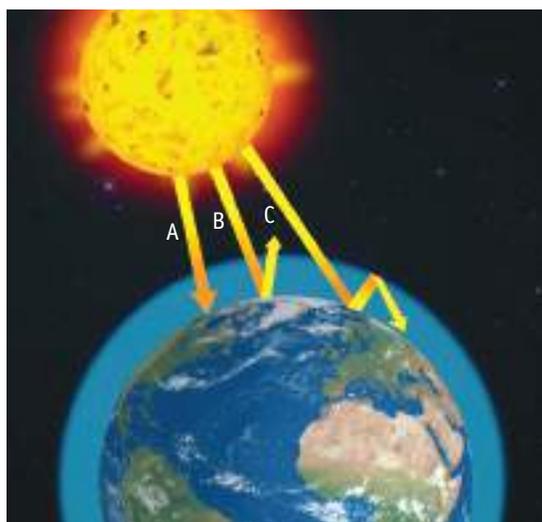


Ilustração digital: Luis Moura

- A – A radiação solar atravessa a atmosfera. A maior parte da radiação é absorvida pela superfície terrestre, que é aquecida.
- B – Uma parte da radiação solar é refletida de volta para o espaço.
- C – Outra parte da radiação infravermelha é refletida pela superfície da Terra, mas não consegue deixar a atmosfera. Ela é refletida novamente em direção à Terra e de novo absorvida pela camada de gases que envolve a atmosfera.

Fonte: APOLLO 11. Disponível em: <www.apollo11.com/imagens/etc/efeito\_estufa.jpg>. Acesso em: 3 jan. 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Que fatos ou situações em sua comunidade ou região estão contribuindo para o agravamento do aquecimento global?
2. De que forma você poderia ajudar no controle da emissão de gases estufa em sua comunidade?

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### SITES



#### FUNDAÇÃO ONDAZUL

Site da organização não governamental (ONG) Fundação OndAzul, que luta em defesa das praias e de outros ambientes aquáticos. Propõe ações para construir sociedades ambientalmente sustentáveis e luta pela valorização de patrimônios culturais.

Disponível em: <www.ondazul.org.br>. Acesso em: 3 jan. 2012.



#### UNIVERSIDADE DA ÁGUA

A Universidade da Água é uma ONG que busca promover a proteção, preservação e recuperação da água no planeta por meio do exercício da educação ambiental. Seu intuito é assegurar a água para as gerações atual e futuras.

Disponível em: <www.uniagua.org.br>. Acesso em: 3 jan. 2012.

# A Química no sistema produtivo industrial



Eggs/Dreamstime.com



Leigh Prather/Dreamstime.com



Sling97/Dreamstime.com

Os fertilizantes, as tintas e os cosméticos são produzidos pela indústria química.

A **indústria química** é hoje uma das mais importantes do sistema produtivo industrial, pois fornece matérias-primas para diversas outras indústrias e para outros setores de atividades humanas. Sem a indústria química não seria possível fabricar todo o papel que utilizamos, nem os corantes, os detergentes, os sabões, os alimentos industrializados, os óleos lubrificantes, os medicamentos, o cloro para o tratamento da água, os reagentes para uso em laboratórios de análises clínicas, as colas, os pesticidas e tantos outros produtos.

Embora tenha tido um grande desenvolvimento tecnológico no século XX, incluindo a automatização de vários de seus processos, é ainda uma das que mais utiliza o trabalho humano, pois os conhecimentos químicos são indispensáveis tanto para o desenvolvimento como para a execução e o controle de todos os seus processos, até mesmo os que foram automatizados.

Que tipos de indústrias compõem a indústria química? Quais são, como são obtidos e onde são utilizados os seus principais produtos? É o que estudaremos neste capítulo.

## AS INDÚSTRIAS DA INDÚSTRIA QUÍMICA

A indústria química é composta de diferentes indústrias que realizam transformações e outros processos químicos, como preparo e separação de misturas. Entre essas indústrias, estão aquelas que produzem matérias-primas utilizadas pela maioria das outras. Alguns exemplos são:

### INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Detergentes, adesivos, tintas e vernizes, plásticos, espumas, borracha sintética, fibras têxteis, cosméticos, lubrificantes etc.

### INDÚSTRIAS DE AMÔNIA E ÁCIDO NÍTRICO

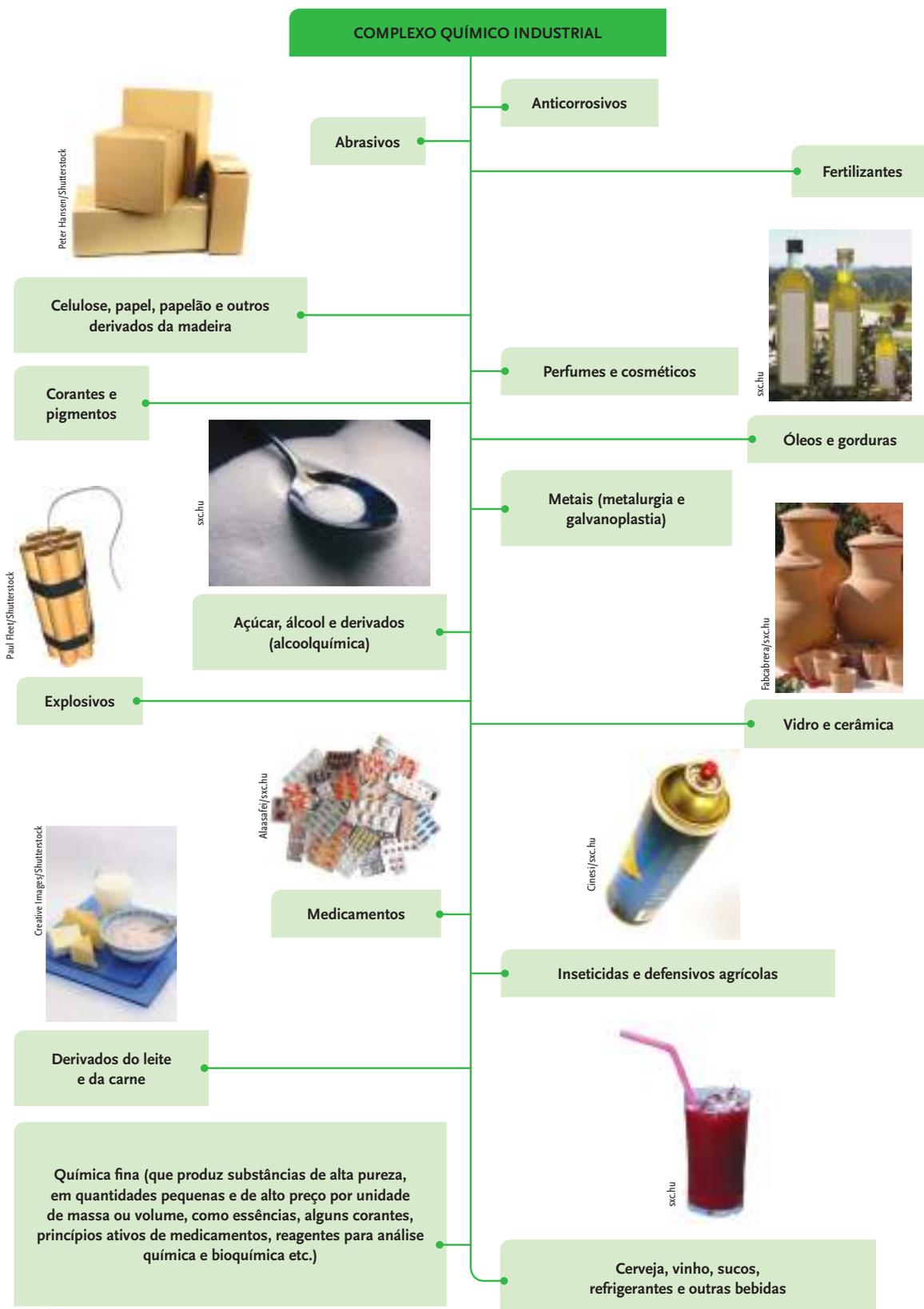
### INDÚSTRIA CARBOQUÍMICA

Matérias-primas para obtenção de corantes, gases industriais (hidrogênio, monóxido de carbono, amônia), solventes diversos, desinfetantes (creolina e derivados), naftalina etc.

### INDÚSTRIAS DE CLORO E SODA CÁUSTICA

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

Essas indústrias que produzem matérias-primas básicas abastecem todo um sistema complexo de indústrias. Este, por sua vez, abastece com seus produtos, diferentes setores de atividade humana: desde produtos para agricultura aos mais sofisticados medicamentos. Veja o esquema a seguir.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

## PARA CRIAR

Observe alguns dos produtos industrializados existentes em sua casa ou local de trabalho e verifique se estão relacionados à indústria química. Com base nessa observação, produza um texto sobre o papel da indústria química em seu cotidiano.

## O SISTEMA PRODUTIVO INDUSTRIAL

Seriam necessários vários livros, de muitas páginas cada um, para tratar com profundidade de cada um dos processos utilizados por todas essas indústrias. Por isso, este capítulo tem apenas o objetivo de ilustrar, por meio de alguns exemplos, a importância de alguns conhecimentos sobre a química para o sistema produtivo industrial. Será dado maior destaque à amônia, não só por sua relevância, mas pela diversidade do conhecimento químico envolvido em sua obtenção e utilização.

Também serão tratados os ácidos sulfúrico e nítrico, porque esses produtos são, direta ou indiretamente, necessários à produção de praticamente todas as demais indústrias.

## AMÔNIA – SUA IMPORTÂNCIA, SUAS CARACTERÍSTICAS E SUA HISTÓRIA

A amônia é matéria-prima para uma extensa gama de produtos. Trata-se de um gás nas condições do ambiente. Também conhecido como gás amoníaco, é incolor, tem cheiro irritante e é tóxico. Observe o esquema a seguir.



## LER TABELA

Observe as características da amônia e responda às questões.

Fórmula molecular	$\text{NH}_3$
Fórmula estrutural	$\begin{array}{c} \text{N} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Fórmula centesimal	$\text{N}_{82,24\%} \text{H}_{17,76\%}$
Temperatura de fusão	$-77,7 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatura de ebulição a 1 atm	$-33,5 \text{ }^\circ\text{C}$
Densidade a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e 1 atm	$0,7714 \text{ g/L}$
Densidade em relação à do ar	0,5967

1. Que tipo de ligação química une os átomos na molécula de amônia?
2. Consulte na tabela periódica os valores das massas atômicas do nitrogênio e do hidrogênio e justifique por que a fórmula centesimal da amônia é a indicada no quadro.
3. No caso de vazamento acidental da amônia contida em um cilindro, o gás tende a ficar misturado com o ar próximo do solo ou de altitudes maiores? Justifique.

### POR QUE A AMÔNIA GANHOU TANTA IMPORTÂNCIA NO SISTEMA PRODUTIVO INDUSTRIAL?

Até meados do século XIX, a amônia era obtida como subproduto indesejável do processamento do carvão mineral e de outros processos químicos industriais. Na época, tinha muito pouco uso em relação à quantidade em que era produzida e, por ser um gás irritante e de mau cheiro, era descartada.

Mas essa visão mudou no início do século XX, quando se reconheceu a importância da amônia para a produção de fertilizantes nitrogenados, que até então tinham como principal fonte o salitre do Chile (nitrato de sódio). Com isso, a amônia passou a ser, em vez de subproduto indesejável, um dos principais produtos originados do processamento do carvão mineral.

O salitre do Chile, além de ser matéria-prima para os fertilizantes nitrogenados, também era empregado na produção de explosivos. O quadro a seguir fornece características de alguns desses explosivos e fertilizantes.

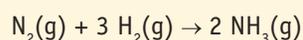
Durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), praticamente todos os explosivos eram fabricados com produtos nitrogenados obtidos a partir do salitre do Chile proveniente da América do Sul. Como a Inglaterra bloqueou rotas marítimas de acesso à Alemanha e à Áustria, esses países tiveram de contar com estoques de salitre adquiridos anteriormente, que eram limitados. Assim, surgiu a necessidade de encontrar meios de obter em larga escala compostos nitrogenados a partir de uma fonte disponível para todos: o **nitrogênio do ar**.

Explosivos		Fertilizantes		
		$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{NaNO}_3$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$
trinitrotolueno (TNT)	trinitrofenol (ácido pícrico)	sulfato de amônio	nitrito de sódio	nitrito de amônio
		A ação explosiva desses compostos é consequência de reações de decomposição. A nitroglicerina, por exemplo, explode de acordo com a reação:		
trinitrato de glicerila (nitroglicerina)		$\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3(\text{l}) \rightarrow \frac{3}{2} \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{CO}_2(\text{g}) + \frac{5}{2} \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})^*$		
		A rápida formação de produtos gasosos no pequeno espaço inicialmente ocupado pela substância líquida ou sólida provoca uma onda de explosão de altíssima pressão.		
		(*) Quando aparecem letras entre parênteses ao lado das fórmulas, elas significam: (g) = gás; (l) = líquido; (s) = sólido; (aq) = aquoso.		

Fonte: AMBROGI, Angélica; VERSOLATO, Elena; LISBÓA, Julio Cesar Foschini. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Hamburg, 1987. p. 180.

## A SÍNTESE DA AMÔNIA

**Síntese**, do ponto de vista químico, é uma transformação na qual se obtém um **único produto** a partir de substâncias simples ou de compostos químicos. No caso em questão, estudaremos a síntese da amônia a partir de nitrogênio e hidrogênio, que são substâncias simples. Essa síntese é representada pela equação química:



Observando essa equação química, pode-se ter a impressão de que a síntese da amônia é uma transformação fácil de ser realizada, bastando misturar nitrogênio e hidrogênio para que ela ocorra, mas não é bem assim.

Desde o início do século XVIII, essa transformação vinha sendo investigada por vários pesquisadores. Entretanto, só se conseguia realizá-la à custa de faísca elétrica, que consumia muita energia para um rendimento muito pequeno.

Já se sabia, naquela época, que o aumento de temperatura torna as transformações químicas mais rápidas. Assim, a 1 000 °C era possível obter amônia muito rapidamente, mas o rendimento era muito baixo, pois ela se decompunha, também rapidamente, em nitrogênio e hidrogênio, as matérias-primas iniciais.

Foi em 1905 que o químico alemão Fritz Haber (1868-1934) notou que, por causa dessa decomposição, não adiantava realizar a transformação em temperaturas superiores a 500 °C. Notou também que, à pressão atmosférica ambiente, o rendimento era muito baixo.

Passou então a investigar o rendimento da reação em pressões elevadas e, para isso, contou com os trabalhos de Carl Bosch (1874-1940), que resolveu diversos problemas técnicos para que fosse possível sintetizar amônia em altas pressões com um bom rendimento e gasto relativamente baixo de energia.

Por suas investigações sobre a síntese da amônia, Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1918. Carl Bosch também recebeu esse prêmio, em 1931, por seus estudos de transformações químicas sob altas pressões. O processo de síntese da amônia a partir de nitrogênio e de hidrogênio é conhecido até hoje como processo Haber-Bosch.

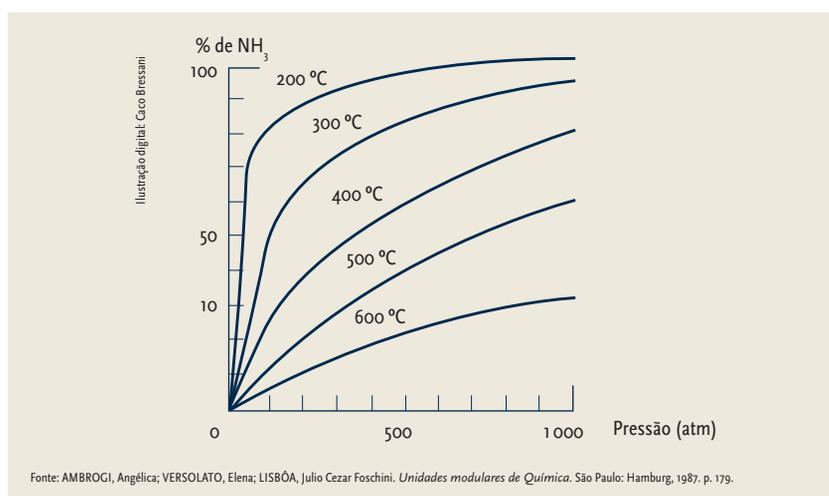


À esquerda, Fritz Haber (1868-1934), à direita, Carl Bosch (1874-1940), químicos alemães que desenvolveram o processo Haber-Bosch de obtenção da amônia.

### LER GRÁFICO

O gráfico a seguir mostra o rendimento da produção de amônia sob diferentes pressões e temperaturas. Analise-o para responder às questões.

## Efeito da pressão e da temperatura na síntese de amônia (NH<sub>3</sub>)

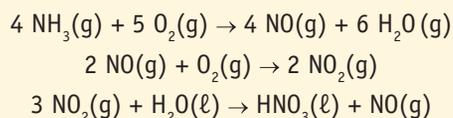


1. Em que condições de temperatura e pressão é obtido o maior rendimento de amônia?
2. As indústrias de amônia trabalham com temperaturas próximas de 500 °C e pressões próximas de 300 atm. Que rendimento de amônia é obtido nessas condições?

## O ÁCIDO NÍTRICO

A síntese da amônia teve grande importância para as demais indústrias porque, por meio dela, foi possível obter o ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), que também era produzido a partir do salitre do Chile. É com o ácido nítrico que se fabrica alguns fertilizantes, como o nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), diversos explosivos, como TNT e nitroglicerina, e ainda nitrato de celulose (algodão-pólvora).

A obtenção de ácido nítrico a partir da amônia é realizada por meio das seguintes transformações químicas sequenciais:



O NO(g) obtido na terceira etapa pode ser reutilizado na segunda etapa.

Essa sequência de reações químicas é a mesma que gera a chuva ácida quando a atmosfera está poluída com óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>). Só que, no processo industrial, o ácido obtido é muito concentrado e, na chuva ácida, ele se encontra em concentração bem menor.

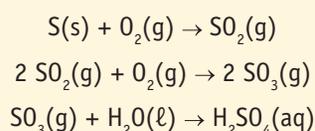
## O ÁCIDO SULFÚRICO

O ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), assim como a amônia e o ácido nítrico, também tem grande importância no sistema produtivo industrial. São muitos os produtos cuja obtenção depende desse ácido, como é possível observar no esquema a seguir.

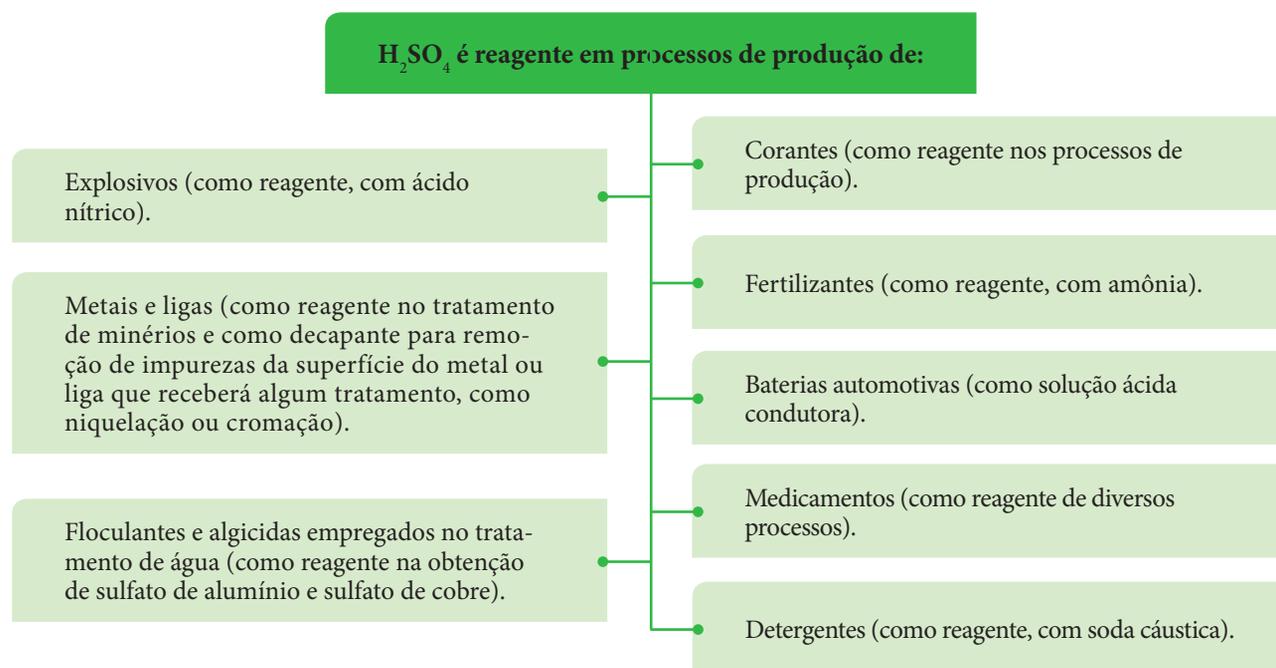
O ácido sulfúrico é conhecido desde a Antiguidade, com o nome de óleo de vitríolo, pois era obtido pelos alquimistas por meio do aquecimento de soluções aquosas do chamado vitríolo verde (hoje conhecido como sulfato ferroso heptaidratado).

Esse ácido, quando concentrado, é extremamente corrosivo e desidratante, e queimaduras provocadas por ele são muito perigosas, pois carbonizam tecidos vivos.

O ácido sulfúrico é obtido industrialmente a partir do enxofre e do oxigênio do ar, por meio da seguinte sequência de reações:



Assim como foi salientado no estudo do ácido nítrico, essa sequência de reações químicas é a mesma que gera a chuva ácida quando a atmosfera está poluída com óxidos de enxofre ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ) resultantes de processos de combustão. Porém, no processo industrial, ele é obtido muito concentrado ao contrário da chuva ácida. Mesmo assim, causa grandes danos ao ambiente, afetando rapidamente o ar, a água e os seres vivos, além de corroer diversos materiais, como metais e rochas que contêm carbonatos (o mármore, por exemplo).



#### PESQUISAR

Para concluir o estudo deste capítulo, escolha uma das indústrias que fazem parte do complexo da indústria química apresentado anteriormente. Se você reside num local onde há uma dessas indústrias, é importante conhecer o seu funcionamento, até mesmo para saber quais impactos ambientais ela pode causar.

Depois de selecionar o tipo de indústria química que irá pesquisar, descubra qual é a sua importância, como são obtidos os materiais que produz e que tipo de alteração ambiental pode gerar. Se possível, faça uma visita à indústria e entreviste os trabalhadores. Apresente um resumo do resultado de seu trabalho em um cartaz ou *folder*.

# “Contudo, ela se move!”

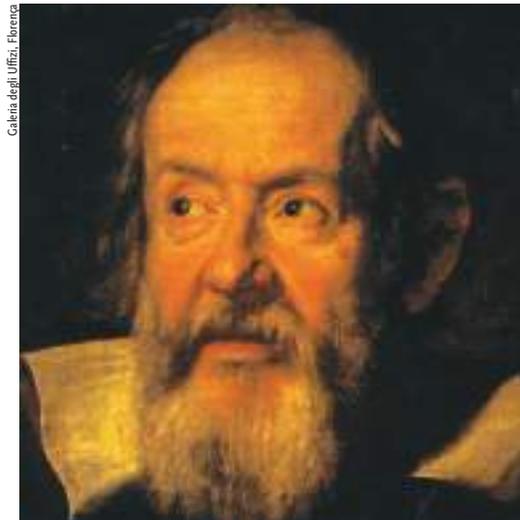
**A**pós ser obrigado a negar suas ideias perante um tribunal da Inquisição Católica, acredita-se que Galileu Galilei (1564-1642), famoso cientista do Renascimento, disse a famosa frase do título deste capítulo numa referência ao movimento da Terra.

Depois de aperfeiçoar o telescópio, Galileu observou as luas de Júpiter, as manchas solares e as crateras lunares. Suas descobertas astronômicas contrariavam as ideias vigentes sobre o Universo e ameaçavam o poder político-cultural da Igreja católica: o Universo não era imutável, a Terra não era o centro de todos os movimentos.

Galileu defendia o modelo de mundo em que o Sol estaria imóvel no centro do Universo e a Terra seria apenas um dos planetas em órbita. Era um orador talentoso e animado, e, em seu tempo, as palestras dos grandes cientistas eram assistidas pelo povo.

Assim, era em reuniões populares que ele divulgava suas ideias, contrárias à pregação dos poderosos da época. Depois de ser obrigado a se retratar sob a ameaça de ser condenado à morte na fogueira, Galileu foi condenado à prisão domiciliar e a não mais falar em público sobre seus trabalhos pelo resto de sua vida.

As conquistas de Galileu serviram de base para o posterior desenvolvimento do estudo sobre os movimentos. Se antes dele a pergunta que os cientistas faziam era: **“Qual a razão dos objetos se moverem?”**, depois de Galileu os cientistas passaram a se ocupar com a questão: **“Como os objetos se movem?”**. Galileu foi um dos gigantes em cujos estudos Isaac Newton se apoiou para conseguir ampliar seu horizonte de pesquisa, dando assim passos mais largos na direção do desenvolvimento da ciência.



Galileu degli Uffizi, Florença

**Retrato de Galileu Galilei, de Justus Sustermans (1597-1681), cópia datada do século XIX, óleo sobre tela, 72,5 x 85 cm.**

Galileu Galilei é considerado o pai da atividade experimental. Ele foi o primeiro a considerar os experimentos como relações matemáticas dos fenômenos naturais, quantidades que se combinam em fórmulas algébricas e geométricas permitindo a verificação das previsões.

## VIVENDO EM UM MUNDO EM PERMANENTE MOVIMENTO

Você é capaz de imaginar um mundo imóvel sem qualquer tipo de movimento? Pois justamente quando imaginamos isso, é que nos damos conta do quão presente, importante e necessário é o movimento em nossa vida.

Bastaria imaginar nosso planeta totalmente imóvel, sem girar em torno de seu eixo, nem transladar em torno do Sol. Marcar o tempo seria um grande desafio, pois sequer o dia e a noite aconteceriam e menos ainda as estações do ano! Dificilmente haveria vida em um mundo imóvel.

Neste capítulo, estudaremos de que modo o movimento faz parte das transformações de nosso mundo, como eles são produzidos ou modificados e como o ser humano usa esses conhecimentos para construir coisas que lhe facilitam a vida. O estudo dos movimentos é uma parte da Física conhecida como **mecânica**.

### PESQUISAR

1. Pesquise em um dicionário o significado da palavra “mecânica”.
2. Faça uma lista de pelo menos vinte coisas ou situações de seu dia a dia que estejam relacionadas com o tema mecânica.
3. Você deve ter percebido que nessa lista há coisas relacionadas a movimento. Há também coisas relacionadas à aplicação ou à ampliação de força. Por fim, pode ainda conter conceitos físicos ou coisas não enquadráveis nos dois critérios anteriores. Organize sua lista numa tabela, distribuindo seus itens em três colunas: **1. Movimentos**, **2. Forças**, **3. Outros**.



É comum usarmos a palavra “mecânica” para nos referirmos a máquinas, equipamentos ou situações que, de algum modo, produzem movimentos, fazem forças ou se equilibram. Um automóvel é levado a um mecânico de autos, que verifica se os diversos sistemas mecânicos estão em ordem: freios, suspensão, motor, hidráulica, caixa de câmbio, refrigeração, caixa de direção etc.; um torneiro mecânico forja peças em seu torno mecânico, que poderão ser usadas como componentes no mecanismo de outras máquinas e equipamentos.

## ESTUDANDO OS MOVIMENTOS

As colunas de nossa tabela servirão de base para nosso estudo. Começamos pelos movimentos.

Nem todas as coisas que se movem o fazem da mesma forma. Um trem se desloca de um lugar para outro pelos trilhos. Algo semelhante acontece com um carro numa estrada ou no voo de um avião. Nós mesmos, ao caminhar, nos deslocamos de um lugar para outro. Esse tipo de movimento é chamado de **translação**.

Contudo, há coisas que se movem sem sair do lugar: um ventilador, um liquidificador ou as engrenagens no motor de um automóvel. Uma bailarina rodopiando sobre um dos pés realiza um movimento desse tipo. Esses são exemplos de movimentos relacionados com giros. Chamamos esse tipo de movimento de **rotação**. Apesar de parecerem bem diferentes, ambos seguem os mesmos princípios físicos, como veremos mais adiante.

### ORGANIZANDO NOSSOS ESTUDOS

Reorganize a coluna “1. Movimentos” de sua tabela distribuindo seus itens em duas colunas: “1a. Coisas que se deslocam” e “1b. Coisas que giram”. **Atenção:** Há muitas coisas que realizam os dois movimentos simultaneamente, como o pneu de um automóvel. Nesse caso, podemos classificar o automóvel como “1a” e seu pneu como “1b”.

## ESTUDANDO AS COISAS QUE SE DESLOCAM

Quando estamos viajando de carro ou de ônibus e avistamos uma placa à beira da estrada informando a **distância** daquele local até a próxima cidade, em geral, tentamos imaginar quanto tempo isso levará. É por isso que algumas dessas placas não informam a distância, mas o tempo necessário para chegar até lá.

### PARA REFLETIR I

1. Uma pessoa caminhando numa via avista uma placa informando o tempo necessário para chegar até certo lugar. Nesse mesmo instante, outra pessoa em um automóvel também avista essa placa, além de outra em um helicóptero. A informação contida na placa é válida para essas três situações? Por quê?
2. Qual das três pessoas chegará primeiro ao local? Quem chegará por último? Qual delas chegará num tempo mais próximo do informado na placa?
3. Em termos de percorrer distâncias no tempo, o que significa a informação do velocímetro de um carro quando mostra que a velocidade, em um certo momento, é de 40 km/h?

Para elaborar uma placa indicando o tempo estimado de uma viagem até um destino, é importante imaginar com que rapidez esse deslocamento acontecerá, ou seja, é necessário ter uma boa noção da velocidade média com que os veículos vão se deslocar nesse trecho da estrada. A velocidade média ( $V_m$ ) pode ser obtida pela expressão:

$$V_m = \frac{d}{t}$$

em que  $d$  é a distância percorrida e  $t$  é o tempo gasto para percorrê-la.

Imaginemos que um proprietário de um posto de gasolina deseje colocar uma placa de aviso a 10 km de seu estabelecimento, supondo que os veículos trafeguem naquele trecho da via com uma velocidade média de 80 km/h. O tempo que deve ser indicado na placa pode ser obtido por meio do cálculo:

$$V_m = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{V_m} = \frac{10 \text{ km}}{80 \text{ km/h}} = 0,125 \text{ h} = 7,5 \text{ min}$$

O caráter instantâneo do velocímetro se torna evidente ainda quando avistamos alguma placa de limite de velocidade. É aí que olhamos para o velocímetro conferindo se a velocidade do nosso veículo está abaixo da recomendada.

Quando o velocímetro indica uma velocidade de 80 km/h, por exemplo, isso significa que a rapidez com que o veículo está se deslocando naquele momento é tal que, se essa velocidade for mantida constante, ao final de 1 hora, o carro terá se deslocado 80 quilômetros.



A regulamentação dos limites de velocidade é feita pelos órgãos de trânsito. Trafegar com velocidade acima do limite estabelecido pode gerar punições com multas e acréscimo de 4 (infração média) a 7 (infração gravíssima) pontos no prontuário do motorista. Segundo o Código de Trânsito Brasileiro em vigor, toda vez que o motorista atingir 20 pontos, terá seu direito de dirigir suspenso, sendo obrigado a fazer um curso de reciclagem.

A noção de velocidade média tem outras aplicações mais sofisticadas que a determinação do tempo de viagem para orientação em rodovias. Sistemas de computadores baseados em dados estatísticos reais são projetados para planejar e controlar decolagens e pousos de aviões em aeroportos.

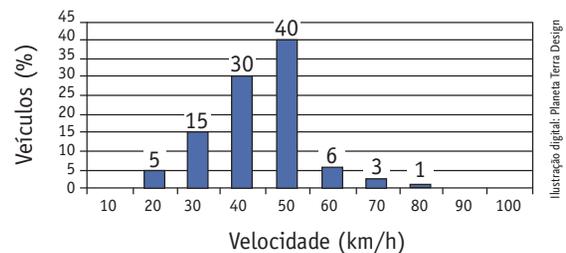
Servem também para definir a quantidade de ônibus de viagem nas rodoviárias de acordo com a demanda dos passageiros, controlar o fluxo dos trens nas linhas de metrô, além de regular o funcionamento dos “semáforos inteligentes”, que controlam automaticamente o fluxo de veículos nos cruzamentos, de acordo com a quantidade de carros a cada momento.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Se você tivesse uma oficina de caminhões no quilômetro 120 de uma rodovia e pretendesse colocar uma placa informando aos motoristas, que vêm do início da rodovia, que dali a 15 minutos eles chegarão à sua oficina, em que ponto dessa rodovia deveria ser posta a sua placa? Considere que o limite de velocidade para caminhões nesta via seja de 80 km/h.
2. Enem (1999) Um sistema de radar é programado para registrar automaticamente a velocidade de todos os veículos trafegando por uma avenida, onde passam em média 300 veículos por hora, sendo 55 km/h a máxima velocidade permitida. Um levantamento estatístico dos registros do radar permitiu a elaboração da distribuição percentual de veículos de acordo com sua velocidade aproximada.

A velocidade média dos veículos que trafegam nessa avenida é de:

- a) 35 km/h.   b) 44 km/h.   c) 55 km/h.   d) 76 km/h.   e) 85 km/h.



### ESTUDANDO AS COISAS QUE GIRAM

O que há em comum nos movimentos de um ventilador, das hélices de um avião, de uma furadeira e de uma roda-gigante?

Cada um deles executa rotações com diferentes velocidades, conforme a aplicação para a qual foram construídos. Mas, independentemente disso, todos executam movimentos em torno de um eixo, chamado **eixo de rotação**.

Esse eixo pode ser material, como na furadeira, cuja broca faz o papel do próprio eixo, ou como no pneu de bicicleta, que possui os raios presos no eixo da roda. Esse eixo pode também ser imaterial, como no caso do planeta Terra, que gira em torno de um eixo imaginário.

Quantos eixos você consegue identificar numa porta? Não estamos nos referindo às portas giratórias das agências bancárias ou de hotéis, mas sim de uma porta comum, como aquela da sua casa.

Para se caracterizar um movimento de rotação, não há necessidade de o objeto dar voltas completas em torno de seu eixo. Basta ele se deslocar, ainda que parcialmente, em torno desse eixo, como acontece com a porta, que gira em torno das dobradiças presas no batente. Isso já caracteriza um movimento como de rotação.

A maçaneta tampouco dá um giro completo de 360° em torno do eixo para liberar a lingueta da porta, e mesmo assim se trata de um movimento de rotação. Já no movimento da chave, ao trancar ou destrancar uma porta, identificamos os giros típicos em torno de um eixo que, nesse caso, fica na própria fechadura.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

- Identifique todos os eixos que puder na bicicleta da imagem. Faça o mesmo com o corpo da ciclista.



Os giros, mais que quaisquer outros, são eventos cíclicos. Logo, podemos expressar sua rapidez da mesma forma. Assim, por meio da **frequência**, designa-se quantos giros são executados por unidade de tempo. Por exemplo, no painel de alguns carros existe um mostrador conhecido como conta-giros. Ele especifica a quantidade de rotações que o motor está executando a cada minuto (rpm = rotações por minuto). Se contarmos o número de voltas por segundo, teremos a unidade de frequência hertz (Hz).

A velocidade é uma taxa que indica como algo se move (deslocando-se ou girando) com o tempo. Contudo, essa noção de taxa pode se referir a outros fenômenos que variam com o tempo, como a velocidade de crescimento de seus cabelos ou de suas unhas, a taxa de atendimento de um operador de *telemarketing*, a taxa de proliferação de vírus num organismo ou, ainda, a taxa de consumo de combustível por um motor.

## PARA REFLETIR II

1. O que há em comum na forma como são produzidos os movimentos de um automóvel, de um avião e de um navio, além do fato de todos eles necessitarem de combustível para se moverem?
2. O que há em comum na forma como são produzidos os movimentos de uma bola de bilhar, de uma asa-delta e de um barco a vela, além do fato de eles não disporem de energia própria para se moverem?
3. Em qual dos dois grupos anteriores você classificaria os seguintes exemplos: uma pessoa caminhando, uma prancha de surfe, um foguete, um *skate*, um submarino, uma bola de futebol, um helicóptero, um peixe, um paraquedas, um pássaro voando. Cite outros exemplos.

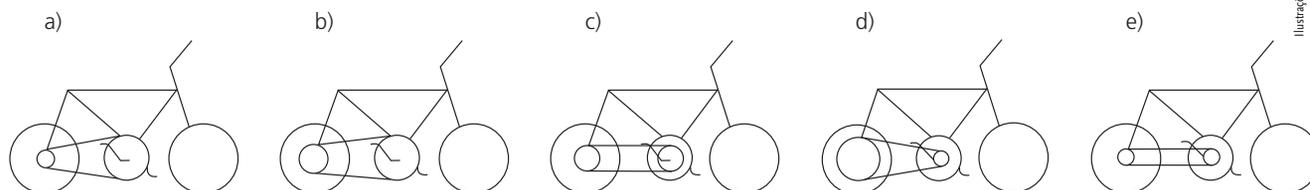
## APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Enem (2000) Determinada estação trata cerca de 30 000 litros de água por segundo. Para evitar riscos de fluorose, a concentração máxima de fluoretos nessa água não deve exceder cerca de 1,5 miligrama por litro de água. A quantidade máxima dessa espécie química que pode ser utilizada com segurança, no volume de água tratada em uma hora, nessa estação, é:  
a) 1,5 kg. . . . . b) 4,5 kg. . . . . c) 96 kg. . . . . d) 124 kg. . . . . e) 162 kg.

2. Enem (1998) As bicicletas possuem uma corrente que liga uma coroa dentada dianteira, movimentada pelos pedais, a uma coroa localizada no eixo da roda traseira, como nos mostra a figura ao lado. O número de voltas dadas pela roda traseira a cada pedalada depende do tamanho relativo destas coroas. Em que opção abaixo a roda traseira dá o maior número de voltas por pedalada?



Ilustrações digitais: Conexão Editorial



## A PRODUÇÃO DOS MOVIMENTOS

Há apenas duas maneiras de se produzir movimento: por **compensação** ou por **transferência**. Tudo o que se move pode ser encaixado numa ou noutra categoria.

As coisas que se movem **por compensação** necessitam de algo que possa ser empurrado ou puxado por elas para produzir seus movimentos. É o que acontece quando nadamos. Ao dar uma braçada, empurramos a água para trás, fazendo com que nosso corpo seja projetado para frente. Um pássaro faz o mesmo com o ar ao bater suas asas: elas empurram o ar para baixo e para trás, o que lhe permite sustentar seu voo adiante.

Quando caminhamos sobre a Terra, o mesmo processo de compensação acontece, apesar de não ser tão visível quanto na natação ou no voo. Dar um passo para frente significa empurrar o chão para trás com o pé, o que faz nosso corpo, devidamente equilibrado, ser projetado para frente.

Não há como um objeto produzir movimento sozinho. O movimento de um objeto sempre depende de algum outro. Isso fica mais evidente nos movimentos **por transferência**, em que os objetos só se movem se algum outro lhes transferir parte de seu movimento, como as garrafas de um jogo de boliche ao serem atingidas pela bola. Um barco a velas não possui motor, mas se move porque o vento, ao bater de forma direcionada em suas lonas, lhe transfere movimento.



Ilustrações Digitais: Conexão Editorial

Tudo aquilo que parece ter a capacidade de se mover sozinho, na verdade, não pode fazê-lo sem que haja o chão, o ar, a água ou qualquer outro objeto para ser empurrado para trás. Podemos constatar a transferência de movimentos em diversas situações de nosso cotidiano, de um inocente jogo de sinuca, passando pelas manobras radicais dos surfistas, aos potentes bate-estacas que fincam os alicerces de enormes estruturas.

Tudo o que foi dito sobre os movimentos de deslocamento vale para as rotações também: elas igualmente só ocorrem por compensação ou por transferência.

Se você fizer um liquidificador funcionar sobre uma mesa cheia de óleo, você vai reparar que sua carcaça começará a se mover em sentido oposto ao das hélices. Trata-se de uma forma de **compensação dos giros**. O mesmo ocorre com uma furadeira.

Você terá de segurar sua carcaça firmemente com as mãos para que ela não gire em sentido oposto ao da broca. As antigas enceradeiras pregavam peças nas donas de casa quando eram ligadas na tomada com seus interruptores também já ligados. O giro da escova tinha um sentido, enquanto a carcaça girava no sentido oposto.

**Os giros também se transferem**, e os profissionais de mecânica de automóveis conhecem bem isso. Na maior parte das máquinas, ocorre uma transmissão contínua da rotação para outras peças por meio de engrenagens, polias e correias. O motor de um carro, por exemplo, funciona continuamente, necessitando de um mecanismo que possibilite “desconectar” as rodas do movimento do motor quando se troca de marcha. Trata-se do sistema de embreagem, que consiste basicamente de dois discos: um ligado ao motor em movimento e outro ligado ao eixo que transmite o movimento às rodas. Quando esses discos estão unidos, o movimento do motor é transferido para o eixo.

Quando pisamos no pedal da embreagem, esses discos são separados instantaneamente, interrompendo a transmissão do movimento enquanto mudamos de marcha. Ao soltar o pedal, depois de selecionada uma marcha, os discos voltam a se unir e a transmissão do movimento volta a ocorrer.



A compensação dos giros pode ser percebida se prestarmos bastante atenção ao movimento dos motores de equipamentos elétricos e na tendência de giro de suas carcaças, particularmente quando os ligamos ou desligamos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)



A transferência dos giros ocorre em todos os motores. Particularmente nos motores de automóveis, essa transmissão é controlada pelo pedal de embreagem, que aproxima ou afasta os discos para transmissão do movimento do motor para as rodas. O esquema dá uma noção de como esse mecanismo funciona.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## A CONSERVAÇÃO DOS MOVIMENTOS

A **Lei da Conservação da Quantidade de Movimento** diz: “Em um dado sistema, a quantidade de movimento total se conserva”. Para compreender bem essa lei da Física, precisamos antes compreender o que vem a ser um sistema.

**Sistema** é um conjunto de coisas ou objetos que interagem entre si. A interação pode ser um empurrão, uma colisão, um toque, algum contato, ou seja, qualquer ação entre os objetos.

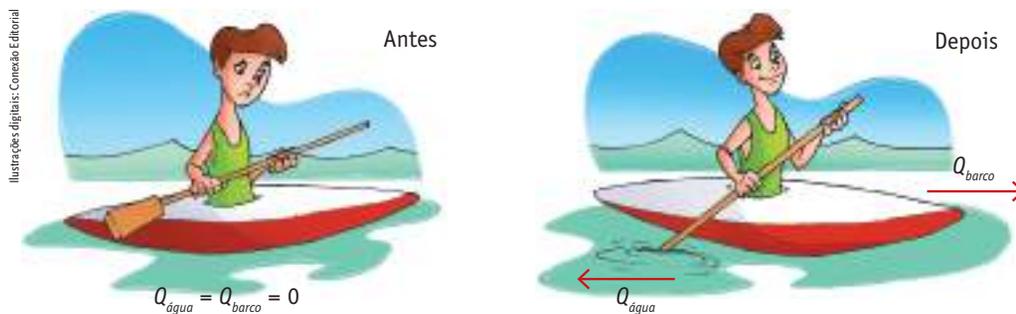
Observemos o caso de um nadador. O sistema, nesse caso, é composto pelo nadador e pela água. Ambos estão em interação, portanto, definem um sistema. Caso o nadador passe ao lado de um barco, se não houver nenhum contato, nenhuma interação entre eles, o barco não poderá ser incluído na análise do movimento, pois ele não afeta o movimento do nadador nem da água.

Quando falamos do barco a vela, o sistema é formado pelo barco, o vento e a água. Caso um pássaro acidentalmente colidisse com as velas do barco, ele deveria ser incluído na análise do movimento, e o sistema passaria a ser o barco, o vento, a água e o pássaro desastrado.

A conservação da quantidade de movimento no sistema é utilizada para calcular a velocidade de recuo das armas, para projetar foguetes espaciais e máquinas industriais, ou até na descoberta de partículas integrantes dos átomos, dos núcleos atômicos e também de corpos celestes.

### PARA REFLETIR III

1. Pense no movimento de um barco a remo: O que você já sabe dizer sobre esse movimento? Responda analisando as figuras a seguir, antes de prosseguir a leitura. Quais informações elas lhe trazem?



2. O que significa dividir o movimento em “antes” e “depois”, considerando os componentes do sistema: água, remo e barco?

Para perceber a conservação do movimento, precisamos pensar neles **antes** da interação e imediatamente **depois** dela. Em nosso caso, devemos pensar nos movimentos do barco e da água antes e depois da remada. Antes de dar a primeira remada, a quantidade de movimento do barco é zero ( $Q_{\text{barco}} = 0$ ), pois ele está parado, assim como a da água ( $Q_{\text{água}} = 0$ ). Somando ambas as quantidades de movimento, teremos a quantidade de movimento total do sistema antes da remada, ou seja,  $Q_{\text{total}} = Q_{\text{barco}} + Q_{\text{água}} = 0$ .

Segundo a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento, esse valor de quantidade de movimento total deve ser o mesmo logo após a remada. Imaginando que, com a remada, o barco tenha adquirido uma quantidade de movimento de 10 unidades, qual seria a quantidade de movimento adquirida pela água?

Colocando as informações em uma tabela, podemos compreender o raciocínio empregado na conservação da quantidade de movimento com mais facilidade. Veja:

	$Q_{\text{barco}}$		$Q_{\text{água}}$		$Q_{\text{total}}$
Antes	0	+	0	=	0
Depois	10	+	x	=	0

Repare que a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento foi aplicada na coluna  $Q_{\text{total}}$ , pois o valor antes e depois da remada é o mesmo, já que a energia deve se conservar. Portanto, para descobrir com quanto movimento a água foi deslocada, basta descobrir o valor de  $x$  da expressão da linha **Depois**:  $10 + x = 0$ . Logo,  $x = -10$ . O sinal negativo da quantidade de movimento adquirida pela água significa que ela se movimentou no sentido oposto ao do barco.

### O cálculo da quantidade de movimento

Como já deve ter dado para perceber, a quantidade de movimento  $Q$  de um corpo depende da velocidade  $v$  com a qual ele se desloca. Entretanto,  $Q$  também depende da massa  $m$  do objeto, na seguinte proporção:  $Q = m \cdot v$ .

Portanto, quanto maior a velocidade, maior a quantidade de movimento. E quanto maior for a massa do objeto, também maior será sua quantidade de movimento.

Isso ajuda a explicar por que é mais difícil frear um caminhão do que uma bicicleta, estando ambos inicialmente à mesma velocidade: a quantidade de movimento do caminhão é bem maior que a da bicicleta, pois sua massa é muito maior.

Os sistemas de freios são projetados de forma adequada ao tipo de veículo. O sistema de freios das bicicletas seria inútil para parar um caminhão, assim como um sistema de freios hidropneumático, típico dos caminhões, seria muito dispendioso, além de desnecessário, numa bicicleta.

Agora pense e explique, usando o mesmo raciocínio, a situação de iniciar o movimento na bicicleta e no caminhão.



Ilustração digital: Conexão Editorial

$$\left. \begin{array}{l} V_{\text{caminhão}} = V_{\text{bicicleta}} \\ M_{\text{caminhão}} > M_{\text{bicicleta}} \end{array} \right\} Q_{\text{caminhão}} > Q_{\text{bicicleta}}$$

### APLICAR CONHECIMENTOS IV

1. Depois de uma pescaria num lago calmo, um pescador decide encerrar suas atividades e encosta a proa (frente) do barco na beira do cais para desembarcar. Como ele está sentado na popa (atrás) do barco, ao levantar-se e andar para frente, percebe que o bote se afasta do cais, dificultando sua saída. O que você sugeriria para resolver esse problema?

.....

.....

2. Duas pessoas patinam juntas numa pista de gelo, uma atrás da outra, com quantidades de movimento de 100 unidades cada uma. Em determinado instante, a pessoa de trás empurra a da frente, que passa a se mover com 220 unidades. O que aconteceu com a pessoa de trás? **Dica:** Monte uma tabela com a quantidade de movimento total antes e depois do empurrão e descubra valor de  $x$ .

.....

.....

.....

3. Responda com suas palavras por que é mais fácil frear uma bicicleta do que um caminhão.

.....

.....

## INTERAÇÕES E MOVIMENTO

### Materiais necessários

- um carrinho de fricção;
- uma prancha de isopor;
- uma pasta de plástico mais pesada que a prancha de isopor;
- um caderno universitário;
- alguns lápis esférico-cilíndricos.



### Procedimentos

1. Faça uma montagem como a da figura, colocando os lápis cilíndricos enfileirados como roletes, sobre uma mesa plana. Sobre eles, coloque a prancha de isopor. Dê fricção no carrinho, coloque-o sobre a prancha e solte. Repita a operação algumas vezes e observe.
2. Troque a prancha de isopor pela pasta de plástico e repita a experiência, dando sempre a mesma fricção no carrinho. Compare com a situação anterior e diga o que mudou nos movimentos.
3. Coloque agora o caderno universitário no lugar da pasta e repita a operação.
4. Agora, responda às questões:
  - a) Como você explica os movimentos da prancha de isopor e do carrinho?
  - b) O que se modificou quando você trocou a prancha de isopor pela pasta de plástico? Como isso afetou o movimento da pasta e do carrinho?
  - c) O que aconteceria se você usasse uma tábua de madeira bem mais pesada no lugar do caderno?
  - d) O que você sugeriria para fazer o caderno se mover da mesma forma que a prancha de isopor?
  - e) Como você explica a interação e a conservação do movimento quando você solta o carrinho diretamente no chão? Nesse caso, também acontece a conservação do movimento?

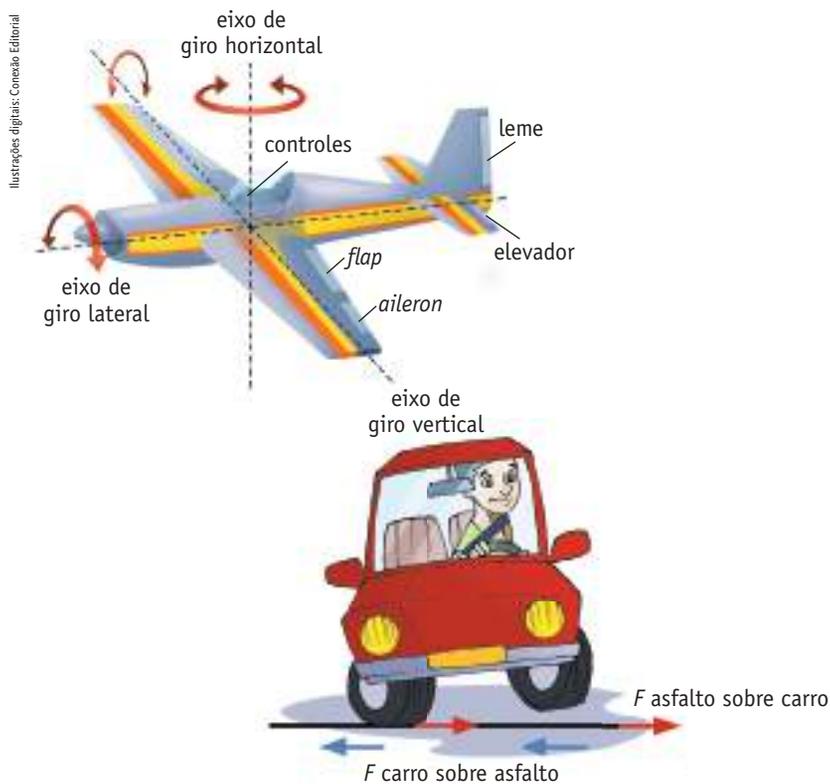
## PARA MODIFICAR OS MOVIMENTOS, SÓ FAZENDO FORÇA

Antes de prosseguir, responda rápido: Como um avião faz uma curva em pleno voo? De que modo um barco realiza um retorno ao navegar? O que faz um motorista para estacionar o carro?

Em todas essas situações, é fundamental que os veículos tenham dispositivos capazes de interagir com o meio onde se movem. No caso do avião, o leme e os elevadores da cauda, mais os *flaps* e os *ailerons* das asas dão condições para a realização de diversas manobras no céu. Esses dispositivos desviam o ar que flui pelo avião conforme os comandos do piloto. O navio só possui um leme que segue o mesmo prin-

cípio dos controles de voo do avião. Quando o timoneiro gira o timão, posicionando o leme preso à popa do navio para estibordo (à direita do timoneiro), isso faz com que a água que flui pelo casco bata no leme e seja desviada para a direita, causando o movimento da popa do navio para a esquerda, o que embica a proa do navio para estibordo, fazendo assim uma curva à direita.

O carro segue o mesmo princípio, mas ele se vale do contato entre pneus e asfalto. Ao virar o volante para a direita, os pneus fazem uma força  $F$  no asfalto para a esquerda, que, por sua vez, empurra os pneus para a direita com a mesma força  $F$ , possibilitando a manobra desejada.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Pilotos e motoristas devem conhecer bem os mecanismos que produzem a modificação nos movimentos de seus veículos, a fim de operá-los com segurança e garantir seu bom funcionamento.

Esses pares de forças iguais e opostas sempre surgem entre objetos que interagem entre si e estão intimamente relacionados com a conservação da quantidade de movimento vista anteriormente.

### APLICAR CONHECIMENTOS V

- Com base na figura anterior do avião e seus dispositivos de controle de voo, você seria capaz de dizer de que forma e quais dispositivos são acionados para se fazer giros nos três eixos indicados: eixo de giro lateral, eixo de giro horizontal e eixo de giro vertical?  
**Dica:** Releia a explicação da curva feita pelo navio e considere que o ar flui por toda a superfície do avião em pleno voo.

---



---



---

2. Como você imagina que sejam feitas as manobras das espaçonaves no espaço, onde não há um meio material em que as naves possam se apoiar para modificar seu movimento?

---

---

---

Isaac Newton, estudando os trabalhos de seus antecessores, formulou as **Leis do Movimento**, explicando de que modo os movimentos podem ser produzidos, mantidos ou modificados, a partir do conceito de **força**.

As interações de que falamos anteriormente ao estudar a quantidade de movimento tratam justamente das **forças** que um objeto aplica no outro para modificar seus movimentos. Para aumentar ou diminuir a velocidade, os veículos exigem mecanismos especiais para esse fim: motores, turbinas, freios, propulsores, paraquedas etc. Eles também fazem forças direcionadas que possibilitam que se desloquem mais ou menos rapidamente.

Uma das conclusões de Newton foi que **a modificação da quantidade de movimento de um corpo só ocorre quando há alguma interação, quando lhe é aplicada alguma força capaz de fazer variar sua velocidade**, seja fazendo curvas, seja acelerando, seja desacelerando. O pedal do acelerador nos automóveis tem esse nome, pois o ato de afundar ou tirar o pé do acelerador, estando o carro engrenado, faz sua velocidade se modificar:

- afundar o acelerador  $\Rightarrow$  aumenta a velocidade, acelera o carro;
- aliviar o acelerador  $\Rightarrow$  diminui a velocidade, desacelera o carro.

## MASSA E INÉRCIA

Ao realizar a atividade do carrinho de fricção, você deve ter percebido que quanto maior a massa de um objeto, é mais difícil modificar seu movimento. A fricção do carrinho era a mesma em todas as situações, ou seja, a força com que ele empurrava a prancha de isopor, a pasta de plástico e o caderno era a mesma.

Contudo, os movimentos das plataformas foram diferentes, o que permitiu perceber que quanto maior a massa da plataforma, menos ela se deslocava. Essa tendência de manter inalterado o estado de movimento da matéria é uma propriedade conhecida como **inércia**.

O conceito de inércia é fundamental para projeção de dispositivos de segurança no trânsito. O uso do cinto de segurança, além de indispensável, é obrigatório por lei justamente para nos proteger, por exemplo, em situações de freadas bruscas. Caso estivéssemos sem o cinto numa situação dessas, nosso corpo, por inércia, continuaria seu movimento, provocando ferimentos sérios ao batermos contra o para-brisa.

Outro dispositivo de segurança indispensável é o encosto de cabeça dos bancos. Em uma situação em que um carro bate na traseira do nosso, a tendência é nosso corpo ser empurrado para frente, junto com o encosto do banco.

Contudo, se não houver um encosto de cabeça, acontecerá o **efeito chicote**: o corpo vai para frente, mas a cabeça fica imóvel por inércia, inclinando para trás na velocidade da colisão, correndo o risco de traumatismo no pescoço.

É também com o conceito de inércia que conseguimos explicar a aparente violação da Lei da Conservação da Quantidade de Movimento, como na situação do carrinho de fricção sendo lançado diretamente sobre o solo.

Sobre as três plataformas, foi possível perceber sinalizações de compensação do movimento pelo recuo delas, confirmando qualitativamente a conservação da quantidade de movimento. Mas quando o carrinho é lançado diretamente sobre o solo não há nada que nos pareça ir para trás compensando o movimento do carrinho para frente. Como explicar isso?

O sistema a ser analisado nesse caso é composto pelo carrinho e pelo planeta Terra. Se a inércia é a resistência do corpo em modificar seu movimento, a inércia da Terra é muito maior que a do carrinho (massa da Terra =  $6 \times 10^{24}$  kg; massa do carrinho  $\approx 50$  g), de tal forma que o recuo que a Terra sofre é absolutamente desprezível. “Contudo, ela se move!”

### As Leis do Movimento de Newton

Entre as várias contribuições de Newton para a Física, destacam-se os estudos sobre o movimento. Sua genialidade foi o resultado de uma vida dedicada a grandes estudos e reflexões, relacionando conhecimentos e sintetizando suas Leis do Movimento.

Seu poder de explicação está condensado em três ideias gerais que explicam como acontecem todos os movimentos no Universo, apresentadas a seguir.

**1ª Lei: Lei da Inércia** – “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele”.

**2ª Lei: Lei da Dinâmica** – “A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida”.

**3ª Lei: Lei da Ação e Reação** – “As ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas às partes opostas”.

National Portrait Gallery, Londres. Foto: The Bridgeman Art Library/Keystone



Retrato de Isaac Newton, por Sir Godfrey Kneller, (1646-1723) óleo sobre tela, 75,6 x 62,2 cm, 1702.

## ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

### Engenheiro de controle e automação

Alguns dos conhecimentos físicos estudados neste capítulo são essenciais e elementares para aqueles que pretendem seguir a carreira de engenheiro de controle e automação. Trata-se de um ramo da produção responsável pelos processos de automação e robotização nas indústrias, em que as máquinas e os equipamentos seguem comandos informatizados de programas específicos. Esse profissional

projeta, opera, acompanha, inspeciona e se encarrega da manutenção dos equipamentos, além de gerenciar projetos e ocupar-se dos *softwares* e da programação das máquinas. Em empresas já automatizadas, ele redimensiona, opera e mantém instalações em pleno funcionamento.

**Formação escolar exigida:** Ensino superior completo (5 anos).

**Área de atuação:** O profissional dessa área pode atuar em inúmeros ramos industriais, como o automobilístico, mecânico, alimentício, de bebidas, química, petroquímica, indústria médica e outros, sempre que for necessária a implantação de sistemas de automação na linha de produção industrial.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVRO



#### FÍSICA 1: MECÂNICA

É um livro que consegue reunir o rigor conceitual da Física às aplicações tecnológicas vivenciadas no cotidiano.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Física 1: Mecânica*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 1999.

### SITE



#### LEITURAS DE FÍSICA: PARA LER, FAZER E PENSAR

São apostilas que estão disponíveis no *site* do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP) e que contêm aulas baseadas nos livros do Gref.

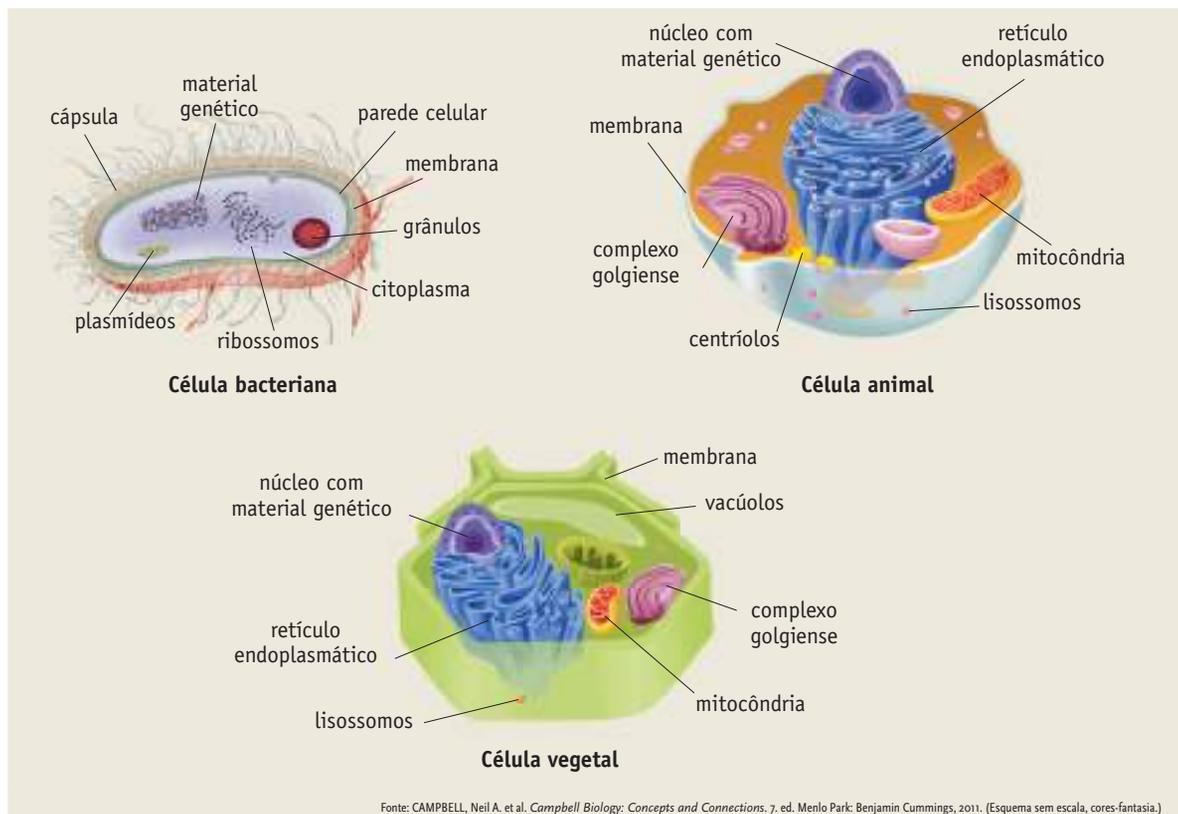
GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Leituras de Física: para ler, fazer e pensar*. Disponível em: <[www.if.usp.br/gref/pagina01.html](http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html)>. Acesso em: 18 jan. 2012.

**B**iotecnologia é o nome dado à técnica que visa à manipulação de processos, de microorganismos, de animais e de plantas com o objetivo de criar substâncias e produtos úteis ao ser humano.

Os avanços tecnológicos no campo da Biologia, Bioquímica e Medicina têm crescido nas últimas décadas em grande velocidade. Muitas descobertas foram feitas na busca pela diminuição dos efeitos colaterais de alguns medicamentos, por métodos reprodutivos mais eficientes, pelo reconhecimento de pessoas falecidas, pelo aconselhamento genético etc.

Para entender de que formas esses processos estão relacionados à biotecnologia, precisamos conhecer melhor o nosso “arsenal genético” e como ele funciona em nosso organismo e nos outros seres vivos. Afinal, o que confere o estado de “vivo” a esses seres é exatamente a capacidade de se reproduzir, ou seja, transmitir seu material genético à sua descendência formando um novo ser vivo.

O corpo de qualquer ser vivo, exceto dos vírus, é formado por uma ou mais células, que são compostas de uma membrana que as delimita, de um conteúdo interno chamado citoplasma, que possui várias estruturas em seu interior, sendo o núcleo a estrutura que guarda o material genético das células. Algumas algas azuis e as bactérias não têm núcleo organizado, e seu material genético fica disperso no citoplasma.



São exemplos de seres vivos unicelulares as bactérias (com alguns milésimos de milímetros de tamanho), os protistas (com 0,5 milímetro) e alguns fungos, como o do fermento biológico (com 10 a 12 milésimos de milímetro), muito utilizado na fabricação de pães e massas.

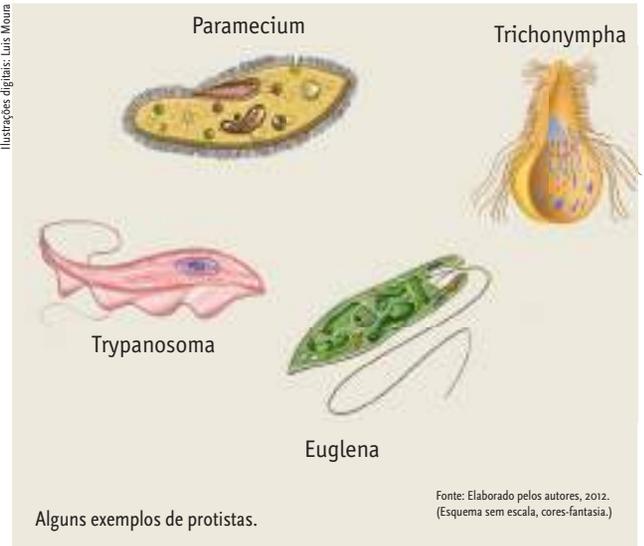
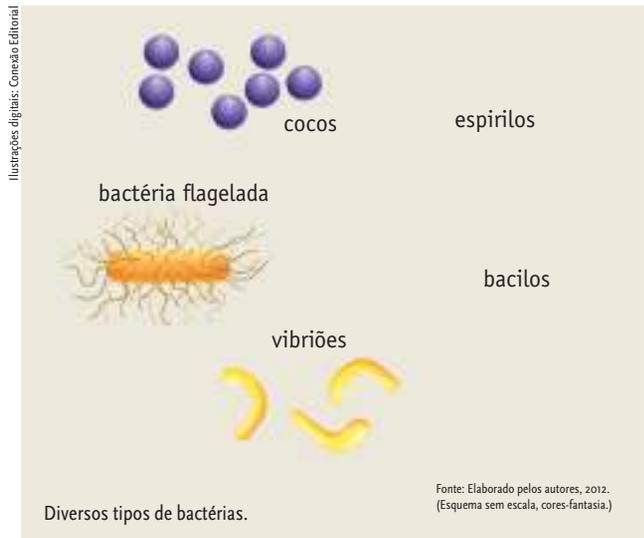
Muitos seres vivos são pluricelulares e, assim como nós, possuem grande número de células com diferentes formas e funções: há células nervosas, musculares, epiteliais, ósseas etc.

Mesmo com toda essa diversidade, todas essas células surgiram a partir de uma única célula, a célula-ovo ou zigoto. Essa célula forma-se a partir do encontro do espermatozoide com o óvulo e, depois de se dividir numerosas vezes, forma outras células idênticas a ela que, após várias transformações, originarão muitos tipos diferentes de células, formando o corpo de um ser vivo.

Como todas essas células vieram de uma só, a célula-ovo, existe nelas uma estrutura que é a responsável pela determinação de diferentes formas, tamanhos e funções que as células terão ao longo do desenvolvimento do embrião.

Essa estrutura dará origem também às características físicas e bioquímicas do ser vivo, como coloração da pele, do pelo, da concha ou da folha. Também serão responsáveis pela produção de enzimas digestivas, hormônios, clorofila, tipo de pata, cor dos olhos, tipo de raiz e todas as demais características.

Essa estrutura celular que deu origem às características hereditárias é chamada de gene, palavra derivada de “gênesis”, que, em grego, significa **origem**. Cada gene é formado por uma substância chamada de DNA – sigla em inglês de ácido desoxirribonucleico. Os genes não ficam soltos no núcleo da célula, mas organizados em uma determinada sequência dentro dos cromossomos.





Ilustrações digitais: Conexao Editorial

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Observe, na tabela a seguir, o número de cromossomos de algumas espécies conhecidas.

Espécie	Número de cromossomos	Espécie	Número de cromossomos
Mosca-das-frutas	8	Homem	46
Centeio	14	Macaco	48
Porquinho-da-índia	16	Carneiro	54
Pomba	16	Cavalo	64
Caracol	24	Galo	78
Minhoca	32	Carpa	104
Porco	40	Borboleta	380
Trigo	42	Samambaia	1200

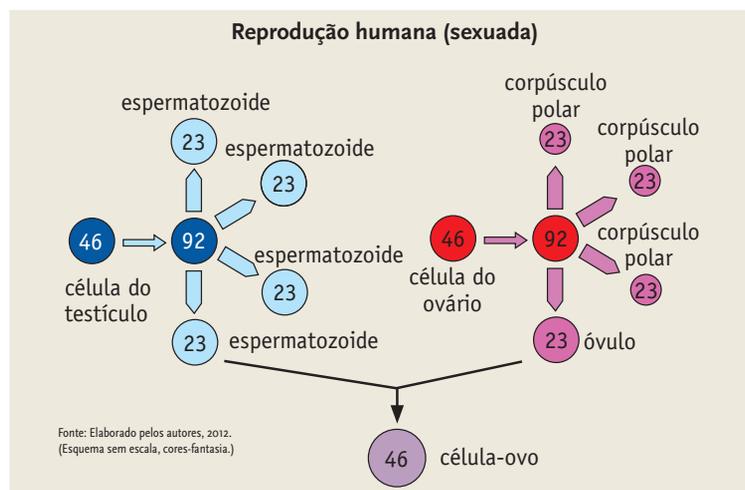
Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Esse número de cromossomos pertence a células que formam o corpo desses seres vivos, mas não representam o número de cromossomos que fazem parte do núcleo das células reprodutoras – óvulos e espermatozoides – desses mesmos seres vivos.

É a união das células reprodutoras que dará origem à célula-ovo, no processo chamado de **reprodução sexuada**, que ocorre a partir de uma combinação de materiais genéticos diferentes, originando um novo ser vivo com características diferentes das de seus pais.

## REPRODUÇÃO SEXUADA E ASSEXUADA

A reprodução sexuada é um tipo de reprodução que, além de garantir a manutenção do número de cromossomos da espécie, também é responsável pela variabilidade genética dentro da espécie.



O esquema anterior mostra o processo ocorrido com as células do testículo e do ovário – cada uma com 46 cromossomos – para formar, respectivamente, espermatozoides e óvulos, cada uma com 23 cromossomos.

No caso do homem, a célula do testículo dá origem a 4 células muito pequenas, com 23 cromossomos cada, que, mais tarde, se transformarão em espermatozoides.

Na mulher, a célula do ovário dá origem a 3 células menores com 23 cromossomos (chamadas de corpúsculos polares, que serão degeneradas) e uma célula maior, também com 23 cromossomos, que mais tarde originará um óvulo.

A diferença de tamanho na formação do óvulo traz uma grande vantagem para a reprodução humana: a célula que formará o óvulo tem mais citoplasma, o que garante maior quantidade de nutrientes para o embrião que irá se desenvolver, caso seja fecundada.

#### PARA REFLETIR I

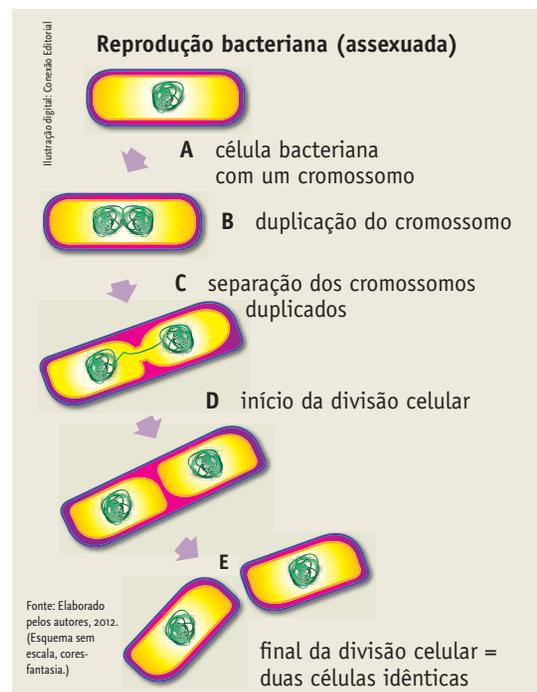
1. O que acontece na formação do espermatozoide que o deixa com a metade do número de cromossomos característico da espécie?
2. Quais as semelhanças e diferenças entre o processo de formação de espermatozoides e o de formação do óvulo?
3. Por que a célula-ovo não está representada pela mesma cor do espermatozoide e do óvulo?
4. Quais as vantagens do fato de um ser vivo se reproduzir dessa forma? Justifique a sua resposta.

Mas não existe apenas a reprodução sexuada. Alguns seres vivos se reproduzem de forma assexuada, por isso não há formação de gametas (células germinativas) e, portanto, também não há formação de célula-ovo. Nesse caso, uma célula dá origem a duas outras. Por exemplo, duas bactérias originadas de uma só.

#### LER ESQUEMA I

Observe atentamente a imagem a seguir e responda às questões.

1. Por que tanto a célula A como as células E estão representadas pelas mesmas cores? Justifique sua resposta.  
.....  
.....
2. O que você poderia afirmar em relação ao material genético da célula A e aos materiais genéticos das células E? Justifique sua resposta.  
.....  
.....
3. Quais as vantagens dessa forma de reprodução?  
.....



4. Comparando as duas formas de reprodução (sexuada e assexuada), qual delas você acha que é mais vantajosa? Por quê?

---

---

---

5. Se um mesmo ser vivo puder fazer as duas formas de reprodução, ele tem mais vantagem em relação a um ser vivo que faz apenas uma delas? Justifique sua resposta.

---

---

---

Na reprodução sexuada, constatamos que o ser vivo originado possui material genético diferente do de seus pais, portanto, pode ocorrer o surgimento de novas características. Quem já não vivenciou o fato de um casal com estatura mediana dar origem a um filho ou filha com altura superior à deles? E quanto à cor dos olhos ou cabelos? O filho de um casal com olhos castanhos pode nascer com olhos azuis? Pais morenos e a filha loira? É relativamente comum isso acontecer?

Sabemos que sim e, com certeza, conhecemos alguém em alguma dessas situações. A explicação para isso está nos genes, estruturas responsáveis pelas características dos seres vivos, passados de geração a geração por meio da reprodução.

Mesmo sabendo que os genes são transmitidos de pais para filhos, não sabíamos, até pouco tempo, quais genes seriam passados, se trariam informações para determinadas doenças ou não (chamadas doenças hereditárias, como algumas formas de diabetes, de anemia, hipertensão arterial, hemofilia, alguns tipos de câncer etc.) e se certas informações seriam ou não vantajosas na formação do organismo de uma criança.

É diante desse quadro que uma nova ciência, a biotecnologia, consegue não só dar respostas a essas questões, como também abrir discussões sobre outros aspectos que não existiam até o desenvolvimento das diversas técnicas de manipulação gênica, a produção de organismos geneticamente modificados ou transgênicos, a produção de seres vivos clonados a partir de outros e a utilização terapêutica de células-tronco.

No decorrer deste capítulo, iremos abordar alguns temas que envolvem os aspectos biotecnológicos citados e propor uma reflexão a respeito de sua utilização, acesso, vantagens e desvantagens, para que você possa ter melhores condições de opinar e argumentar sobre esses avanços tecnológicos.

## PROJETO GENOMA HUMANO

O Projeto Genoma Humano, iniciado por volta de 1989 e com previsão para término em 2025, teve como objetivo descobrir toda a sequência de genes que compõe o material genético humano, o DNA da nossa espécie. Em virtude da participação da comunidade científica do mundo inteiro, incluindo o Brasil, as pesquisas avançaram bastante e o tempo foi reduzido: em 2003, o Projeto deu o seu trabalho por concluído ao sequenciar 99% do material genético humano.

Cerca de 30 mil a 40 mil genes foram mapeados e suas funções determinadas. Ao conhecer todos os genes e suas respectivas funções, podemos ter acesso a informações sobre a determinação genética de algumas doenças e informações sobre como prevenir certas doenças hereditárias, o que propiciará a descoberta de novos tipos de tratamentos, com base na terapia gênica, a substituição de genes que possam gerar doenças, entre outras.

Isso seria muito bom, do ponto de vista da saúde individual, se essa tecnologia não estivesse na dependência do fator biológico, que não funciona da mesma forma que um motor ou qualquer outra máquina que pode ter suas peças trocadas por outras mais modernas.

A questão que fica é o que fazer com os códigos genéticos humanos descobertos e quem vai ter acesso a essas informações?

Imaginemos a seguinte situação: você tem 30 anos e, no seu DNA, há um conjunto de genes que aumenta a probabilidade de ocorrer um infarto do coração no futuro. Se essa informação for dada a você (e somente a você), é hora de ir procurar um médico e já adotar formas de prevenção de uma doença que possivelmente irá aparecer.

Caso essa informação seja dada a algumas instituições que controlam os planos de saúde ou outras instituições médicas, você deverá pagar mais pelo seu plano de saúde, por ter a possibilidade de ficar doente daqui a 10 ou 15 anos? E se você for fazer um exame médico pré-admissional e a instituição tiver seu mapa genético, você será contratado? Já pensou nessas possibilidades?

Paralelamente ao Projeto Genoma Humano, vários outros seres vivos tiveram seus códigos genéticos decifrados, em pesquisas sobre alguns seres vivos economicamente interessantes. É o caso da *Xylella fastidiosa*, bactéria causadora do “amarelinho”, uma doença que ataca os laranjais e interrompe a passagem de água e nutrientes para as folhas.

Essa foi a primeira pesquisa genuinamente brasileira de decodificação dos genes de um ser vivo e com amplas possibilidades de beneficiar a agricultura, caso os laboratórios conseguirem modificar o material genético dessa bactéria.

Com certeza, a nossa produção de cítricos vai aumentar muito e as exportações também. Você sabia que o Brasil, mais especificamente o estado de São Paulo, ocupa a primeira posição entre os produtores e exportadores de suco de laranja industrializado?

Ilustrações digitais: Conexão Editorial



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

## APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Quais questões estão sendo salientadas a respeito do Projeto Genoma Humano nas duas charges desta página?

---



---



---

## 2. UFMG (1994)

*Uma nova tecnologia está permitindo que cientistas dos países do Primeiro Mundo desenvolvam um projeto denominado Genoma, que tem por objetivo sequenciar e identificar os cerca de 30 mil genes que compõem os cromossomos de um ser humano. Ao lado dos inúmeros benefícios desse projeto, algumas questões de cunho ético têm sido levantadas.*

*Ciência Hoje, mar. 1993.*

Assinale as alternativas corretas.

Em relação a esse projeto, os procedimentos que podem afetar o ser humano em seus direitos individuais são:

- a) a detecção de indivíduos superdotados intelectualmente por meio de procedimentos laboratoriais.
- b) o aumento da seleção genética de forma artificial.
- c) o emprego de testes genéticos como um novo critério para admissão a empregos.
- d) o registro de patentes de sequências do genoma humano para especulação mercadológica.
- e) o uso de testes pró-sintomáticos para a realização de seguros de vida.

## ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM): OS TRANSGÊNICOS

São seres vivos transgênicos aqueles que tiveram seu material genético modificado pela inserção de fragmentos de DNA de outros seres vivos de espécies diferentes da dele.

A transgenia é um processo de reprodução de seres vivos com características diferentes das de “seus pais” e selecionadas para alguma finalidade. É um processo que difere da reprodução sexuada, pois nela, apesar de ocorrer variações genéticas nos descendentes em relação aos “pais”, não há modificação do material genético em relação à espécie.

O primeiro OGM foi produzido em 1972, quando um bioquímico americano, Paul Berg, juntou uma fração do DNA de um vírus causador de tumores cerebrais e ósseos em macacos ao material genético de uma bactéria (*Escherichia coli*).

Após a sua experiência de modificar geneticamente um ser vivo, outros cientistas começaram a fazer a mesma coisa em outras linhas de pesquisa, e o próprio Berg passou a encabeçar um movimento para que se suspendesse esse tipo de pesquisa até que diretrizes e regras sobre a produção desses organismos fossem estabelecidas, o que aconteceu em 1975.

Em 1982, surgiu a primeira substância produzida por um organismo geneticamente modificado: a insulina, hormônio muito importante no tratamento da diabetes. Em 1994, surgiu o primeiro vegetal transgênico, um tomateiro, chamado de Flavr Savr, produzido por uma indústria americana.

Atualmente, 70,5% da soja, 36,7% do algodão e 31,5% do milho plantados no mundo são transgênicos. O Brasil é o segundo país do mundo que mais produz esse tipo de soja, ficando atrás somente dos Estados Unidos.

Podemos citar ainda outros organismos transgênicos produzidos nos dias de hoje: o tomate com altos níveis de antioxidante licopeno, que pode diminuir o risco de câncer de próstata e de mama; vacas geneticamente modificadas na Nova Zelândia, que fornecem leite com alto teor de proteínas; milho e algodão resistentes a pragas, o que poderá diminuir consideravelmente a quantidade de inseticidas usada nas plantações; canola tolerante ao herbicida glifosato; girassol com alto teor de ácido oleico, que é mais saudável e nutritivo, entre outros.

Além disso, há outros organismos transgênicos em fase de pesquisa, como batata e banana com vacina contra alguns tipos do papilomavírus humano (HPV), café com menos cafeína, milho com proteína que previne a coccidiose aviária, uma doença comum em frangos, arroz dourado enriquecido com provitamina A, entre outros.

É inegável a contribuição dos transgênicos para pesquisas sobre algumas doenças, para a agricultura e para a saúde da população. Segundo Isaias Raw, pesquisador do Insti-

tuto Butantã, em São Paulo, “se surgir uma vacina eficiente contra a AIDS, provavelmente ela será transgênica”.

Contudo, apesar das vantagens, quando analisamos a introdução de organismos geneticamente modificados não somente na nossa alimentação, mas também no nosso cotidiano, temos de levar em conta questões do ponto de vista ético, ambiental e social, além dos riscos que podem trazer à saúde.

## LER CHARGE

Leia a charge e depois responda à questão.



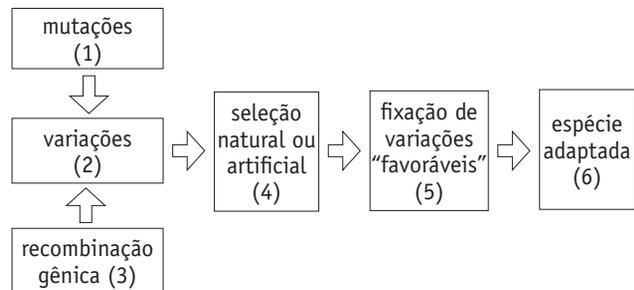
- Você acha que a charge de Frank & Ernest está adequada ao título desta seção sobre transgênicos? Justifique sua resposta.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

- UFPR (1997) Em parte motivada pela necessidade mundial de aumentar a produção de alimentos, a ciência do melhoramento genético procura encontrar soluções que aumentem a produtividade de certas espécies. Muitas vezes, usando técnicas sofisticadas, os cientistas provocam modificações nessas espécies em busca de seus benefícios e atuam à semelhança da natureza. Leia o texto adiante e compare-o com o esquema abaixo.

*Nos próximos meses chegam às lavouras dos Estados Unidos e Canadá sementes de milho, batata e algodão alteradas geneticamente em laboratório, para destruir as pragas que atacam essas culturas. Os cientistas alteraram o código genético dessas sementes e, nos testes experimentais, escolheram e reproduziram aquelas cujas plantas apresentassem a capacidade de produzir uma proteína inseticida. Essa proteína, quando ingerida com as folhas, matava os insetos que atacavam as plantações. Livre dos mesmos, a produtividade das lavouras será bem maior.*

Veja, 21 fev. 1996.



Assinale todas as afirmativas que julgar corretas.  
Da comparação entre o texto e o esquema, é correto afirmar:

- a) A afirmativa “Os cientistas alteraram o código genético dessas sementes” está relacionada somente ao item 1 do esquema.
- b) A afirmativa “Os cientistas alteraram o código genético dessas sementes” está relacionada aos itens 1, 2 e 4 do esquema.
- c) A afirmativa “nos testes experimentais, escolheram e reproduziram aquelas cujas plantas apresentassem a capacidade de produzir uma proteína inseticida” está relacionada aos itens 3 e 4 do esquema.
- d) A afirmativa “nos testes experimentais, escolheram e reproduziram aquelas cujas plantas apresentassem a capacidade de produzir uma proteína inseticida” está relacionada aos itens 4 e 5 do esquema.
- e) A afirmativa “Livre dos mesmos, a produtividade das lavouras será bem maior” refere-se ao item 6 do esquema.

## PARA REFLETIR II

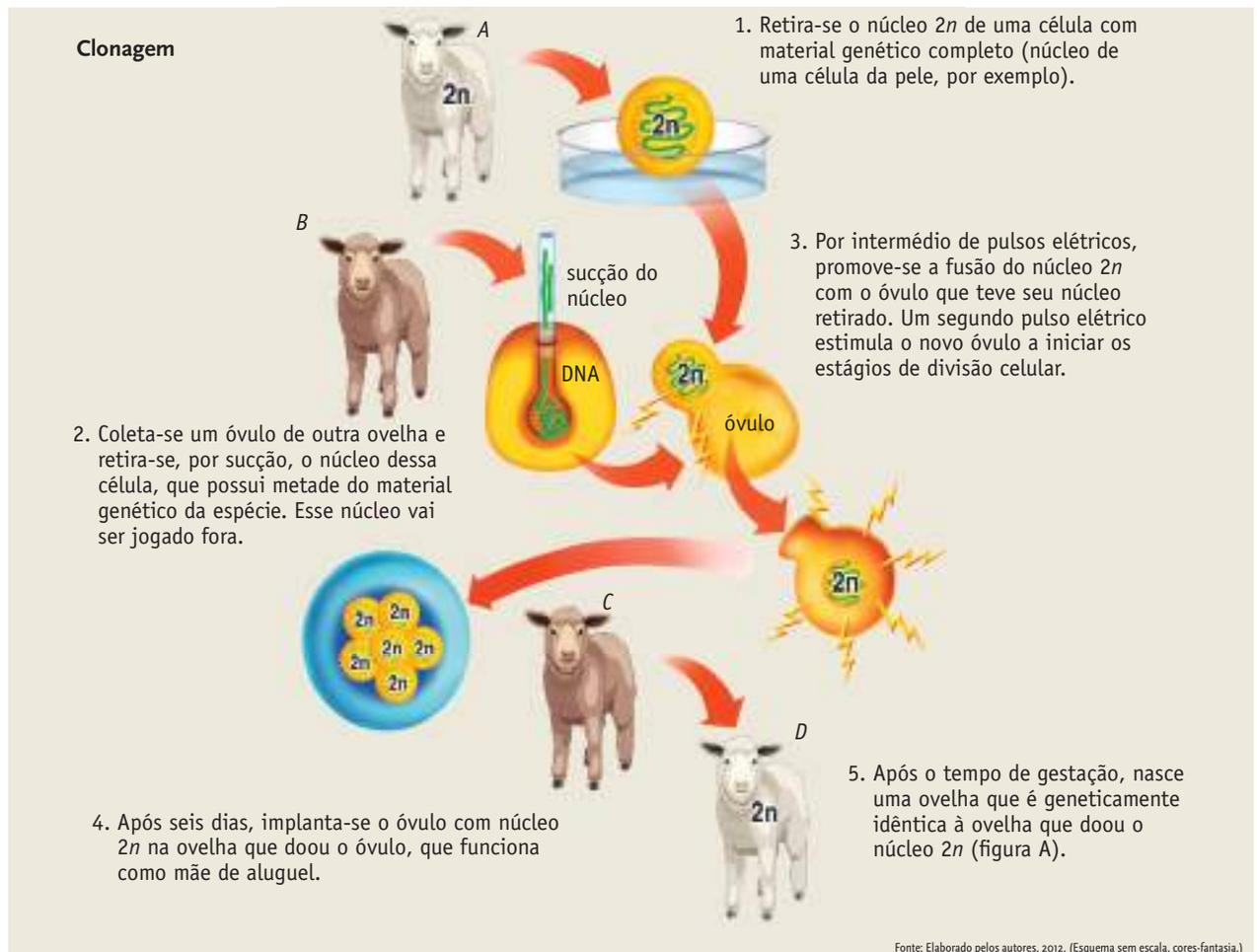
1. Se o uso de vegetais transgênicos pode acarretar aumento na produção e, portanto, aumento na área plantada, quais problemas ambientais podem ocorrer por causa da introdução de uma espécie geneticamente modificada e não afetada pela seleção natural em um ambiente selvagem?
2. Se alguns vegetais são resistentes a algumas lagartas, provocando a morte desses insetos por ingestão do pólen, quais problemas poderão ocorrer, caso essas lagartas sejam insetos polinizadores?

## CLONAGEM

A clonagem é um tipo de reprodução manipulada, na qual o núcleo de um óvulo, que tem metade do número de cromossomos da espécie (número de cromossomos =  $n$ ), é retirado e substituído por outro núcleo, com todas as informações genéticas que caracterizam uma espécie (número de cromossomos =  $2n$ ).

Isso quer dizer que o indivíduo nascido desse processo possui o mesmo material genético do doador e, portanto, suas características são idênticas às do ser vivo do qual se retirou o núcleo da célula completo ( $2n$ ).

## LER ESQUEMA II



Ao observar as imagens anteriores, algumas dúvidas poderão surgir: A ovelha que irá nascer (clone) tem mãe e não tem pai? O pai da ovelha A é pai e avô da ovelha C (clone)? Faça uma comparação entre a reprodução sexuada e o processo de clonagem.

---

---

---

---

Desde 1938, cientistas alemães e americanos realizam experiências com a manipulação do material genético, sempre a partir de células embrionárias, isto é, células que já faziam parte de um embrião. Retiravam uma dessas células – embrião de vacas, sapos, ovelhas – e as induziam a se reproduzir novamente. A grande novidade aconteceu em 1996, na Escócia, quando os cientistas Ian Wilmut e Keith Campbell, clonaram a ovelha Dolly a partir de uma célula de glândula mamária e não de células embrionárias, após 277 tentativas. Depois de Dolly, apareceram clones de macacos, bezerros, ratos, porcos e cabras.

No Brasil, experimentos de clonagem aconteceram em 2001, com bovinos. Foi quando nasceu Vitória, uma bezerra da raça Simental, gerada a partir da clonagem de células embrionárias. Em 2002, na cidade de Jaboticabal, em São Paulo, nasceu outra bezerra, a primeira clonada a partir de células retiradas da cauda de uma vaca, a “Penta”, nome dado em homenagem à conquista do pentacampeonato mundial de futebol pela seleção brasileira. A bezerra morreu após cinco semanas, vítima de infecção generalizada.

Em 2003, com tecnologia desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), nasceu uma vaca chamada Lenda da Embrapa, que foi clonada a partir de células retiradas de uma vaca morta por acidente. Esse é o primeiro clone a partir de um doador morto. Lenda vive até hoje e já possui até bisnetos, todos nascidos naturalmente.

Atualmente, além da clonagem de animais com alto valor reprodutivo, a Embrapa investe também em melhoramento genético de rebanhos. “A clonagem comercial tem sido utilizada para criar cópias de animais com elevado valor genético, tais como vacas com alta produção de leite ou touros com qualidade de carne superior”, explica Carlos Frederico Martins, pesquisador da Embrapa Cerrados, em entrevista concedida à jornalista da Embrapa, em novembro de 2011 (Disponível em: <[www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/349](http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/349)>. Acesso em: 23 jan. 2013). De acordo com ele, a tecnologia também pode ser utilizada para produzir animais transgênicos, os quais podem apresentar no leite proteínas para utilização humana, tais como fatores de coagulação sanguínea e insulina.

São várias as aplicações dessa tecnologia, tais como:

- a preservação de animais em extinção, como a ararinha-azul, o pirarucu (peixe amazônico), o lobo-guará, o peixe-boi, o mico-leão-dourado e outros;
- o desenvolvimento de animais resistentes a doenças que são naturalmente contagiosas (a brucelose bovina, por exemplo, é uma doença que ataca bovinos e causa grandes estragos na pecuária, porque provoca abortos naturais);
- a clonagem de células humanas para fins terapêuticos, como células do pâncreas para diabéticos, células da medula óssea para pacientes com leucemia (câncer no sangue) etc.

Essa última aplicação é a que tem gerado muita polêmica entre cientistas e religiosos, que “enxergam” o embrião de maneiras completamente diferentes e divergentes. Para alguns, o embrião é um emaranhado de células; para outros, é uma forma de vida que não pode ser alterada. É uma discussão sem fim.

## CÉLULAS-TRONCO

A terapia com células-tronco é recente e ainda merece muita atenção, não em relação às questões técnicas, que já estão muito bem estudadas, mas em relação às questões ético-religiosas que permeiam suas aplicações.

São células que têm a capacidade de dar origem a qualquer tecido humano e classificam-se em três tipos: as totipotentes, as pluripotentes e as multipotentes. As **totipotentes**, encontradas no embrião humano, podem dar origem a qualquer um dos 216 tecidos humanos; as **pluripotentes** conseguem dar origem à maioria dos tecidos; e as **multipotentes** possuem baixo poder de originar tecidos novos.

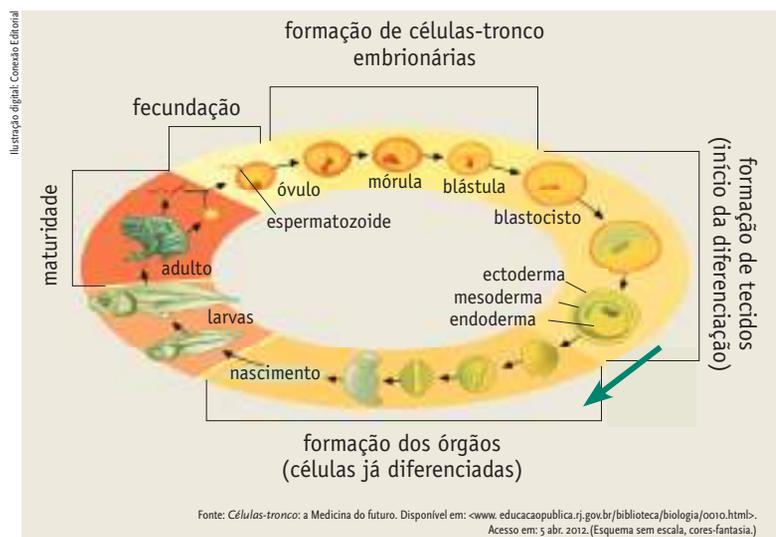
As células-tronco não resistem muito tempo nesse estágio – cerca de 14 dias após a fecundação – e, depois desse período, começam a se diferenciar e a originar os tecidos que deverão compor o organismo do ser vivo.

Um indivíduo adulto possui células-tronco na medula óssea, no fígado, no sangue, e, no caso de fetos e mulheres grávidas, no cordão umbilical e na placenta, mas essas células não conseguem se diferenciar em muitos tecidos. As células-tronco embrionárias são as melhores, uma vez que estão prontas para originar qualquer tecido.

Até aqui, a ciência não encontra nenhuma barreira do ponto de vista ético, religioso ou jurídico, mas a polêmica começa no momento em que se decide quem será o fornecedor dessas células. Caso essas células sejam extraídas de qualquer tecido adulto ou do cordão umbilical, como é feito atualmente, não há questionamento. Alguns hospitais, no momento do parto, já retiram células-tronco do cordão umbilical e as mantêm em cultura para futuras terapias. A maioria das pessoas acha que a ciência está cumprindo seu papel de promover o bem-estar e a saúde da população ao reparar tecidos lesados.

Caso essas células sejam retiradas de um embrião humano de até 14 dias, formado por um aglomerado de células, sem sistema nervoso, a ciência é questionada e, mesmo entre médicos, biólogos e outros cientistas, as opiniões são muito divergentes. Considerando o embrião como um “protótipo” do organismo que será quando crescer, ele já possui vida, e é por isso que suas células se reproduzem e se diferenciam.

A figura ao lado mostra todos os estágios de desenvolvimento de um ser vivo, no caso, um sapo, e em que momento as células-tronco embrionárias devem ser retiradas, indicado pela seta verde.

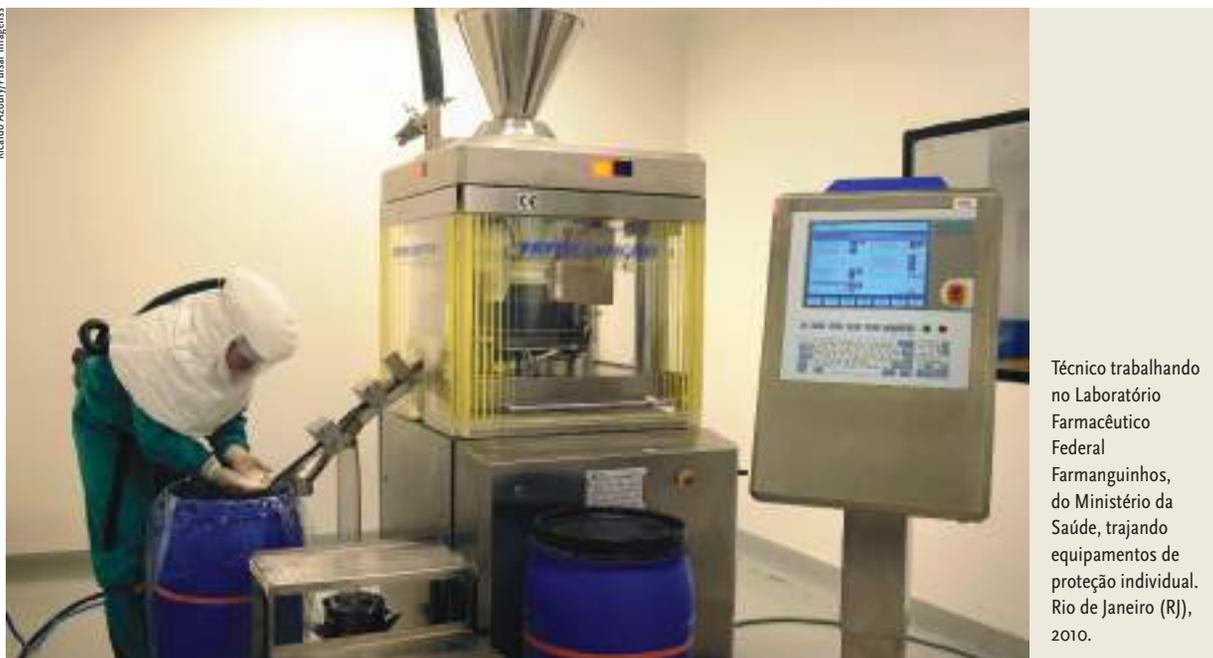


## Doenças profissionais por uso de substâncias químicas

A indústria química tem papel importante nas sociedades modernas: além de suprir o sistema produtivo industrial de matérias-primas importantes para a fabricação de diversos produtos, gera muitos empregos diretos e indiretos. Entretanto, os procedimentos químicos industriais envolvem o emprego em larga escala de várias substâncias químicas, grande parte delas tóxicas, corrosivas, irritantes ou radioativas, que podem causar doenças nos trabalhadores que lidam diretamente com elas.

Essas doenças estão entre as chamadas **doenças profissionais**, ou seja, doenças decorrentes do trabalho. Apesar de todo o avanço tecnológico das últimas décadas, em que robôs podem realizar tarefas perigosas, e com os mais diversos equipamentos de proteção individual (EPIs) disponíveis no mercado, as doenças profissionais são ainda bastante frequentes no mundo.

Além das doenças profissionais provocadas pelo manuseio de substâncias químicas, há muitas outras, como a LER (lesão por esforço repetitivo) e as causadas por exposição ao som e à luz em níveis prejudiciais.



Técnico trabalhando no Laboratório Farmacêutico Federal Farmanguinhos, do Ministério da Saúde, trajando equipamentos de proteção individual. Rio de Janeiro (RJ), 2010.

## LER TEXTO LITERÁRIO

Leia com atenção o seguinte texto, extraído do livro *A tabela periódica*, romance escrito por Primo Levi.

O texto de Primo Levi trata de uma doença que evolui pouco a pouco – o **saturnismo** –, causada pela intoxicação com chumbo e seus compostos. Essa doença é considerada uma das mais graves doenças profissionais e afeta milhares de trabalhadores no mundo todo.

Meu nome é Rodmund e venho de muito longe. [...].

Meu pai e todos nós Rodmund em linha paterna exercemos desde sempre este ofício, que consiste em reconhecer uma certa e pesada pedra, encontrá-la em países distantes, aquecê-la num certo modo que nós conhecemos e dela extrair o chumbo negro. Perto de minha aldeia havia uma jazida grande: dizem que foi descoberta por um antepassado meu que chamavam Rodmund Dentes Azuis. É uma aldeia de operários do chumbo: todos o sabem fundir e trabalhar, mas somente nós Rodmund sabemos encontrar a pedra e garantir que é a verdadeira pedra de chumbo, não uma das tantas pedras pesadas que os deuses semearam pelas montanhas para enganar o homem. [...]

Nossa arte faz enriquecer, mas faz morrer na juventude. Alguns dizem que isto ocorre porque o metal entra no sangue e o debilita pouco a pouco; outros pensam ser uma vingança dos deuses, mas, de todo modo, a nós Rodmund importa pouco que nossa vida seja curta, porque somos ricos, respeitados e corremos o mundo [...].

LEVI, Primo. *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994. p. 85-86.

Com base na leitura desse texto, responda às questões:

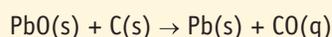
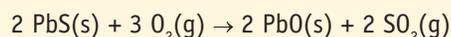
1. A que tipo de atividade humana se refere o texto?
2. Que relação você percebe entre o tipo de atividade expressa no texto e a saúde daqueles que a realizam?
3. Sabendo que o metal chumbo reage lentamente com água e rapidamente com ácidos originando íons  $Pb^{2+}$ , como, em sua opinião, o elemento químico chumbo poderia chegar ao sangue daqueles que trabalham com ele?

## O CHUMBO E O SATURNISMO

Para estudar características do saturnismo, vamos primeiro conhecer mais sobre o chumbo, seus compostos e suas utilizações.

O chumbo (Pb), conhecido desde a Antiguidade, é um metal de cor cinza, muito denso ( $11,4 \text{ g/cm}^3$ ), de dureza baixa (pode ser riscado com a unha), flexível (facilmente dobrável) e que se funde a  $327 \text{ }^\circ\text{C}$ . É obtido a partir do mineral galena (sulfeto de chumbo,  $PbS$ ).

A sequência de reações químicas que levam à obtenção de chumbo com base na galena é a seguinte:



O metal chumbo assim obtido é utilizado na fabricação de diversos produtos que utilizam ligas metálicas e compostos desse material, entre eles os que estão ilustrados nas imagens a seguir.



## LER IMAGENS

Manuel Lourenco/Olhar Imagem



O vidro utilizado na produção de utensílios de cristal contém dióxido de chumbo. É esse óxido que propicia o brilho característico dos vidros conhecidos como cristais.

ECSantos



As soldas e os fusíveis utilizados em circuitos elétricos e eletrônicos são ligas metálicas constituídas por chumbo e estanho em diferentes proporções.

© Tom Stewart/Corbis/DC/Latinstock



O chumbo bloqueia a passagem de raios X. Por isso, é utilizado em aventais de proteção radiológica.

Além das aplicações do chumbo exemplificadas nas imagens, há muitas outras. Quais você conhece ou já ouviu falar?

## ○ SATURNISMO

Os trabalhadores de mineradoras e de indústrias que produzem, reciclam ou utilizam chumbo e seus compostos, bem como aqueles que sobrevivem coletando objetos de lixões e aterros são os que estão mais expostos ao saturnismo.

Encontram-se, na literatura científica, duas versões para a origem do nome **saturnismo** relacionadas às intoxicações por chumbo:

- os romanos antigos idolatravam o deus Saturno, pois acreditavam que ele os presenteara com o chumbo, metal com o qual puderam construir aquedutos e produzir acetato de chumbo, que utilizavam para adocicar o vinho e
- os alquimistas associavam os metais a planetas e a astros celestes: o chumbo, por exemplo, era associado ao planeta Saturno; o ouro, ao Sol; e a prata, à Lua.

O saturnismo pode ser decorrente de **intoxicação aguda** ou **intoxicação crônica**. A intoxicação aguda resulta da exposição a concentrações da substância tóxica suficientemente altas para gerar rapidamente os sintomas dela decorrentes.

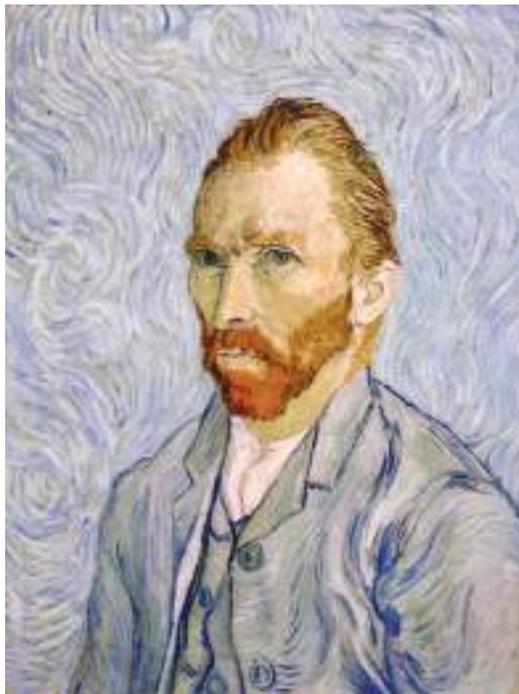
Já a intoxicação crônica resulta da exposição contínua à substância tóxica em concentrações insuficientes para gerar os sintomas imediatamente, mas levando, pouco a pouco, ao acúmulo da substância no organismo, desencadeando, com o tempo, o aparecimento dos sintomas.

No caso do chumbo e seus compostos, esses sintomas estão indicados na tabela a seguir.

Tipo de intoxicação	Como ocorre	Sintomas
Aguda	Por ingestão de compostos de chumbo solúveis ou rapidamente absorvidos pelo organismo.	Gosto metálico na boca, dores abdominais, vômitos, diarreia, fezes pretas, oligúria (diminuição do volume de urina), colapso, coma e morte.
Crônica	Por inalação contínua de partículas que contêm chumbo, ingestão de pequenas doses ou absorção pela pele.	<b>Iniciais:</b> perda de apetite, perda de peso, apatia ou irritabilidade, vômitos ocasionais, fadiga, dores de cabeça, fraqueza, gosto metálico na boca, linha plúmbica nas gengivas (gengivas azuladas) e anemia. <b>Mais avançados:</b> vômitos intermitentes, irritabilidade, nervosismo, falta de coordenação motora, dores nos braços, pernas e abdome, falta de sensibilidade nas extremidades das mãos e dos pés, paralisia de músculos dos braços e das pernas, distúrbios do ciclo menstrual e aborto. <b>Graves:</b> vômitos persistentes, irritabilidade, nervosismo, danos cerebrais (com distúrbios da visão), pressão sanguínea elevada, delírio, convulsões, coma e morte.

Fonte: DREISBACH, Robert H. *Manual de envenenamentos*. São Paulo: Atheneu/Edusp, 1975.

As imagens seguintes mostram algumas das vítimas do saturnismo na História.



Musée d'Orsay, Paris

**Autrorretrato (1889)**, de Vincent van Gogh (1853-1890), óleo sobre tela, 65 × 54,5 cm, 1889. Van Gogh e outros pintores foram intoxicados por pigmentos à base de compostos de chumbo presentes nas tintas.



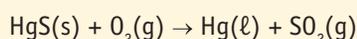
Museu do Louvre, Paris

**Busto do Imperador Calígula (c. 12-41 d.C.)**, em mármore, com 47 cm de altura (c. 31-38 d.C.). Calígula e outros imperadores romanos foram vítimas do saturnismo por conta do acetato de chumbo com que adocicavam o vinho.

## O MERCÚRIO E O HIDRARGIRISMO

O mercúrio (Hg) é um metal líquido nas condições ambientais, de cor branca e muito brilhante, bom condutor de corrente elétrica. É um metal muito denso ( $13,6 \text{ g/cm}^3$ ) e, assim como o chumbo, conhecido desde a Antiguidade. É facilmente obtido a partir do mineral cinábrio (HgS).

Para obter o mercúrio a partir do cinábrio, basta aquecer o mineral na presença de ar – de acordo com a reação a seguir:



CC: Minerals/Alamy/otherimages



Amostra do mineral cinábrio, principal fonte de mercúrio.

Imagens: EC Santos



Vapor de mercúrio é utilizado no interior de lâmpadas fluorescentes.



O mercúrio é um metal que se dilata acentuadamente com o aumento de temperatura, por isso é utilizado em termômetros.

As imagens ao lado mostram algumas das utilizações do mercúrio. Além dessas utilizações, o mercúrio ainda é usado em amálgamas para restaurações dentárias, popularmente conhecidas como “obturações”.

Entretanto, esse uso está diminuindo, pois os amálgamas vêm sendo substituídos por resinas compostas, que são polímeros. É também empregado na indústria de cloro e de soda cáustica.

Até pouco tempo atrás, compostos de mercúrio foram também amplamente empregados em antissépticos, como o merbromino (mercurocromo) e o timerosal (mertiolato).

Atualmente, o emprego desses compostos em medicamentos está proibido no Brasil, e os fabricantes tiveram de modificar as formulações de seus medicamentos.

### ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

#### Técnico em segurança do trabalho

Esse profissional atua fundamentalmente na redução ou eliminação de riscos associados à segurança do trabalho. Para isso, deve dominar uma lista de processos e procedimentos: identificar e avaliar os fatores de risco nos ambientes de trabalho, conhecer fundamentos de prevenção à saúde, elaborar normas de prevenção de acidentes do trabalho, aplicar princípios ergonômicos na realização do trabalho, analisar e estabelecer critérios para escolha

de equipamentos de proteção individual e coletiva, entre outros. Deve conhecer e estimular o funcionamento e a organização da Cipa (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), assim como identificar medidas de segurança no armazenamento, transporte e manuseio de produtos. Deve garantir o bem-estar e a segurança dos trabalhadores de acordo com a legislação e as normas técnicas de segurança do trabalho vigentes.

**Formação escolar exigida:** Curso técnico (em média 2 anos).

**Área de atuação:** Esse profissional poderá atuar nos mais variados setores, como ramos industriais (metalomecânica, têxtil, siderúrgica, petroquímica, de construção civil, eletroeletrônica, extrativa, de transformação, entre outras). Atua também em serviços públicos de geração ou abastecimento de gás, água, eletricidade, transportes, além de comércio e serviços.

## HIDRARGIRISMO

Hidrargirismo é o nome que se dá à intoxicação por mercúrio e seus compostos. Esse nome vem da antiga denominação do mercúrio: hidrargírio (do grego *hydrargyros*, que quer dizer “prata líquida”). É por isso que o símbolo químico do mercúrio é Hg.

Qualquer amostra de mercúrio metálico (Hg) vaporiza-se em pequenas quantidades nas condições do ambiente, suficientes para causar intoxicação por inalação. A principal causa de intoxicação por mercúrio metálico é sua absorção pelos pulmões.

Uma vez absorvido, ele é transformado em íons  $Hg^{2+}$  nos glóbulos vermelhos e nos tecidos, distribuindo-se no organismo pela corrente sanguínea. Esses íons podem formar compostos de mercúrio que se acumulam nos tecidos.

Os compostos de mercúrio solúveis em água são extremamente tóxicos e podem ser fatais se ingeridos mesmo em doses muito baixas.

Algumas características das intoxicações causadas por mercúrio e seus compostos são:

Tipo de intoxicação	Como ocorre	Sintomas
Aguda	1. Por ingestão de compostos solúveis de mercúrio. 2. Por inalação de altas concentrações de vapores de mercúrio e de compostos de mercúrio voláteis (que se vaporizam facilmente).	1. Gosto metálico na boca, sede, dores abdominais acentuadas, vômitos e diarreia sanguinolenta, o fluxo urinário diminui ou para de 1 dia até 2 semanas após a ingestão. A morte ocorre por falência dos rins. 2. Estomatite, salivação, gosto metálico na boca, diarreia, pneumonite, insuficiência renal, efeitos no sistema nervoso central, como tonturas, falta de coordenação, fala atrapalhada e convulsões, muitas vezes fatais.
Crônica	Por inalação contínua de vapores ou de compostos de mercúrio em baixas concentrações, por ingestão de pequenas concentrações (em alimentos, por exemplo), ou por sua absorção pela pele.	Sintomas variados, como tremores, salivação, estomatite, perda de dentes, linha azulada nas gengivas, dor e perda de sensibilidade nas extremidades das mãos e dos pés, nefrite, diarreia, ansiedade, dores de cabeça, perda de peso, perda de apetite, depressão mental, alucinações, problemas mentais graves.

Fonte: DREISBACH, Robert H. *Manual de envenenamentos*. São Paulo: Atheneu/Edusp, 1975.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- UFABC (2006)

#### O que fazer com as pilhas e baterias usadas?

*Há pilhas e baterias que podem ser descartadas no lixo doméstico comum. Outras, entretanto, devem ser devolvidas ao fabricante ou importador. Veja mais a seguir.*

*As pilhas alcalinas e comuns que contêm compostos de zinco e de manganês podem ir para o lixo comum. Entretanto, certas pilhas e baterias recarregáveis devem ter outro descarte, conforme:*

*Resoluções conama: no 257, ano:1999 – “estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambiental- mente adequados” – data da legislação: 30.06.1999 – Publicação dou: 22.07.1999.*

Essa diferença de descarte deve-se, entre outras razões, ao fato dos compostos de chumbo, cádmio e mercúrio, quando comparados aos de zinco e de man- ganês, serem

- a) mais tóxicos e bioacumulativos.
- b) menos tóxicos e bioacumulativos.
- c) mais tóxicos e de maior densidade.
- d) menos tóxicos e de maior densidade.
- e) menos tóxicos e de menor densidade.

Nos últimos anos, muito se tem falado a respeito do aquecimento global, da urgência de se buscar fontes renováveis de energia, da preservação ambiental e da necessidade de mudar os hábitos de consumo da população. Mas nem sempre foi assim.

A história do desenvolvimento tecnológico moderno nos mostra que a preocupação com a questão ambiental esteve ausente no período que vai da Revolução Industrial, no século XVIII, até bem recentemente, no final do século XX.



Clóvis Ferreira/Pulsar Imagens

Chaminés poluentes em Americana (SP), 2012.

Hoje em dia, governos e estudiosos de diversas áreas têm realizado encontros internacionais para analisar os impactos da ação humana sobre o ambiente, principalmente no século XX. A Conferência de Cúpula da Organização das Nações Unidas (ONU), Cúpula da Terra, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 (a Rio-92, ou ECO-92, como ficou mais conhecida) apresentou a **Agenda-21**, uma lista de compromissos das nações para, no século XXI, promover o desenvolvimento sustentável.

Como consequência dessa agenda, foi realizado, em 1995, um encontro que culminou com o chamado **Protocolo de Quioto**, que propõe às nações uma redução percentual na emissão de gases de efeito estufa.

### Sustentabilidade

Sustentabilidade é o equilíbrio nas relações entre produção e consumo. Assim, uma sociedade sustentável é: “aquela que vive e se desenvolve integrada à natureza, considerando-a um bem comum. Respeita a diversidade biológica e socio-cultural da vida. Está centrada no pleno exercício responsável e, consequentemente, na cidadania, com a distribuição equitativa da riqueza que gera. Não utiliza mais do que pode ser renovado e favorece condições dignas de vida para as gerações atuais e futuras”.

Fonte: RODRIGUES, Vera Regina. *Muda o mundo, Raimundo! Educação Ambiental no Ensino Básico do Brasil*. Brasília: World Wildlife Fund (WWF), 1996. p. 159.



Congestionamento na Avenida São Luís Rei de França, em São Luís (MA), 2010.



Queimada em território de etnia Kolapolo, no parque indígena do Xingu (MT), em 2011.

Indústrias e automóveis são as duas maiores fontes de gases de efeito estufa no meio urbano. Já no meio rural e em áreas florestais, são as queimadas, muitas vezes criminosas, para plantio ou desmatamento, as principais fontes de emissão.

Neste capítulo, vamos conhecer um pouco do processo que originou o modo de produção industrial contemporâneo e que, executado intensivamente e por tanto tempo, tem produzido o estado de atenção socioambiental pelo qual passamos. A partir das máquinas térmicas, pilares da Revolução Industrial, estudaremos alguns dos fundamentos da física térmica.

#### PESQUISAR

1. Procure em diferentes fontes, como revistas, jornais, enciclopédias, livros, internet etc., os diversos fatores que contribuem para o efeito estufa.
2. Pergunte a algumas pessoas se elas sabem o que é o efeito estufa, se gostariam de que ele acabasse e por quê.
3. Com base nos seus conhecimentos, você saberia dizer que consequências o fim do efeito estufa acarretaria para o planeta?
4. De que modo a emissão de poluentes num lugar afeta localidades distantes dali? Cite exemplos.

## O MEIO AMBIENTE É “GLOBALIZADO” POR NATUREZA

Vivemos em um mundo interdependente. Todos habitamos o mesmo planeta, e os ciclos da natureza, os ventos, os rios e as correntes marítimas não respeitam os limites territoriais estabelecidos pelos países. Sendo assim, eventos ocorridos em determinado local e que, de algum modo, afetem ciclos naturais podem gerar problemas em outros países.

O clima da Terra está em constante modificação por diversas razões. Fatores naturais como a variabilidade da atividade solar e da órbita da Terra, as mudanças das correntes oceânicas como o fenômeno El Niño, a composição da atmosfera e as atividades vulcânicas, entre outros, afetam o clima



Em todas as partes do planeta, áreas antes permanentemente geladas estão diminuindo paulatinamente. Na Europa, as geleiras alpinas têm passado por mudanças dramáticas nos últimos anos. De 1850 a 1975, elas perderam quase a metade do seu volume e um terço da superfície. Desde 1975, seu volume de gelo se reduziu de 20% a 30%. Acima, observamos a redução das geleiras nos Alpes franceses, em uma região chamada Passo dos Montets, próxima ao Mont Blanc, na fronteira da França com a Suíça.

do planeta em escalas de tempo muito distintas e até de formas muito mais intensas do que a ação humana. Entretanto, estudos recentes mostram que o aumento da poluição e do desmatamento tem contribuído de forma significativa para uma mudança dramática no ciclo climático do planeta.

O Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), patrocinado pela ONU, alerta que, se as ações de contenção da emissão de gases poluentes não começarem agora, em algumas décadas 150 milhões de pessoas terão suas casas em regiões costeiras inundadas pelo aumento do nível dos oceanos, em razão do derretimento das geleiras.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

- Enem (1998) Um dos índices de qualidade do ar diz respeito à concentração de monóxido de carbono (CO), pois esse gás pode causar vários danos à saúde. As tabelas abaixo mostram a relação entre a qualidade do ar e a concentração de CO e os efeitos do CO sobre os seres humanos.

Qualidade do ar	Concentração de CO – ppm* (média de 8h)
Inadequada	15 a 30
Péssima	30 a 40
Crítica	Acima de 40

\* ppm (parte por milhão) = 1 micrograma de CO por grama de ar  $10^{-10}$  g

Concentração de CO (ppm)	Sintomas em seres humanos
10	Nenhum
15	Diminuição da capacidade visual
60	Dores de cabeça
100	Tonturas, fraqueza muscular
270	Inconsciência
800	Morte

Suponha que você tenha lido em um jornal que, na cidade de São Paulo, foi atingido um péssimo nível de qualidade do ar. Uma pessoa que estivesse nessa área poderia:

- a) não apresentar nenhum sintoma.      b) ter sua capacidade visual alterada.      c) apresentar fraqueza muscular e tontura.      d) ficar inconsciente.      e) morrer.

## TUDO COMEÇOU COM UMA REVOLUÇÃO QUE PERDURA AINDA HOJE

O momento que deu início às transformações técnicas e econômicas que consagraram o processo de produção capitalista é conhecido como **Revolução Industrial**. Esse evento determinou o nosso modo de vida atual, assim como a maneira com que temos nos relacionado com a natureza.

Foi uma época de enormes progressos técnicos em diversos setores, que resultaram no advento das grandes máquinas barulhentas e fumegantes. A fabricação de produtos em série trouxe significativas transformações sociais, como a passagem da sociedade rural para sociedade urbana e a do trabalho artesanal manufatureiro para o trabalho assalariado das fábricas. Historiadores costumam datar o início da Revolução Industrial em 1760, com o desenvolvimento da indústria têxtil e da indústria do aço.

O carvão mineral, fundamental para a indústria do aço em pleno desenvolvimento na Inglaterra, era extraído de minas cada vez mais profundas. As primeiras máquinas a vapor serviam para retirar a água que se acumulava nessas minas, e, depois, o próprio carvão foi

utilizado como fonte de energia para transporte desse minério em locomotivas a vapor. Esse foi o **primeiro período** da Revolução Industrial.

O **segundo período** dessa revolução iniciou-se a partir de 1850, quando a industrialização se estendeu a outros países da Europa e à América do Norte, sendo o petróleo e a eletricidade as principais fontes de energia. Nesse momento, a indústria metalúrgica desenvolveu-se mais ainda, fornecendo aço às estradas de ferro e permitindo a construção de grandes pontes, túneis e enormes arranha-céus. Tudo isso modificou a paisagem urbana, deixando-a do modo como a conhecemos hoje.

A segunda década do século XX marcou o início do **terceiro período** dessa “revolução inacabada”, momento em que a indústria se aperfeiçoou e se expandiu em escala mundial, com o advento das linhas de montagem. Surgem também novas formas de energia, como a nuclear.

Hoje em dia temos vivenciado um vertiginoso desenvolvimento nas tecnologias da comunicação e da informação. É nessa fase que vem se intensificando o processo hoje chamado de **globalização**, fenômeno capitalista complexo que começou na época dos descobrimentos e que se desenvolveu a partir da Revolução Industrial.



O motor à combustão interna foi desenvolvido em meados do século XIX, propiciando o desenvolvimento do automóvel. Foi na indústria automobilística que as principais técnicas de produção em série foram desenvolvidas, com a implementação das linhas de montagem por Henry Ford, nos Estados Unidos, no início do século XX (a imagem acima é de 1900). Com isso, foi possível baixar os custos de produção e popularizar o automóvel.



Em 1812, foi descoberta a possibilidade de se acionar carros por meio de máquinas a vapor móveis (locomotivas). Com isso, podia-se ligar uma mina de carvão distante dos rios até um porto marítimo por uma ferrovia e assim exportar o produto. Foi o que contribuiu para a expansão das exportações britânicas de aço e carvão, impulsionando a abertura de novos mercados. No Brasil, a industrialização ocorreu bem mais tarde, no início do século XX.

#### PARA REFLETIR I

1. Faça um relato de um dia típico seu, desde a hora de acordar até o momento de ir dormir, destacando todas as situações em que você utiliza direta ou indiretamente máquinas ou dispositivos que controlam o calor e a temperatura.
2. A partir do seu relato, construa outro realizando exatamente o mesmo roteiro, mas sem o auxílio de nenhuma das máquinas ou dispositivos térmicos de seu relato anterior.
3. Que impactos essas máquinas e dispositivos térmicos causam no dia a dia das pessoas?
4. Você saberia explicar o funcionamento de algumas dessas máquinas?

## O FUNCIONAMENTO DAS MÁQUINAS TÉRMICAS

As máquinas nada mais são do que dispositivos que transformam energia de acordo com a necessidade. Neste capítulo, nos concentraremos em estudar as máquinas térmicas, protagonistas dos primórdios da Revolução Industrial. Elas transformam a energia química de um combustível em trabalho mecânico, ou seja, em movimento.

Vamos estudar dois tipos de máquinas térmicas: a **turbina a vapor**, empregada em geradores de eletricidade, e o **motor a explosão interna**, utilizado nos automóveis. Com eles, poderemos conhecer outros conceitos relacionados ao comportamento térmico de substâncias que são largamente empregadas em dispositivos para controlar o calor e a temperatura.

### DEBATER

1. Que tipos de combustíveis podem ser utilizados numa usina termoeletrica? O que esses combustíveis aquecem?
2. De que modo se consegue produzir eletricidade a partir da queima dos combustíveis numa usina termoeletrica?
3. O que significa pressão atmosférica? Qual a relação disso com o fato de os jogadores brasileiros se sentirem mais cansados numa partida disputada em cidades com grande altitude?

## A TURBINA A VAPOR

Tanto o motor a combustão interna quanto a turbina a vapor transformam a energia química de um combustível em energia mecânica, mas a grande diferença entre eles é o fato de, na turbina a vapor, a substância de operação (água) ser reaproveitada em um ciclo fechado, diferentemente da gasolina ou do álcool no motor a combustão, que, depois de queimado, tem seu resíduo expulso pelo escapamento. Tomando uma turbina como exemplo, podemos ver melhor como a **conservação da energia acontece**.

A figura a seguir é um esquema de uma usina termoeletrica. Olhe bem para ela e diga que transformações de energia ocorrem nesta máquina térmica.



Na turbina a vapor, a água é aquecida na caldeira em razão da queima externa de algum combustível: carvão, gás, biomassa, derivados de petróleo ou energia nuclear.

O vapor de água aquecido até cerca de 300 °C segue sob forte pressão por uma tubulação que dá num conjunto de hélices da turbina. Ali o vapor transfere parte de sua energia cinética para o giro da turbina.

Com isso, o vapor tem sua pressão e temperatura diminuídas, seguindo por uma tubulação até o condensador. Nele, o vapor de água é resfriado ao circular por uma serpentina envolvida por água corrente.

Com essa troca de calor, o vapor de água se liquefaz a uma temperatura de 100 °C, empurrando novamente a água para a caldeira por uma bomba, completando e reiniciando o ciclo.

Em um ciclo completo da turbina a vapor, a energia que provém da queima do combustível é utilizada para aumentar a temperatura da substância de operação (água e vapor), promover a mudança de estado físico da água e realizar o trabalho de fazer a turbina girar.

Uma parte dessa energia também fica na água que circula externamente ao condensador, pois ela se aquece ao receber o calor do vapor. Podemos pensar, portanto, que, **em um ciclo completo, a energia se conserva.**

### O fluxo de energia nas mudanças de estado

A água é uma das raras substâncias que é encontrada na natureza nos três estados físicos: como vapor na atmosfera, líquido nos rios e mares e sólido nas geleiras. Embora qualquer substância possa ser sólida, líquida ou gasosa, produzir mudança de estado em algumas delas não é tarefa simples como acontece com a água.

Contudo, para todas as substâncias que sofrem transições de fase, valem os seguintes raciocínios:

1. Na  **fusão**  (passagem de sólido para líquido) e na  **evaporação**  (passagem do líquido para vapor) há sempre necessidade de se fornecer calor para a substância. Exemplos: o gelo fora da geladeira absorve o calor do ambiente à sua volta e derrete; quando estamos com calor, suamos e, para evaporar, esse suor absorve parte do calor do corpo, baixando nossa temperatura e dando-nos a sensação de frescor quando bate o vento.

2. Na  **solidificação**  (passagem do líquido para sólido) e na  **condensação**  (passagem do vapor para líquido), sempre é retirado calor das substâncias. Exemplos: a água colocada no congelador se solidifica, pois a geladeira, que é uma bomba de remover calor, retira tanta energia da água a ponto de ela trocar de estado; o orvalho da madrugada se forma em condições especiais, quando a temperatura das plantas e das superfícies fica menor que a temperatura do ar, fazendo condensar as moléculas de água presentes na atmosfera, que cede calor para essas superfícies mais frias.



Ilustração digital: Conexão Editorial

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

### Engenheiro hídrico

O trabalho desse profissional está associado a tudo que se refere à exploração, ao uso e à gestão dos recursos hídricos. Ele planeja e orienta a utilização das águas de bacias hidrográficas de acordo com suas características naturais. Deve identificar e buscar soluções para os eventuais impactos negativos que elas possam sofrer em função de atividades industriais, agrícolas ou de serviços. Também cuida da captação, do transporte, do uso e do

tratamento da água, respondendo pelos cálculos de disponibilidade hídrica das bacias. Participa de atividades de implantação de políticas públicas de controle de qualidade da água, inclusive no meio urbano, e da manutenção e recuperação de mananciais. Também cabe a ele elaborar projetos de redes de água e esgoto, de irrigação e drenagem. No setor de energia, atua na operação de reservatórios e no planejamento dos recursos hídricos.

**Formação escolar exigida:** Ensino superior completo (5 anos).

**Área de atuação:** O profissional dessa área pode atuar no setor público, planejando grandes obras como barragens, canais e transposição de águas, ou ainda na coleta e no tratamento da água. No setor privado, pode trabalhar na exploração de petróleo e água ou em consultorias ambientais. Se desejar, pode seguir a carreira acadêmica.

## A PRESSÃO ATMOSFÉRICA E AS MUDANÇAS SOB PRESSÃO

Quando ficamos com o corpo submerso na água, sentimos a pressão que a água exerce. Mesmo com a cabeça fora da água, sentimos dificuldade em respirar, pois parece que a água está apertando nossos pulmões. À medida que mergulhamos mais fundo, sentimos essa pressão sobre nosso corpo aumentar, como se a água nos “apertasse” mais fortemente. O mesmo acontece com o ar, pois vivemos num “oceano de ar”.

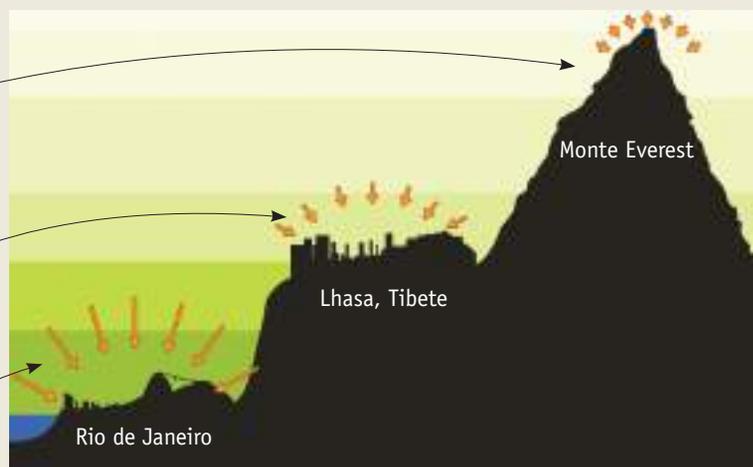
A atmosfera possui massa, portanto, também é atraída pelo campo gravitacional terrestre. Isso faz com que uma maior quantidade de ar fique mais concentrada nas regiões mais baixas, aumentando, assim, a pressão atmosférica nesses lugares. Quanto maior a altitude menor será a quantidade de ar existente e, conseqüentemente, menor será a pressão atmosférica.

Quando subimos ou descemos uma serra, sentimos desconforto nos ouvidos, pois a pressão atmosférica fora dos tímpanos fica diferente da pressão dentro dos ouvidos. Para igualá-las, costumamos bocejar ou mascar chicletes, fazendo entrar ou sair ar por um canal que liga o interior do ouvido com o fundo de nossa boca, igualando assim a pressão interna do ouvido com a pressão atmosférica.

Os gases tendem a ocupar espontaneamente as regiões de menor pressão. É graças a isso que respiramos. Ao ampliar o volume de nossa caixa torácica, abaixando o diafragma, fazemos com que a pressão dentro dos pulmões fique menor que a pressão atmosférica. O ar, então, entra dentro dos pulmões.

Ao expirar, realizamos o processo inverso, ou seja, diminuindo o volume da caixa torácica aumentamos a pressão dentro dos pulmões, fazendo o ar sair. Na turbina, quando o vapor de água é liquefeito no condensador, passa a ocupar um volume muito menor, diminuindo a pressão. Isso contribui para a manutenção do fluxo do vapor de água depois que ele passa pela turbina, onde a pressão é maior.

Altitude (m)	Pressão (cm Hg)
10 000	21
9 000	24
8 000	27
7 000	31
6 000	36
5 000	41
4 000	47
3 000	53
2 000	60
1 000	67
500	72
0	76



Fonte: Elaborados pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

A pressão atmosférica cai com o aumento da altitude. No Rio de Janeiro, a pressão atmosférica é normal (76 cm Hg). Em Lhasa, no Tibete, a 3 676 m do nível do mar, a pressão atmosférica cai para 47 cm Hg. No ponto mais alto da Terra, o monte Everest, a 8 848 m de altitude, a pressão atmosférica não ultrapassa 24 cm Hg. Um avião voando a 10 000 m de altitude, ou mais, necessita de uma pressurização eficiente dentro da cabine para prover ar suficiente a seus passageiros e tripulantes durante a viagem.

## PARA REFLETIR II

1. Utilizando o conceito de pressão atmosférica, você saberia explicar por que deve haver dois furos na lata de óleo para que ele saia com mais facilidade?
2. Explique o que ocorre quando tomamos refrigerante de canudinho.
3. Como o aspirador de pó funciona em relação à variação de pressão?
4. Usando o conceito de pressão, como você explica a formação dos ventos na natureza?

## COZINHANDO SOB PRESSÃO

Uma pessoa que mora na Cidade do México, situada a 2 240 m de altitude, percebe que a água ferve a 93 °C. Outra que mora em Mont Blanc, a 4 810 m do nível do mar, perceberá o mesmo fenômeno acontecer a 85 °C. No monte Everest, a água ferve a incríveis 72 °C. Quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica e menor também o ponto de ebulição da água.

Já dá para perceber por esses exemplos como é difícil cozinhar com uma panela aberta em grandes altitudes. Como a água deixa de aumentar a temperatura quando atinge o ponto de ebulição, quanto maior a altitude, menor será seu ponto de ebulição, sendo necessário, portanto, deixar o alimento cozinhando por mais tempo, gastando mais combustível.

Nesses locais, uma panela de pressão seria bastante útil, para não dizer necessária. Todos sabemos que cozinhar feijão numa panela simples demora muito mais que em uma panela de pressão. Com a panela de pressão, utilizamos a propriedade da variação do ponto de ebulição da água com a pressão a nosso favor, ou seja, facilitando o cozimento dos alimentos.

As tampas dessas panelas são bem vedadas e impedem que o vapor formado durante o aquecimento da água escape. A pressão do vapor de água dentro de uma panela de pressão pode chegar a 2 atm (152 cm Hg), fazendo a temperatura de ebulição da água subir para aproximadamente 120 °C. Assim, os alimentos cozinham mais rapidamente que em uma panela aberta, cuja temperatura máxima seria de 100 °C ao nível do mar.



panela aberta



panela de pressão

A temperatura máxima para cozimento obtida numa panela comum é a temperatura de ebulição da água. Contudo, consegue-se aumentar a temperatura de ebulição da água com a panela de pressão, fazendo o alimento cozinhar mais rapidamente e economizando gás.

Ilustrações digitais: Luis Moura

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Enem (2000) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo.

*A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3 700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.*

Revista Placar, fev. 1995. Adaptado.

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

- a) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
  - b) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
  - c) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
  - d) menor pressão e maior temperatura.
  - e) maior pressão e menor temperatura.
2. Enem (1999) Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento:
- a) será maior porque a panela “esfria”.
  - b) será menor, pois diminui a perda de água.
  - c) será maior, pois a pressão diminui.
  - d) será maior, pois a evaporação diminui.
  - e) não será alterado, pois a temperatura não varia.

## AS LEIS DA TERMODINÂMICA E O RENDIMENTO DAS MÁQUINAS TÉRMICAS

Nos primórdios dos estudos sobre o calor, no início do século XIX, pensava-se que ele fosse uma espécie de fluido, chamado de **calórico**, que sempre passava de uma fonte quente para uma fonte fria. Sabe-se hoje que o calórico não existe e que, portanto, o calor não é uma substância, mas sim um processo de transferência de energia térmica.

**Os corpos sempre trocam energia térmica entre si todo o tempo, podendo variar suas temperaturas.** Quando o equilíbrio térmico é atingido a uma temperatura intermediária, as trocas de calor continuam acontecendo, mas de um modo que as temperaturas não mais se modifiquem. Se quisermos modificar as temperaturas desses corpos, precisamos injetar energia no processo. Basta pensarmos por que a geladeira consome energia ao bombear a energia térmica de dentro para fora dela. Podemos pensar que fora dela está mais quente do que dentro.

Para fazer a energia térmica ir prioritariamente de dentro para fora da geladeira, é necessário injetar energia elétrica por meio do motor. Se pararmos de fornecer energia ao motor, com o tempo, os alimentos dentro da geladeira ficarão espontaneamente à mesma temperatura do ambiente de fora.

A experiência e a teoria da física térmica mostram que **é impossível construir uma máquina que transforme todo o calor fornecido em trabalho**. Uma parte desse calor sempre é desperdiçada, seja aquecendo o ambiente, seja aquecendo as peças da máquina. Esse enunciado é conhecido como **2ª Lei da Termodinâmica**.

Sendo assim, o grande objetivo dos fabricantes de máquinas, desde o início da Revolução Industrial, sempre foi obter o **maior rendimento possível** de seu projeto. O rendimento real de um motor a explosão é algo em torno de 25%. Isso significa que dos 100%

de energia contida no combustível, as perdas mecânicas (~ 8% por causa do atrito das peças) e as perdas térmicas (~ 32% por causa da troca do calor do motor com o ambiente pelo sistema de refrigeração e ~ 35% por causa da energia interna dos gases de escape eliminados a altas temperaturas) totalizam aproximadamente 75%. Dá para imaginar o que significa isso em termos financeiros para o dono do carro?

O rendimento de uma turbina a vapor de usina termoelétrica varia de 16% a 30%. Motores a *diesel* usados em fábricas, locomotivas e caminhões possuem um rendimento que varia de 32% a 38%. São melhores, portanto, que os motores a álcool ou gasolina.

Na verdade, estamos falando da conservação da energia aplicada aos processos térmicos. No motor a gasolina, para 100 unidades de quantidade de **calor** ( $Q$ ) liberadas no momento da queima do combustível, apenas 25 unidades realizam **trabalho** ( $T$ ), e que 75 unidades são perdidas com a variação da **energia interna** ( $U$ ) do sistema. Matematicamente, podemos escrever:

$$Q = T + U$$

Essa relação é conhecida como **1ª Lei da Termodinâmica**.

Como deve ter dado para notar, gasta-se muita energia numa máquina térmica, e os combustíveis não são baratos. Daí a necessidade de se saber dimensionar o rendimento dessas máquinas. Definimos **rendimento** ( $\eta$  = letra grega “eta”) como a razão entre o trabalho produzido e a energia fornecida, ou seja:

$$\eta = \frac{T}{Q}$$

Se toda energia fornecida ao sistema fosse transformada em trabalho, o rendimento seria igual a 1 ou 100%. Contudo, como dissemos, isso nunca acontece.

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Uma máquina térmica recebe 1000 joules de energia na forma de calor e realiza um trabalho de 200 joules. Qual o rendimento percentual dessa máquina? Compare-a com uma outra que recebe a mesma energia mas realiza um trabalho de 350 joules. Qual é a mais eficiente?

---

---

---

2. Enem (2011)

*Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.*

SILVA, Francisco A. Madureira; CARVALHO JR., Gabriel Dias de. *Física térmica*. Belo Horizonte: Pax, 2009. Adaptado.

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

### PARA REFLETIR III

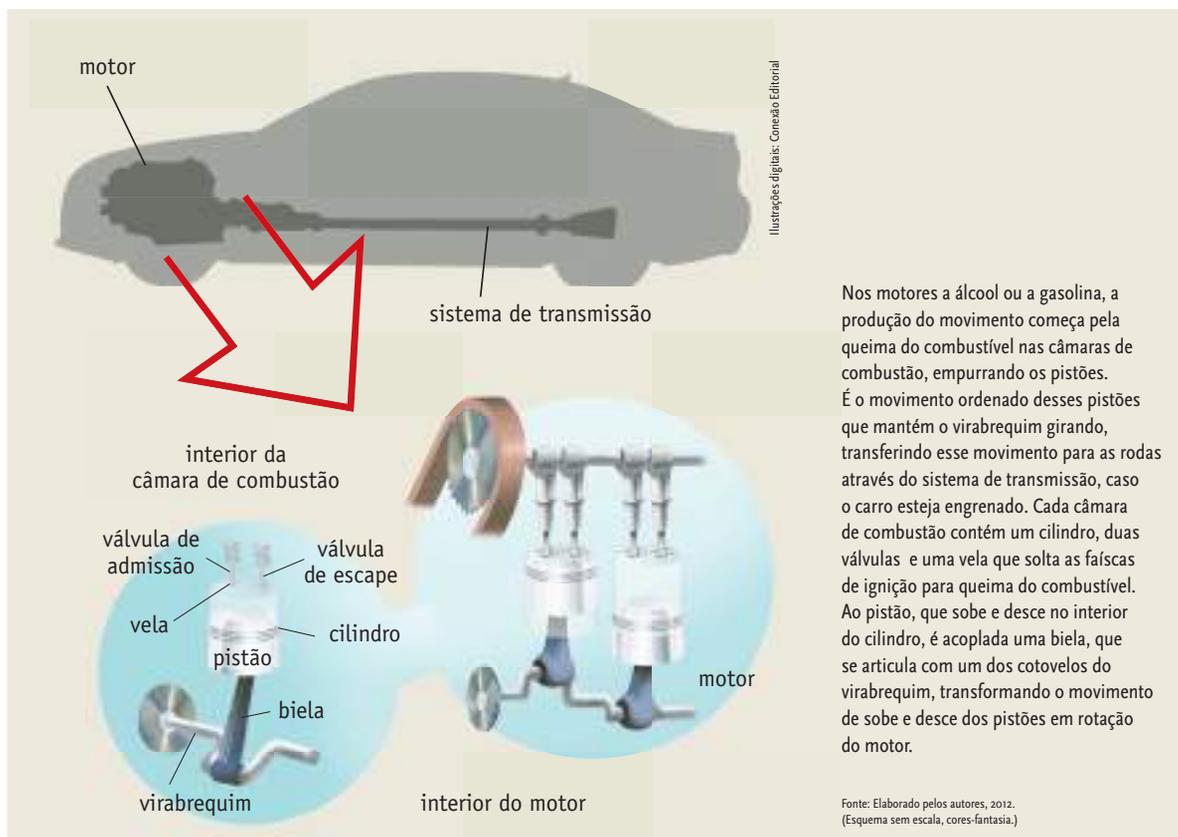
1. Quais eram os meios de transporte que as pessoas usavam antes dos trens e dos automóveis?
2. Quando se diz que um carro é mais potente que outro, o que significa isso na prática?
3. Como o combustível produz o movimento do motor do automóvel?
4. Como o movimento do motor do automóvel é transferido para as rodas?

## O MOTOR A EXPLOSÃO INTERNA: A POTÊNCIA QUE VEIO DOS CAVALOS

Antes da chegada dos motores a explosão interna, o trabalho na lavoura e o transporte de pessoas e cargas eram realizados por tração animal: bois (em atividades que necessitavam de mais força, como revolver a terra com arado) ou cavalos (quando se desejava velocidade nos deslocamentos, como em carroças e charretes). Quanto maior o número de cavalos puxando uma carroça, maior a sua potência, ou seja, maior a rapidez com que o movimento da carroça se modificava ao acelerar ou ao frear.

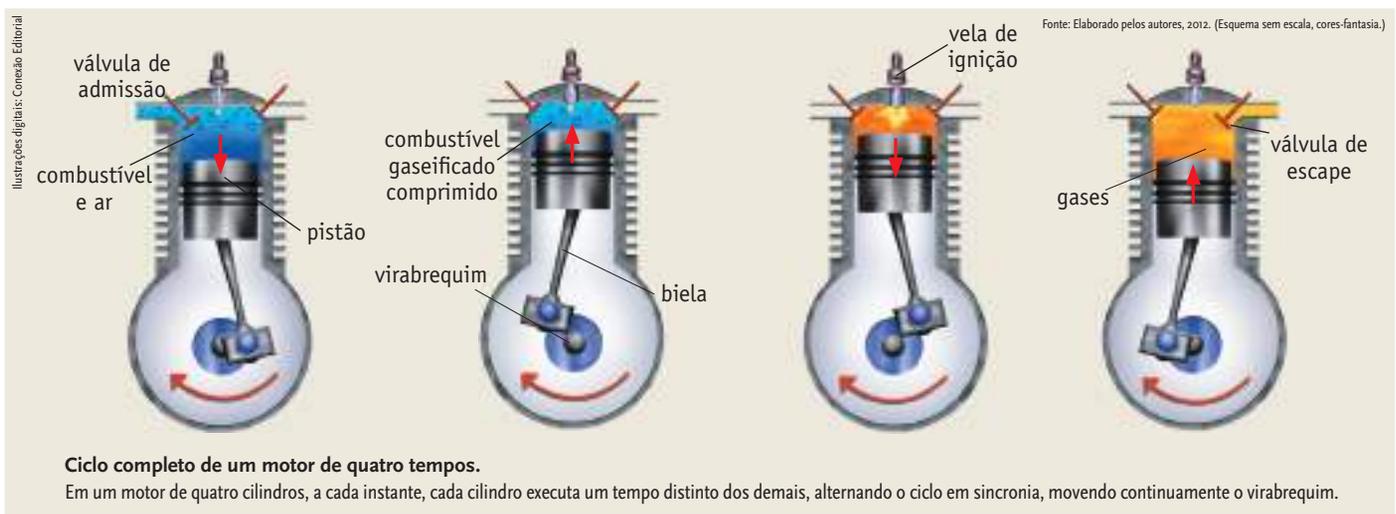
Essa ideia foi usada para comparar a potência das primeiras máquinas a vapor, no início de seu uso comercial. Ainda hoje se usam unidades como o **cavalo-vapor** (cv), para designar a potência dos motores de automóveis, ou o *horsepower* (hp = cavalo de força) especificando a potência de motores diversos, como de barcos, compressores etc. São formas de designar a potência do motor, ou seja, a rapidez com que eles realizam um trabalho.

Em qualquer tipo de motor a explosão, é a energia interna do combustível que produz movimento. A queima do combustível permite a transformação da energia química em energia cinética (de movimento), realizando o trabalho de mover o veículo.



Os motores dos veículos diferem entre si quanto ao seu ciclo de funcionamento – quatro ou dois tempos – e quanto ao combustível que utilizam – *diesel*, gasolina, álcool ou gás. Um motor de quatro tempos funciona da seguinte forma:

- **1º tempo: admissão** → Acionado pela biela e pelo virabrequim, o pistão é puxado para baixo e cria uma queda de pressão no cilindro, provocando a aspiração do combustível pulverizado misturado com ar pela abertura da válvula de admissão.
- **2º tempo: compressão** → Ao iniciar a subida do pistão, a válvula de admissão se fecha. O pistão, então, sobe comprimindo fortemente o combustível gaseificado na câmara de combustão, fazendo aumentar sua temperatura. Ao final desse tempo, o pistão se encontra na parte superior com as duas válvulas fechadas e os gases combustíveis comprimidos na câmara de compressão. Entre o início do 1º tempo e o final do 2º tempo, o virabrequim efetua uma rotação completa.
- **3º tempo: explosão** → A vela solta uma faísca dentro da câmara onde está o gás combustível comprimido, provocando sua explosão e uma grande variação de temperatura que, por sua vez, acarreta um grande aumento de pressão. Esse aumento de pressão empurra o pistão para baixo, transmitindo, dessa forma, uma força favorável à rotação do virabrequim.
- **4º tempo: escape** → Ao final do 3º tempo, a válvula de escape se abre e os gases resultantes da explosão escapam para o exterior do motor, sendo conduzidos para o escapamento do veículo. Depois de o pistão subir completamente, a válvula de escape é fechada e a de admissão é reaberta, dando início a um novo ciclo.



Entre o início do 3º tempo e o final do 4º tempo, o virabrequim efetua mais uma rotação completa.

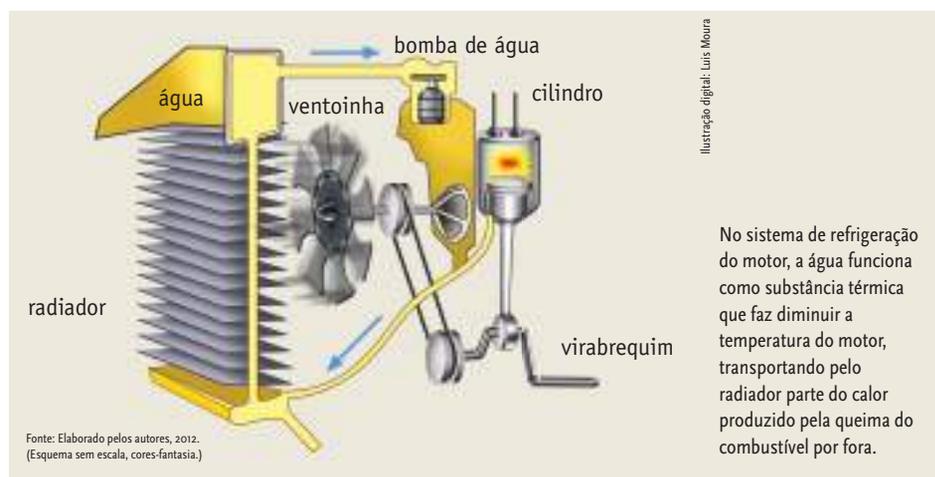
No motor de dois tempos, ocorrem apenas dois cursos do pistão em cada ciclo: a compressão e a explosão compreendem o 1º tempo e o escape e a admissão correspondem ao 2º tempo.

## REFRIGERANDO O MOTOR PARA ELE NÃO DERRETER

Nas câmaras de combustão dos motores, o combustível atinge altas temperaturas – cerca de 95 °C. Por conta disso, se os motores não forem refrigerados continuamente, suas peças fundem. Essa refrigeração pode ser feita pela circulação de água ou de ar, duas substâncias que se aquecem de maneira bastante diferente.

O ar troca calor com mais facilidade que a água. Portanto, se quisermos aumentar em 1 °C a temperatura de uma dessas substâncias, perceberemos que a água necessitará de mais energia para se aquecer que o ar.

O sistema de refrigeração do motor a ar é produzido por um ventilador (ventoinha) acionado pelo próprio motor, que joga ar nas proximidades dos cilindros. O ar que passa por ali retira o calor das peças do motor, diminuindo sua temperatura.



No sistema de refrigeração à água, os cilindros são permeados por canais onde circula a água. Bombeada do radiador para dentro do bloco do motor, a água absorve o calor dos cilindros e, depois de aquecida à aproximadamente 80°C, volta para o radiador.

Ao circular pela serpentina, a água é resfriada ao ceder calor para o ar. Há uma válvula que fecha quando a água está fria e abre automaticamente quando ela está quente.

A válvula e uma bomba de água controlam o fluxo contínuo da água pelo motor.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVROS



##### **CALOR: O MOTOR DAS REVOLUÇÕES**

Apresenta a evolução conceitual do calor, com seus personagens, além de discutir aspectos tecnológicos interessantes e atuais sobre o tema.

PINTO, Alexandre Custódio; LEITE, Cristina; SILVA, José Alves da. *Calor: o motor das revoluções*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000 (Projeto Escola e Cidadania – PEC).



##### **FÍSICA 2: FÍSICA TÉRMICA E ÓPTICA**

O livro consegue reunir o rigor conceitual da Física às aplicações tecnológicas vivenciadas no cotidiano dos alunos.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Física 2: Física térmica e óptica*. São Paulo: Edusp, 2007.

#### SITE



##### **LEITURAS DE FÍSICA: PARA LER, FAZER E PENSAR**

São apostilas que estão disponíveis no *site* do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP) e que contêm aulas baseadas nos livros do Gref.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Leituras de Física: para ler, fazer e pensar*. Disponível em: <[www.if.usp.br/gref/termodinamica.htm](http://www.if.usp.br/gref/termodinamica.htm)>. Acesso em: 9 jan. 2012.

#### FILME



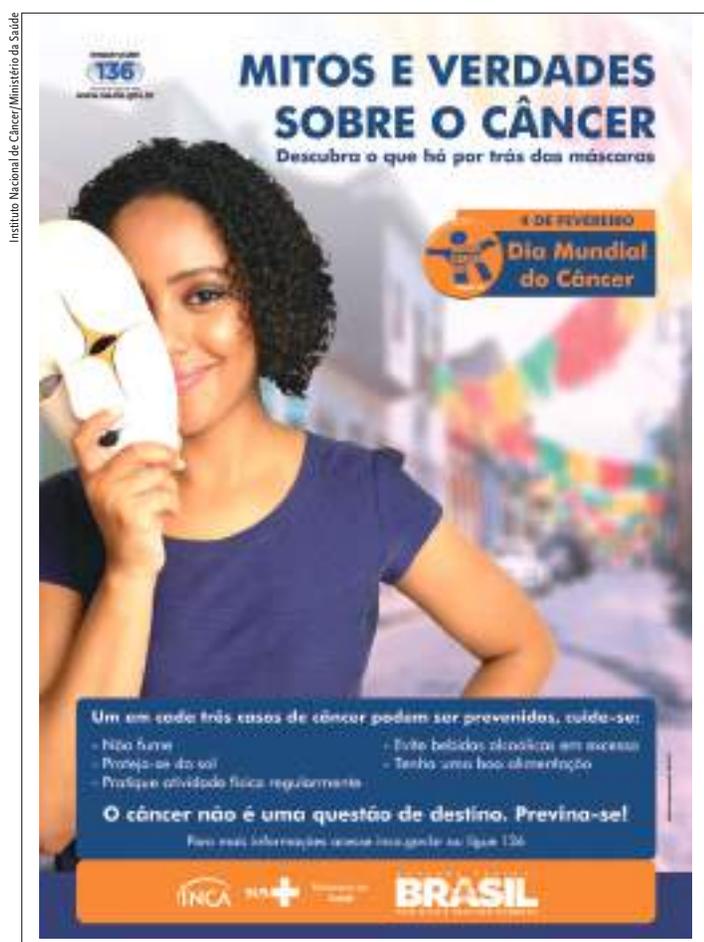
##### **KENOMA**

Trata-se da história de um homem que se dedica integralmente à criação de uma máquina que pudesse funcionar eternamente, sem precisar de energia extra – o moto-perpétuo.

Direção de Eliane Caffé. Brasil, 1998, 110 min.

Você se considera uma pessoa com saúde? E o que será que precisamos fazer para nos manter saudáveis? Analise o cartaz lançado pelo Ministério da Saúde para a prevenção de câncer.

## LER IMAGEM I



Cartaz com dicas de saúde para prevenção do câncer. A conscientização por meio de campanhas como esta é uma das formas de promoção da saúde do trabalhador.

**Você sabe o que é câncer?**

Os órgãos do nosso corpo são todos formados por pequenas estruturas que chamamos de células. Essas células se multiplicam e formam a pele, os pulmões, o estômago e outros órgãos.

Mas pode ser que essas células não mantenham seu padrão reprodutivo. De acordo com a definição do Instituto Nacional do Câncer (Inca), câncer é o nome dado a uma doença caracterizada pelo crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se (em um processo chamado metástase) para outras regiões do corpo.

Mais de cem doenças são classificadas como câncer, dependendo do tipo de célula, da velocidade de multiplicação ou da capacidade de invadir tecidos e órgãos vizinhos.

Um tumor é chamado de maligno quando as células se dividem muito rapidamente, de forma agressiva e sem controle. Por outro lado, o tumor é chamado de benigno quando as células se multiplicam devagar e são parecidas com seu tecido original, portanto, raramente apresentam um risco de vida à pessoa.

Para mais informações, consulte o site do Inca: <[www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br)>. Acesso em: 5 jan. 2012.

1. O objetivo do cartaz desta página é prevenir uma doença: o câncer. Que dicas devem ser seguidas por alguém que queira manter a saúde?
2. Quais orientações você segue em sua vida diária?
3. Caso você fosse produzir o cartaz de uma campanha para prevenir uma doença, que outros hábitos saudáveis você citaria?

## SAÚDE

Você já parou para pensar o que significa ter saúde? Geralmente, imaginamos que uma pessoa saudável é aquela sem doenças... Mas será que é mesmo só isso? Se uma mulher não está doente, mas trabalha dez horas por dia, gasta mais de duas horas no transporte de casa para o trabalho e não se alimenta de frutas e verduras, podemos mesmo dizer que ela tem saúde? E um homem que não pratica esportes, não vai ao médico regularmente e bebe muito? E uma criança que, para ajudar em casa, trabalha o dia todo fora e não tem tempo para brincar e se divertir?

Tão importante quanto consumir frutas e verduras, praticar esporte, evitar bebidas alcoólicas e cigarro e tomar sol pela manhã ou após as 16 horas é que cada pessoa não seja submetida a condições nocivas à sua saúde. Ônibus lotados, poluição do ar ou sonora, excesso de trabalho, falta de atendimento preventivo em postos de saúde, tudo isso são fatores que prejudicam a saúde das pessoas, mesmo que no momento elas não estejam aparentemente doentes.

Manter a saúde é primeiro uma decisão individual, pois é iniciativa de cada um optar por adquirir e manter hábitos saudáveis ou não. Pode também ser uma atitude de membros da família, principalmente para propiciar hábitos saudáveis a crianças e idosos dependentes. Não podemos deixar de considerar a condição social, pois fatores relacionados ao trabalho, ao lazer, ao ambiente e à família também influenciam muito a saúde do ser humano.



Fila de passageiros na parada de ônibus em São Paulo (SP), 2011.



Homem trabalhando em salina, em Cabo Frio (RJ), 2005.



Funcionários carregando sacas de café para o armazenamento em Cabo Verde (MG), 2011.

### PARA REFLETIR

1. Pergunte para dois ou três conhecidos o que significa para eles ter saúde ou ser uma pessoa saudável. Com essas opiniões, escreva a sua definição de saúde e depois a compare com a de outros colegas de classe.
2. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), em uma definição dos anos 1960, a saúde é “um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença”. Será que é possível alcançar esse estado completo? Você concorda com essa definição?
3. Compare a definição da OMS com a que se encontra na lei de 1988 que instituiu o Sistema Único de Saúde (SUS): “A saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer, o acesso aos bens e serviços essenciais; os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do país”. O que há de diferente?
4. Pensando na dimensão individual, que hábitos você tem que prejudicam a sua saúde?

## 5. Complete a tabela.

Condição social	O que diminui sua saúde?
Na família	
No trabalho	
Na cidade	

6. Em grupo, faça um grande cartaz com todos os hábitos individuais e com todas as condições sociais que prejudicam a saúde dos alunos. Para ilustrar, utilizem imagens de revistas, jornais ou outras fontes.
7. Depois de pronto o cartaz, escreva quais hábitos individuais podem ser mudados e como fazer para mudá-los e garantir uma saúde melhor.
8. Em grupo, debatam e façam uma lista de ações que permitam mudar aquilo que aparece no cartaz como fator que diminui a saúde dos alunos.
9. Pense em como seria o seu dia caso fosse possível atingir um nível de “bem-estar completo físico, mental e social”. Depois, escreva um texto explicando como seria esse seu dia ideal – da hora que você acorda até a hora que vai dormir, transformando todas as coisas diárias que afetam sua saúde.

## SAÚDE, UM DIREITO DE TODOS!

Você já ouviu falar que a saúde é um direito de todos? Antes da Constituição de 1988, a saúde pública era apenas para aqueles que trabalhavam com carteira assinada. Ou seja, pela Constituição anterior (escrita na época da ditadura militar), quem não era registrado não tinha direito de utilizar hospitais e prontos-socorros públicos.

A sociedade civil se organizou e batalhou muito para que a atual Constituição fosse bastante democrática, que beneficiasse a todos sem distinção de sexo, raça, religião ou orientação sexual. Diz o texto da Constituição:

Art. 6º – São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição.

A Constituição é a lei máxima de um país. E a nossa diz que a saúde é um direito de todos os cidadãos e cidadãs, ou seja, os governantes devem garantir que todo mundo receba do Estado condições para manter a sua saúde.

É com base nessa Constituição que se criou o Sistema Único de Saúde (SUS). Esse sistema tem como objetivo trabalhar na promoção da saúde do povo brasileiro. E isso não é um benefício, é lei!



## SAÚDE DO TRABALHADOR

Discutimos até aqui a saúde do povo brasileiro de forma geral. Agora vamos pensar na saúde de uma parte desse povo que precisa de atenção especial: o trabalhador. Por que devemos olhar mais atentamente para a saúde do trabalhador?

Vamos analisar a foto a seguir.

O trabalhador da foto está exposto a algum tipo de risco à saúde? Quais?

Como o trabalho é uma atividade que fazemos todos os dias durante muito tempo de



Ricardo Azeany/Pulsar Imagens

**Colheita manual de cana-de-açúcar, Campos dos Goytacazes (RJ), 2007.**

Esse tipo de trabalho expõe o ser humano a uma série de doenças e outros riscos à saúde. Como este, há muitos outros trabalhos que são insalubres.

nossa vida, não são poucas as possibilidades de que prejudique nossa saúde de alguma forma. Alguns trabalhos oferecem baixo risco de doenças, já em outros o risco é muito grande.

O porteiro de uma escola está muito menos exposto a riscos de acidentes de trabalho que um médico, que deve tomar uma série de cuidados para não se contaminar. Chamamos isso de grau de insalubridade: existem atividades mais insalubres (que podem causar mais danos à saúde) e menos insalubres (que oferecem menor risco à saúde).

Todos têm o direito de trabalhar para obter o sustento e viver com dignidade. O trabalho deve ser gerador da vida e não limitador. Deve nos possibilitar bem-estar físico, mental e social e não prejudicar nos-

sa saúde. Quando trabalhamos em alguma atividade insalubre – cujos riscos à saúde não podem ser evitados –, devemos obter orientação e equipamentos que nos protejam. Não há como diminuir o barulho de um trem, mas seu condutor também não precisa ficar surdo. Para poupar sua audição, ele deverá receber e usar protetores de ouvidos.

Você já sofreu algum acidente enquanto trabalhava ou conhece alguém que já passou por esse tipo de situação? No Brasil, calcula-se que ocorrem mil acidentes de trabalho por dia. Essa situação é muito séria, pois prejudica a vida de milhares de brasileiros e suas famílias. Afinal, os acidentes de trabalho podem causar doenças, incapacidades temporárias, mutilações e até mesmo mortes.

Qualquer acidente que ocorra durante o período de trabalho ou no transporte de ida ou de volta é considerado acidente de trabalho. O acidente pode causar lesões no corpo, perda das capacidades físicas ou mentais ou doenças.

Geralmente, é o próprio local de trabalho que apresenta as condições para que o acidente ocorra. Lugares muito frios ou muito quentes, com muito ruído ou poeira são alguns dos principais causadores de danos aos trabalhadores brasileiros.

A forma com que as atividades são realizadas também gera acidentes e prejuízos: repetição de um mesmo movimento por muito tempo, falta de manutenção de equipamentos, não utilização de acessórios para proteção, entre outros.

## 28 DE ABRIL – DIA MUNDIAL DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

Segundo o Ministério da Previdência Social, em 2010, aproximadamente 2,4% dos casos notificados de acidentes de trabalho resultaram em morte, o que corresponde a cerca de 16 800 pessoas. Mas isso não acontece só em nosso país. No mundo todo, os acidentes de trabalho são o principal problema dos órgãos que planejam as políticas públicas de saúde dos trabalhadores. É um problema tão grave que o dia 28 de abril foi escolhido como o Dia Mundial de Segurança e Saúde no Trabalho. Foi nessa data, no ano de 1969, que trabalhadores estadunidenses morreram na explosão de uma mina.

### LER IMAGENS II

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) são todos os equipamentos que devem ser utilizados para evitar riscos à saúde do trabalhador. Veja as figuras.

Concretagem da transposição do rio São Francisco, no município de Salgueiro (PE), em 2010.



Delfim Martins/Pulsar Imagens

Embalagens de agrotóxicos sendo lavadas em fazenda no município de Costa Rica (MS), em 2010.



Fernando Bueno/Pulsar Imagens

Equipamentos de soldagem de trilhos no canteiro de obras da ferrovia transnordestina, no município de Salgueiro (PE), em 2011.



Delfim Martins/Pulsar Imagens

É dever do empregador fornecer gratuitamente todos os EPIs para evitar acidentes e doenças de trabalho!

1. Quais EPIs estão sendo utilizados nas fotos?

.....

.....

2. Você já usou algum equipamento de proteção individual? Se sim, como se sentiu? Compartilhe sua experiência com a classe.
3. Abaixo estão listados o nome de doze dos principais EPIs. Identifique em que trabalho cada EPI pode ser utilizado.

capacete – capuz – óculos – máscara – protetor auditivo – respirador –  
colete – luva – creme – perneira – macacão – trava-quedas

.....

.....

.....

4. Pesquise quais são os deveres do trabalhador em relação aos EPIs.

## COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES – CIPA

Você já tinha ouvido falar em Cipa? Já participou de alguma atividade promovida por ela?

Cipa é uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. Toda empresa deve ter uma. Seu objetivo é levantar riscos e prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho. Ela é composta de um grupo de funcionários da empresa. Sua função é trabalhar com a educação dos trabalhadores, de modo a preservar sua saúde e bem-estar.

Verifica ainda as condições de trabalho e cobra dos empregadores que as leis de segurança do trabalho sejam cumpridas, bem como sugere modificações no espaço físico, nos métodos, nos equipamentos de trabalho e também nas atitudes.



As Cipas são comissões dentro das empresas que têm como objetivo promover melhores condições de trabalho aos empregados. Nessa placa, a Cipa informa o número de dias sem acidentes em uma fábrica.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVROS



##### SE ME DEIXAM FALAR...

O livro traz o relato de uma mulher boliviana, esposa de um mineiro, que conta a exploração a que seu povo foi submetido no final dos anos 1960. Narra detalhes de algumas doenças ocupacionais decorrentes das péssimas condições de trabalho e da luta pelos direitos e pelo fim da ditadura militar.

VIEZZER, Moema. *Se me deixam falar...* 15. ed. São Paulo: Global, 2003.

#### SITES



##### MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO

O site disponibiliza toda a legislação de interesse do trabalhador, inclusive as referentes às questões de saúde. Permite acessar as normas regulamentadoras dos EPIs, das Cipas e outras formas de prevenção dos acidentes e doenças de trabalho.

Disponível em: <[www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br)>. Acesso em: 6 jan. 2012.



##### PORTAL DA SAÚDE

Esse site do Ministério da Saúde traz informações gerais sobre o SUS, uma cartilha ilustrada dos direitos dos usuários do Sistema Único de Saúde, cartazes e folhetos de campanhas. Traz também legislação e outras publicações da área.

Disponível em: <[www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)>. Acesso em: 6 jan. 2012.

#### FILME



##### TERRA FRIA

O filme é baseado no primeiro caso judicial de assédio sexual dos Estados Unidos. A história se passa nos anos 1970 e narra o caso de uma mulher que vai trabalhar numa mina de ferro em sua cidade natal. O filme permite que se reflita sobre as condições insalubres de trabalho, o assédio moral e sexual, os prejuízos à saúde a que os trabalhadores são submetidos e o uso dos EPIs.

Direção de Niki Caro. Estados Unidos: Warner Bros Pictures, 2005, 123 min.

A Matemática é um importante instrumento de comunicação e leitura do mundo. Sem o manejo de certos códigos e técnicas do campo matemático, as pessoas podem ficar limitadas, tanto para usufruir como para interferir no desenvolvimento científico e tecnológico.

As situações cotidianas exigem de nós um alto nível de comunicação e, entre todos os recursos de que dispomos para isso, um dos mais eficientes é a linguagem. Além da linguagem verbal, utilizamos expressões resultantes de contagens ou de medidas (quando apresentamos uma “descrição numérica” daquilo a que estamos nos referindo).

Por exemplo, em um artigo jornalístico, um repórter explica que: “Segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 97,2% dos 48,4 milhões de domicílios brasileiros têm pelo menos uma televisão”. A seguir, ele ainda mostra uma imagem em que organiza os dados estatísticos na forma de uma ilustração, como a reproduzida abaixo:



Galileu Galilei (1564-1642), cientista italiano do século XVI, afirmou que o mundo foi escrito por Deus em linguagem matemática e compete ao sábio decifrá-la.

De fato, estar alfabetizado, neste século XXI, supõe saber ler e interpretar dados apresentados de maneira organizada, assim como construir representações, com a finalidade de formular e resolver problemas que impliquem o recolhimento de dados e a análise de informações.

A tabela 1 mostra como podemos organizar uma série de dados sobre a cesta básica e o tempo de trabalho necessário para que um trabalhador possa comprá-la.

Atualmente, há menos exigências de cálculo nas situações do cotidiano do que no passado, pois temos calculadoras, computadores, que não só fazem operações como registram fórmulas, constroem gráficos, entre outras coisas.

Ao mesmo tempo, o mundo em que vivemos está cada vez mais “matematizado”. Modelos matemáticos são usados em muitas áreas, tais como a engenharia, a tecnologia, a economia, os negócios, a medicina, as artes, as ciências humanas.

Tabela 1: Quanto se trabalha para comer Recife (PE) Dezembro de 2011						
Produtos	Quantidades	Gasto mensal		Variação anual	Tempo de trabalho <sup>(1)</sup>	
		Dezembro de 2010	Dezembro de 2011		Dezembro de 2010	Dezembro de 2011
Carne	4,5 kg	R\$ 68,04	R\$ 68,63	0,87%	29h21min	27h42min
Leite	6 L	R\$ 13,14	R\$ 14,22	8,22%	5h40min	5h44min
Feijão	4,5 kg	R\$ 21,11	R\$ 17,28	- 18,14%	9h06m	6h59min
Arroz	3,6 kg	R\$ 7,16	R\$ 7,31	2,09%	3h05min	2h57min
Farinha	3 kg	R\$ 6,87	R\$ 7,47	8,73%	2h58min	3h01min
Tomate	12 kg	R\$ 15,84	R\$ 20,88	31,82%	6h50min	8h26min
Pão	6 kg	R\$ 33,84	R\$ 36,30	7,27%	14h36min	14h39min
Café	300 g	R\$ 2,94	R\$ 3,69	25,51%	1h16min	1h29min
Banana	7,5 dúzias	R\$ 16,43	R\$ 16,73	1,83%	7h05min	6h45min
Açúcar	3 kg	R\$ 5,94	R\$ 6,42	8,08%	2h34min	2h35min
Óleo	900 mL	R\$ 2,99	R\$ 3,28	9,70%	1h17min	1h19min
Manteiga	750 g	R\$ 11,20	R\$ 13,78	23,04%	4h50m	5h34min
Total da Cesta		R\$ 205,50	R\$ 215,99	5,10%	88h39min	87h11min

(1) Tempo que o trabalhador que recebe salário-mínimo precisa trabalhar para comprar os alimentos da cesta básica (Decreto-lei nº 399, de 30 abr. 1938). Disponível em: <www.dieese.org.br/rel/rac/trajan12.xml#RECIFE>. Acesso em: 24 jan. 2012.

Hoje, a palavra **informação** é uma das mais usadas na sociedade e a enorme quantidade de informações produzidas, compiladas e divulgadas é uma das características de nosso tempo. Assim, temos de nos preparar para captar tais informações. Isso não era tão significativo no passado, quando uma minoria tinha acesso à televisão e não existiam satélites de comunicação, computadores pessoais e internet.

Outro aspecto que é considerado importante nesta era da informação é aquilo que chamamos de poluição informativa. Algumas vezes, as tabelas e gráficos são usados de forma parcial, induzindo as pessoas ao erro. De fato, na sociedade atual, é cada vez mais importante compreender para poder criticar a forma como a informação é processada e traduzida em conhecimento utilizável.

Neste capítulo, abordaremos a relação entre Matemática e mídia. A ideia é promover uma leitura crítica de informações veiculadas em tabelas e gráficos para que você seja capaz de analisar a validade e a pertinência daquilo que é publicado na televisão, nos jornais e nas revistas.

## TABELA: UMA FORMA DE MOSTRAR DADOS

Observe a tabela a seguir, que apresenta dados sobre a evolução do valor do salário-mínimo de maio de 1996 até 2013.

Tabela 2: Evolução do salário-mínimo					
Vigência	Valor	Ato que o fixou	Vigência	Valor	Ato que o fixou
Maio/1996	R\$ 112,00	Lei nº 9.971/2000	Maio/2005	R\$ 300,00	Lei nº 11.164/2005
Maio/1997	R\$ 120,00	Lei nº 9.971/2000	Abril/2006	R\$ 350,00	Medida Provisória nº 288/2006
Maio/1998	R\$ 130,00	Lei nº 9.971/2000	Abril/2007	R\$ 380,00	Lei nº 11.498/2007
Maio/1999	R\$ 136,00	Lei nº 9.971/2000	Março/2008	R\$ 415,00	Medida Provisória nº 421/2008
Abril/2000	R\$ 151,00	Lei nº 9.971/2000	Fevereiro/2009	R\$ 465,00	Medida Provisória nº 456/2009, de 30 jan. 2009
Abril/2001	R\$ 180,00	Medida Provisória nº 2.142/2001 e reedições	Janeiro/2010	R\$ 510,00	Medida Provisória nº 474/2009, de 23 dez. 2009
Abril/2002	R\$ 200,00	Lei nº 10.525/2002	Março/2011	R\$ 545,00	Lei nº 12.382/2011
Abril/2003	R\$ 240,00	Medida Provisória nº 116/2003	Janeiro/2012	R\$ 622,00	Decreto-lei nº 7.655/2011
Maio/2004	R\$ 260,00	Medida Provisória nº 182/2004	Janeiro/2013	R\$ 678,00	Decreto-lei nº 7.872/2012

Fonte: Tabela organizada a partir de dados do Portal Brasil. Disponível em: <[www.portalbrasil.net/salariominimo.htm](http://www.portalbrasil.net/salariominimo.htm)>. Acesso em: 7 jan. 2013.

Como já pudemos observar, a tabela é uma das primeiras maneiras de organizar dados. Ela é uma forma prática de apresentar informações. Aprender a ler e construir tabelas contribui muito para a organização do nosso raciocínio. Como você já estudou porcentagem, qual foi o aumento percentual do salário-mínimo, comparando o valor em 1996 e o valor em 2013?

## GRÁFICOS DE LINHAS

Os **gráficos de linhas** (ou de segmentos) têm como finalidade representar dados em intervalos de tempo. Os dados necessariamente precisam ser sequenciais, sem ausência de pontos. Podemos **plotar** uma ou mais sequências de dados no gráfico. Os gráficos de linhas podem ajudar a identificar ou prever tendências.

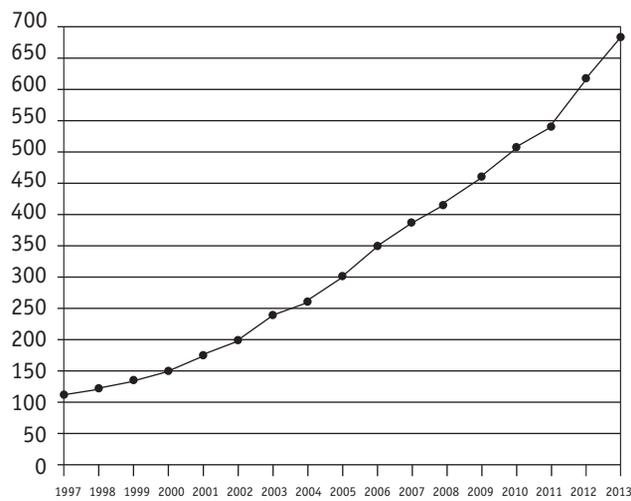
Observe os exemplos de gráficos de linhas elaborados com base na tabela 2:

### GLOSSÁRIO

**Plotar:** desenhar (uma imagem, especialmente um gráfico) baseado-se em informação fornecida como uma série de coordenadas.

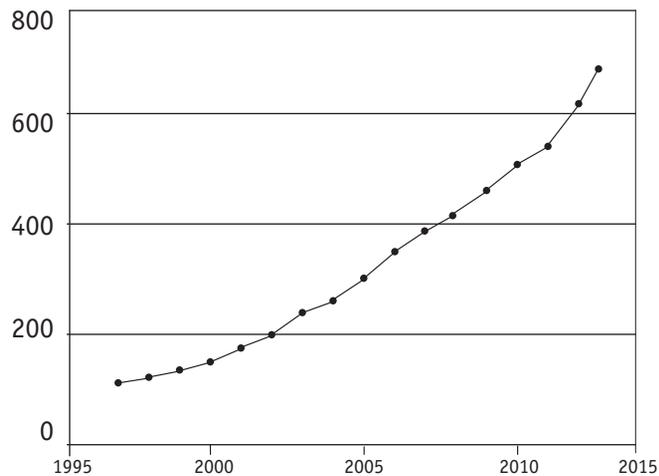
*Dicionário Michaelis.* Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=plotar>>. Acesso em: 30 dez. 2012.

Gráfico 1: Evolução do valor do salário-mínimo (1997-2013)



Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012.

Gráfico 2: Evolução do valor do salário-mínimo (1997-2013)



Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012.

No gráfico 2, podemos perceber que, apesar de trabalharmos com a mesma tabela de dados, aparentemente, a evolução parece mais brusca do que no gráfico 1. Cuidado!

A escala escolhida para os eixos pode levar a uma interpretação equivocada das informações. Esse recurso – escolher a escala conveniente para que o leitor tenha outra impressão sobre o gráfico – é utilizado com frequência. Mas ele não é o único. Os autores podem manipular cores, dar destaques etc. Por isso, fique atento, não seja persuadido, mostre que você sabe ler gráficos!

Muitos dos gráficos que iremos estudar neste capítulo são representados no plano por um sistema de eixos cartesianos. Para cada eixo, adota-se uma escala, as duas escalas podem ser diferentes.

Na construção de um gráfico, a primeira tarefa importante é escolher a escala conveniente. Se a escala não for conveniente, parte do gráfico pode ficar fora do papel, ou então ficará tão pequeno que não poderemos observar os detalhes.

Ao nos utilizarmos das representações gráficas, podemos nos deparar com dois tipos de variáveis:

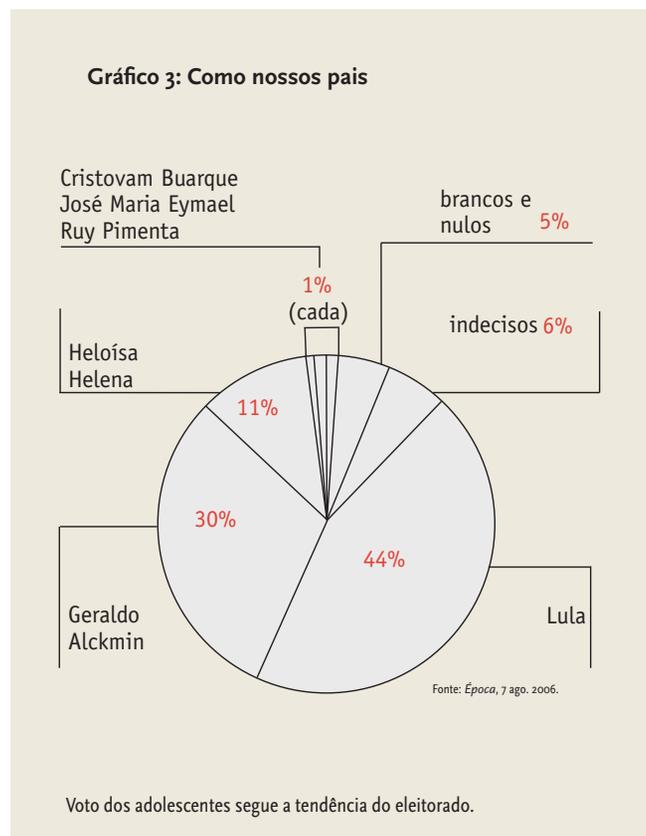
- qualitativas – aquelas que representam qualidades, por exemplo, gênero literário, sexo, cor de automóvel, e
- quantitativas – aquelas que são representadas numericamente, tais como altura, peso, número de páginas de um livro.

## GRÁFICOS DE PIZZA

Os gráficos em setores (também chamados **gráficos de pizza** ou de torta) são bastante utilizados para ilustrar valores de cada categoria estatística representada que são proporcionais às respectivas frequências. A construção desse tipo de gráfico exige a divisão da *pizza* em pedaços com as devidas proporções.

Para construir um gráfico assim, primeiro desenhamos um círculo e o dividimos em setores circulares, usando as porcentagens. Como já dissemos, o ângulo de cada setor é proporcional à porcentagem de cada dado.

Repare como o gráfico de *pizza* ao lado permite comparar facilmente o todo e as partes.



Já que os dados fornecem as porcentagens, as medidas dos setores circulares (das porções) podem ser determinadas por uma proporção.

Consideramos um círculo para representar a totalidade do grupo pesquisado, ou seja, 100% dele, que corresponde a um setor circular de 360°. Os setores correspondem, proporcionalmente, à taxa percentual de cada dado.

Agora podemos verificar como determinar o ângulo correspondente a 30% (votos dos adolescentes em Alckmin):

100%	_____	360°
30%	_____	x°

Então, podemos escrever a proporção e aplicar a propriedade fundamental das proporções, ou seja, o produto dos meios é igual ao produto dos extremos. Essa propriedade também é conhecida como “multiplicação em cruz”

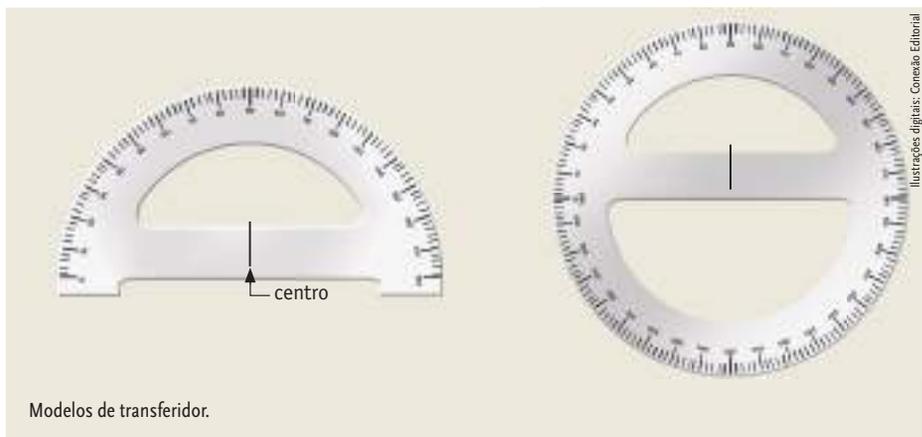
$$\frac{100}{30} = \frac{360^\circ}{x^\circ} \Rightarrow 100x^\circ = 10\,800^\circ \Rightarrow \frac{10\,800^\circ}{100} \Rightarrow x^\circ = 108^\circ$$

Não se esqueça de que proporção é uma igualdade entre duas razões

Isso significa que o ângulo central correspondente à porcentagem de adolescentes que votaram em Alckemin mede 108°. Como traçá-lo então?

Para isso, nós vamos precisar do transferidor. Você sabe o que é? Já usou um?

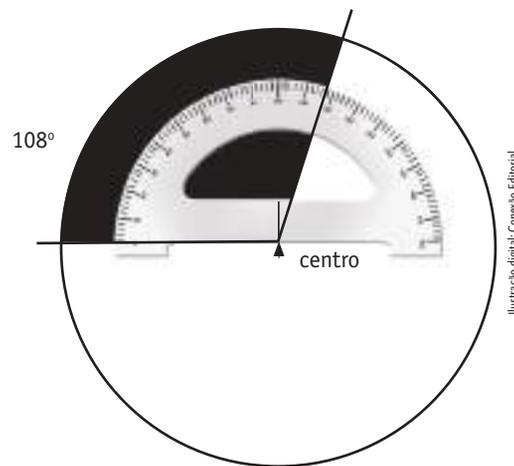
É um instrumento utilizado para medir ângulos e você pode encontrá-lo de dois tipos (com ângulo de 180° ou de 360°):



Para construir um gráfico de *pizza*, precisamos também de um compasso, para traçar uma circunferência.



Assim, traçamos a circunferência e marcamos seu centro. Com o transferidor, marcamos um ângulo de  $108^\circ$  e obtemos o setor que corresponde à porcentagem de adolescentes que votaram em Alckmin. Veja:



## LER GRÁFICOS

Como você já deve ter percebido, é comum encontrar gráficos em artigos de jornais e revistas.

Algumas pessoas, ao abrirem um jornal e se depararem com uma notícia que contém um gráfico, apenas examinam o gráfico e o título da matéria. Já outras leem o texto completo da matéria.



Observe o título dos gráficos acima. Eles são curtos e expressam o resultado de uma pesquisa. Os dois gráficos apresentados são chamados de **gráfico de colunas**.

Com base nesses gráficos, responda:

1. Do que trata cada gráfico?

.....

.....

2. Com relação ao gráfico 5, de quanto foi o aumento (em milhões) do número de jovens votantes entre 2002 e 2006?

.....

3. Em sua opinião, por que as mulheres estão, geralmente, em desvantagem quando o assunto é emprego?

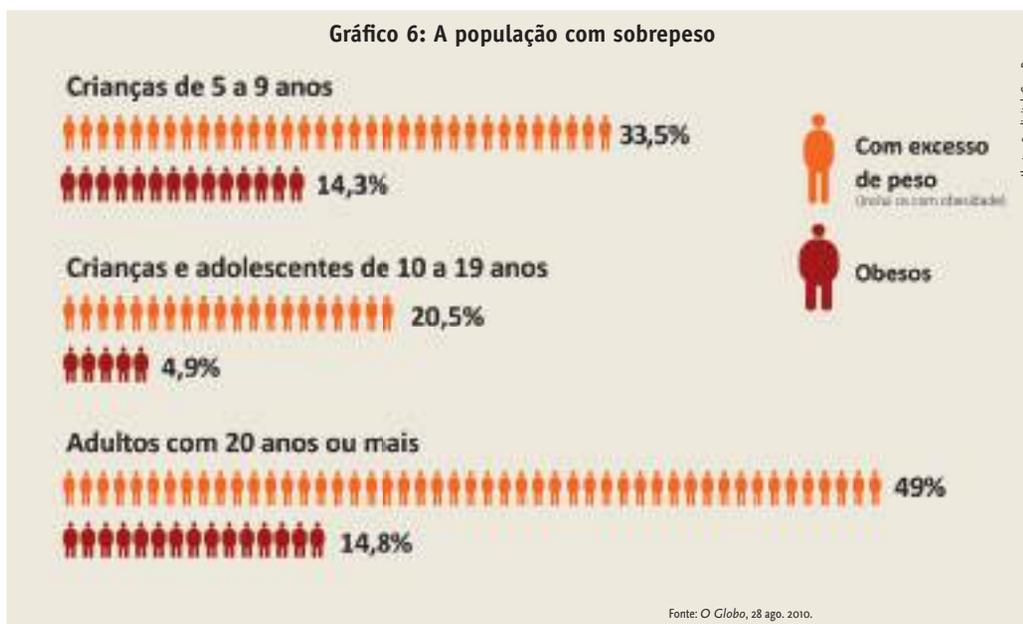
4. Suponha agora que um pesquisador tenha coletado os dados que aparecem na tabela 3 para determinada cidade do Brasil. O gráfico de linhas (ou segmentos) pode ser feito para cada mês ou em um único gráfico com todos os valores. Você é capaz de fazê-los? Exercite construindo o gráfico de linha para o mês de janeiro.

Tabela 3: Distribuição mensal dos acidentes de trânsito pelos dias da semana			
Acidentes de trânsito com vítimas			
Dia	Janeiro	Fevereiro	Março
Domingo	1 584	1 872	2 309
Segunda-feira	1 356	1 567	1 970
Terça-feira	1 383	1 518	1 886
Quarta-feira	1 418	1 620	2 064
Quinta-feira	1 539	1 753	2 098
Sexta	1 840	2 054	2 487
Sábado	1 777	1 968	2 347
Total	10 897	12 352	15 161

## OS IDEOGRAMAS

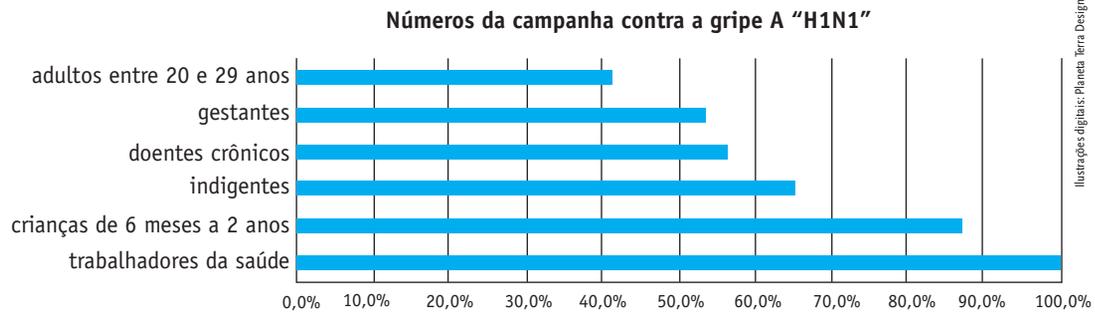
Como já foi mencionado, a linguagem utilizada hoje na mídia é bastante visual e, dessa forma, muitos gráficos utilizam figuras no lugar de colunas, setores, e outros.

O gráfico a seguir mostra um problema de saúde que vem aumentando no país: o sobrepeso da população.



## APLICAR CONHECIMENTOS

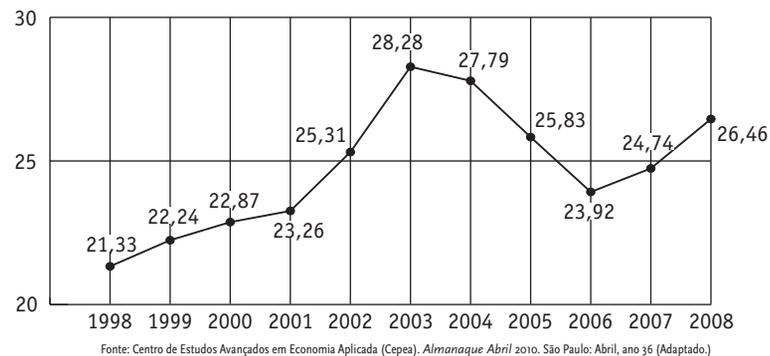
1. Enem (2010) O gráfico expõe alguns números da gripe A-H1N1. Entre as categorias que estão em processo de imunização, uma já está completamente imunizada, a dos trabalhadores da saúde.



De acordo com o gráfico, entre as demais categorias, a que está mais exposta ao vírus da gripe A-H1N1 é a categoria de:

- a) indígenas.    b) gestantes.    c) doentes crônicos.    d) adultos entre 20 e 29 anos.    e) crianças de 6 meses a 2 anos.
2. Enem (2011) O termo agronegócio se refere apenas à agricultura e à pecuária, pois as atividades ligadas a essa produção incluem fornecedores de equipamentos, serviços para a zona rural, industrialização e comercialização dos produtos.

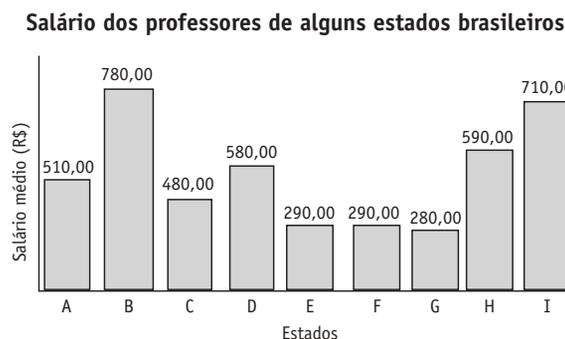
O gráfico seguinte mostra a participação percentual do agronegócio no PIB brasileiro:



Esse gráfico foi usado em uma palestra na qual o orador ressaltou uma queda da participação do agronegócio no PIB brasileiro e a posterior recuperação dessa participação, em termos percentuais.

Segundo o gráfico, o período de queda ocorreu entre os anos de:

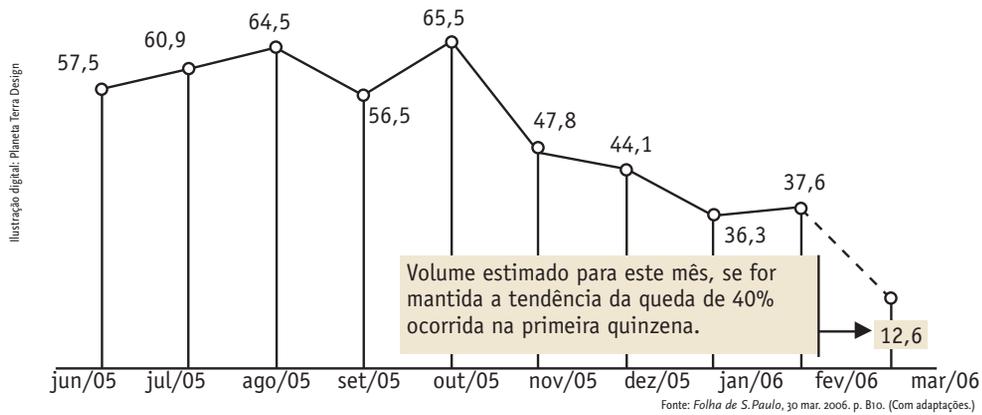
- a) 1998 e 2001.    b) 2001 e 2003.    c) 2003 e 2006.    d) 2003 e 2007.    e) 2003 e 2008.
3. Enceja (2005) Os dados apresentados no gráfico informam o salário líquido médio de professores da rede estadual com carga horária semanal de 20 horas.



Considerando o salário-mínimo (SM) de R\$ 260,00, somente:

- a) 2 estados pagam mais que 2,5 SM.    c) 3 estados pagam menos que 2,5 SM.  
 b) 3 estados pagam mais que 2 SM.    d) 4 estados pagam menos que 2 SM.

4. Encceja (2006)



O gráfico acima mostra as exportações brasileiras de carne suína, em mil toneladas, sinalizando forte tendência de queda no mês de março de 2006. A partir da análise do gráfico, julgue as afirmações abaixo.

- I – Se fosse confirmada a tendência de queda apresentada no gráfico, em março de 2006, o Brasil teria exportado 15 milhões de quilogramas a menos do que exportou em fevereiro de 2006.
- II – A quantidade de carne exportada em outubro de 2005 foi o dobro da exportada em fevereiro de 2006.
- III – As exportações de agosto de 2005 e outubro de 2005 totalizaram 130 milhões de quilogramas de carne.

É correto apenas o que se afirma em:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e III

5. Quero construir minha casa. Quanto vou gastar?

Os dados abaixo, em porcentagem, mostram os gastos em cada etapa da construção de uma casa. Esses valores são em relação ao custo total da obra.

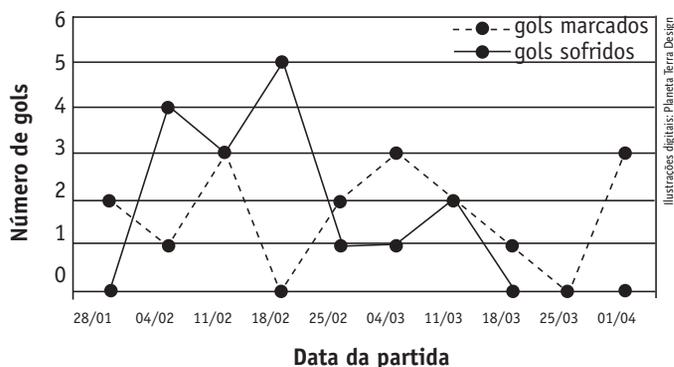


- a) Com base na figura, qual é a porcentagem de gastos referentes aos acabamentos?

b) Se a obra toda custasse R\$ 145 000,00, qual seria o gasto em reais para cada uma das etapas?

Etapas da obra	Gastos em reais
Fundações	
Serviços preliminares	
Acabamentos	
Projetos e aprovações	
Instalação elétrica e hidráulica	
Telhado	
Estrutura e alvenaria	
Esquadrias	
Serviços complementares	

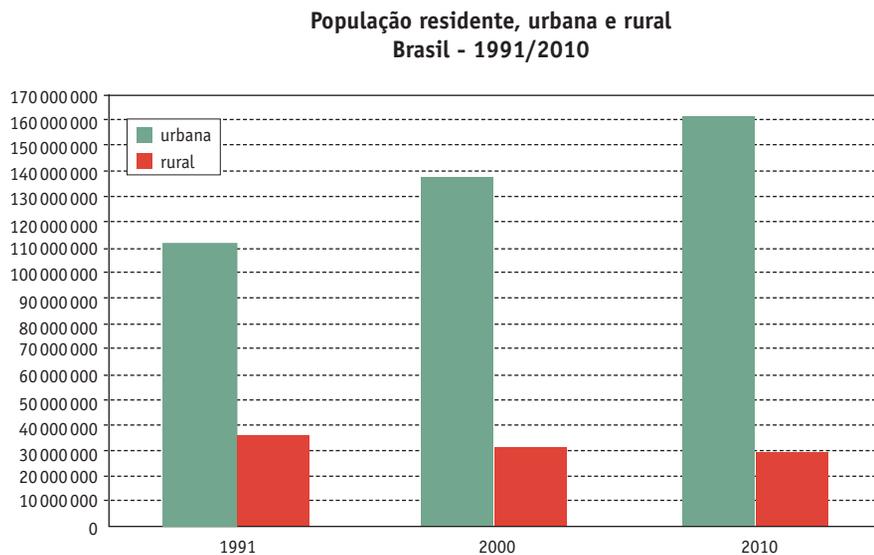
6. Enem (2002) No gráfico estão representados os gols marcados e os gols sofridos por uma equipe de futebol nas dez primeiras partidas de um determinado campeonato.



Considerando que, neste campeonato, as equipes ganham 3 pontos para cada vitória, 1 ponto por empate e 0 ponto em caso de derrota, a equipe em questão, ao final da décima partida, terá acumulado um número de pontos igual a:

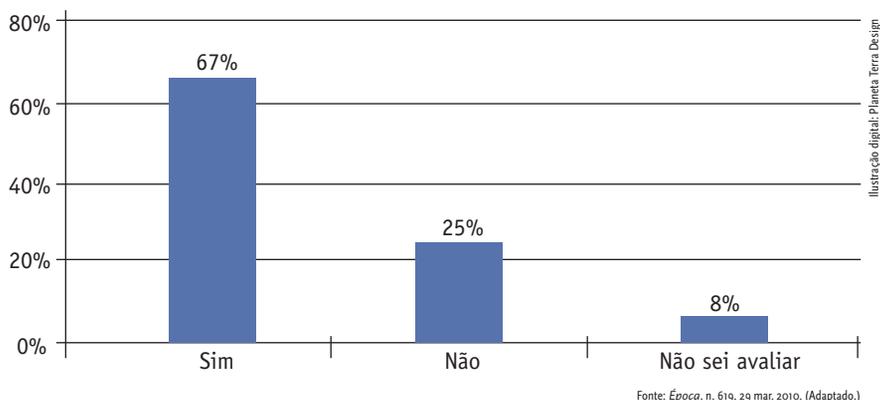
- a) 15                      b) 17                      c) 18                      d) 20                      e) 24

7. O gráfico ao lado (construído a partir do Censo Demográfico de 2010) revela uma tendência para a população rural no Brasil. Qual seria essa tendência? Que explicação você daria para ela? Elabore uma pequena dissertação utilizando seus conhecimentos sobre a leitura de gráficos e sobre a realidade de nosso país.



Fonte: IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br/ibgeteen/censo2010/index.html>. Acesso em: 15 jul. 2011.

8. Enem (2011) Uma enquete, realizada em março de 2010, perguntava aos internautas se eles acreditavam que as atividades humanas provocam o aquecimento global. Eram três as alternativas possíveis e 279 internautas responderam à enquete, como mostra o gráfico.



Analisando os dados do gráfico, quantos internautas responderam “NÃO” à enquete?

- a) Menos de 23.
- b) Mais de 23 e menos de 25.
- c) Mais de 50 e menos de 75.
- d) Mais de 100 e menos de 190.
- e) Mais de 200.

#### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

##### LIVROS



##### ATIVIDADES E JOGOS COM ESTIMATIVAS

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com estimativas*. Tradução de Sérgio Quadros. São Paulo: Scipione, 1998. (Coleção Investigação Matemática.)



##### ATIVIDADES E JOGOS COM GRÁFICOS

\_\_\_\_\_. *Atividades e jogos com gráficos*. Tradução de Sérgio Quadros. São Paulo: Scipione, 1998. (Coleção Investigação Matemática.)



##### ESTATÍSTICA APLICADA

LARSON, Ron; FARBER, Betsy. *Estatística aplicada*. 2. ed. Tradução de Cyro Patarra. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

##### SITE



##### UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Traz questões interessantes sobre gráficos. Você mesmo poderá acessar a resposta para ver se acertou. Disponível em: <[www.edumatec.mat.ufrgs.br/cursos/trab2/grdia.htm](http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/cursos/trab2/grdia.htm)>. Acesso em: 31 dez. 2012.

##### FILME



##### GÊNIO INDOMÁVEL

Jovem rebelde que trabalha como faxineiro na universidade é capaz de resolver complicados teoremas matemáticos. Para que ele escape de ser preso, um famoso professor de Matemática arruma-lhe um terapeuta, seu ex-colega de faculdade.

Direção de Gus van Sant. EUA, 1997, 126 min.

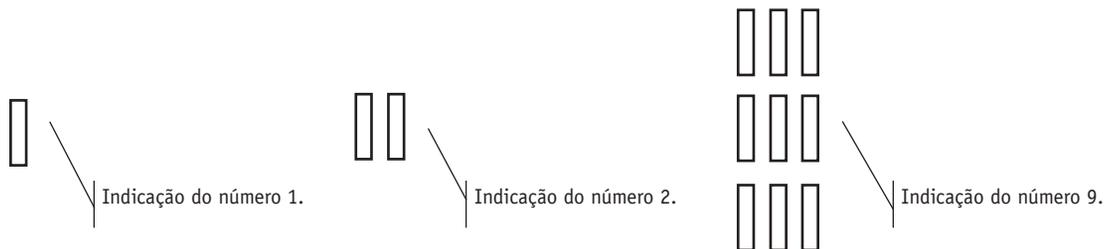
# Sistemas de numeração, de medidas e problemas de contagem

Houve um tempo em que os homens não deviam saber contar. Tanto quanto nos é possível supor, o conceito de número devia revestir no seu espírito o aspecto de uma realidade concreta, indissociável da natureza dos objetos, reduzindo-se a uma espécie de percepção direta da pluralidade material. Nossos longínquos ancestrais deviam, portanto, muito provavelmente se encontrar na incapacidade mental de conceber os números por eles mesmos, isto é, sob o ângulo da abstração; sem dúvida não deviam ter consciência do fato de que conjuntos tais como o dia e a noite, um casal de lebres, as asas de um pássaro ou os olhos, as orelhas, os braços ou as pernas de um ser humano apresentam um caráter comum que é precisamente aquele de “ser dois”.

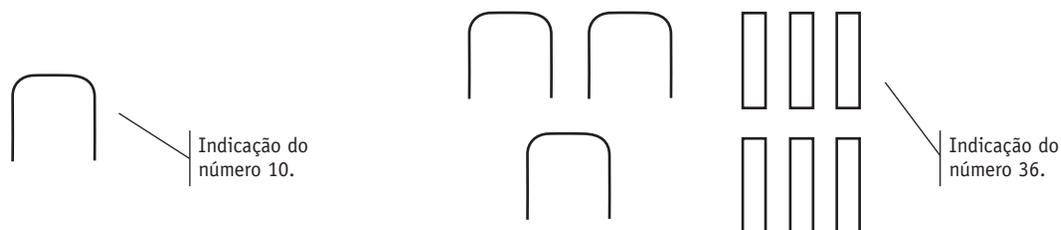
IFRAH, Georges. *História universal dos algarismos*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. v.1. p. 3.

Hoje os números nos cercam por todos os lados, desde a infância, quando eles são vistos, ouvidos e o aprendizado de seu significado se dá de maneira quase imperceptível. Muito antes de ir para a escola, a criança já recita números, lê números em anúncios e identifica números maiores ou menores entre si. O que nem todos percebem é a lógica desse sistema de numeração, aparentemente simples e de fácil convívio. Os dez símbolos do sistema de numeração decimal são suficientes para escrever todos os números. Mas nem sempre foi assim.

Para os egípcios, que viveram três mil anos antes de Cristo, a indicação de números era feita em marcações simples, semelhantes a essas:



Para representar dez elementos, era utilizado um novo símbolo:



Os símbolos eram utilizados até nove vezes, desenhados próximos uns aos outros. Para o 100, havia um outro símbolo, para o 1 000, outro. O número 99 necessitava de 18 símbolos para ser representado. Quantos símbolos precisariam ser utilizados para escrever o número 999? Se você pensou em 27 símbolos, acertou.

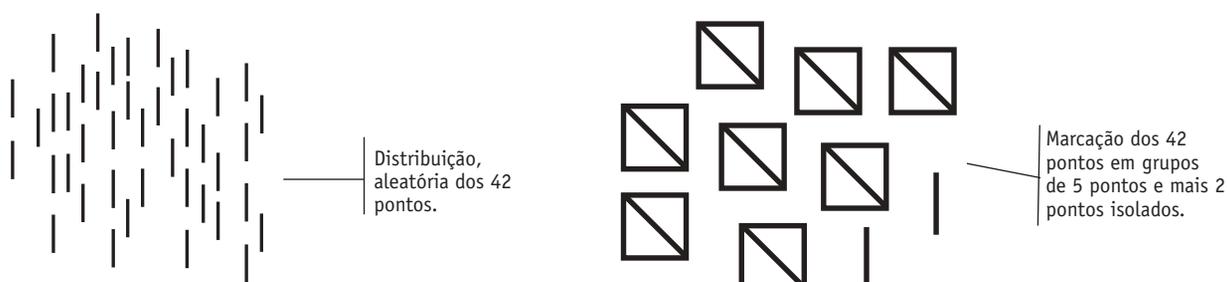
Os conhecidos algarismos romanos mostram outra forma de registrar as quantidades:

I – 1      II – 2      III – 3      X – 10      XXXIII – 33

Agrupar símbolos, lado a lado, indicando uma soma de valores previamente conhecidos, é uma solução simples na representação de quantidades. A numeração em algarismos romanos também utiliza a ideia de subtrair valores. O número 4, escrito no sistema de numeração dos romanos: IV, mostra o 1 (I) antes do 5 (V), significando um a menos do que cinco.

A grande ideia, porém, é dar um valor para o símbolo conforme a posição que ele ocupa na escrita do número. Isso pode ser feito por meio de agrupamentos de valores predeterminados.

O uso das mãos (cinco dedos em cada uma) facilitou a expansão da ideia de agrupar quantidades. Uma mão ou duas mãos dizem de forma rápida e eficiente algumas quantidades. Pessoas marcam pontos de jogos fazendo agrupamentos. É mais fácil contar 42 pontos em uma representação agrupada do que em uma representação aleatória. Experimente:



Hoje, na maior parte do mundo, são utilizados dez algarismos, que, escritos lado a lado, apresentam um significado que é lido e entendido por quase todos.

A posição na qual o algarismo aparece é importante para determinar o seu valor. Considerando o número 42, lê-se o algarismo 4 como quarenta e o algarismo 2 como dois. Se a ordem fosse trocada, 24, o algarismo 2 seria lido como vinte e o algarismo 4 como quatro.

Nos números em que 4 representa quarenta, seu valor é quatro vezes dez. Dez corresponde a uma dezena ou um agrupamento de dez unidades. A quantidade dez é chamada de base do sistema de numeração decimal. No número 345, o algarismo 3 é lido como trezentos, que significa três centenas e cada centena é formada por dez dezenas.

Tudo isso você já sabe! É só para lembrar que um número escrito no sistema de numeração decimal pode ser decomposto em parcelas que correspondem aos seus valores posicionais. Veja:

$$43\,257 = (4 \times 10\,000) + (3 \times 1\,000) + (2 \times 100) + (5 \times 10) + (7 \times 1)$$

↑ ↑ ↑ ↑ ↑  
 dezena de milhar    unidade de milhar    centena    dezena    unidade

Como esses agrupamentos são feitos sempre em quantidades de dez elementos, surge a possibilidade de escrever os valores, de acordo com as posições que ocupam, em forma de potências:

$$1 = 10^0$$

$$10 = 10^1$$

$$100 = 10 \times 10 = 10^2$$

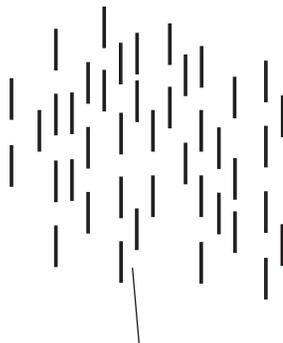
$$1\,000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$$

$$10\,000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4$$

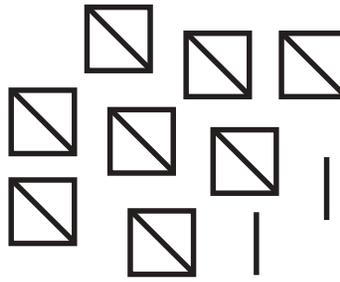
Assim, a forma decomposta do número 43 257 passa a ser:

$$43\,257 = (4 \times 10^4) + (3 \times 10^3) + (2 \times 10^2) + (5 \times 10^1) + (7 \times 10^0)$$

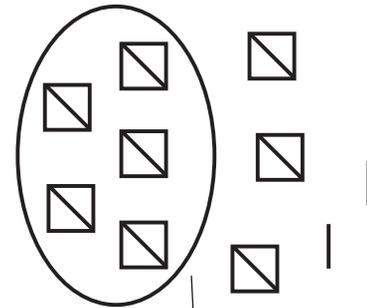
E se, em vez de fazer agrupamentos na base 10, os agrupamentos fossem em outra base? Para exemplificar a resposta da pergunta anterior, serão utilizados os 42 pontos mencionados anteriormente.



Os 42 pontos estão distribuídos sem nenhuma organização.



Aqui eles foram agrupados em grupos de 5 elementos.



Aqui, formaram-se 5 grupos de 5 elementos. Sobraram 3 grupos de 5 elementos e 2 pontos restantes.

Esse último arranjo dos pontos apresenta um formato de agrupamentos de base 5. A maneira de representar com algarismos é:

Esse número é lido: um, três, dois na base 5. É a representação do número 42, nessa base.

$$(132)_5 = (1 \times 25) + (3 \times 5) + (2 \times 1) = (1 \times 5^2) + (3 \times 5^1) + (2 \times 5^0)$$

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Represente, na base 5, os números:

a) 7

b) 14

c) 29

d) 40

e) 81

2. Circule o maior número entre cada par de números dados.

a)  $(302)_5$  e  $(43)_6$

b)  $(1\,011)_3$  e  $(202)_4$

## COMPUTADORES E O SISTEMA BINÁRIO

Os computadores atuais, do tipo PC, armazenam suas informações e as processam utilizando o sistema binário (base 2). A representação numérica nesse sistema é feita pelos algarismos 0 e 1. O menor elemento de informação é chamado **bit**, que é uma contração do inglês **binary digit**. Veja o exemplo de um número expresso na base 2.

$$(1011101)_2 = (1 \times 2^6) + (0 \times 2^5) + (1 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

Observe que o expoente de cada potência depende da ordem ocupada pelo algarismo no número. Se um algarismo ocupa a 7ª ordem numérica, o expoente é 6. Os expoentes decrescem, de um em um, até o valor zero, na potência que determina o valor de posição na 1ª ordem.

Assim:

$$(1011101)_2 = (1 \times 64) + (0 \times 32) + (1 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1) = 93$$

Para facilitar a conversão de números do sistema binário para o sistema decimal, constrói-se uma tabela.

Representação decimal	Potências de base 2	Representação binária
1	$2^0$	1
2	$2^1$	10
4	$2^2$	100
8	$2^3$	1 000
16	$2^4$	10 000
32	$2^5$	100 000
64	$2^6$	1 000 000
128	$2^7$	10 000 000
256	$2^8$	100 000 000
512	$2^9$	1 000 000 000
1 024	$2^{10}$	10 000 000 000

#### Termos quantitativos em informática

Alguns termos são utilizados na determinação de quantidades relativas aos computadores. Veja alguns deles a seguir.

O **bit** (simplificação para dígito binário, “Binary digit”, em inglês) é a menor unidade de informação que pode ser armazenada ou transmitida. Pode assumir apenas dois valores, como o ou 1, verdadeiro ou falso, e assim por diante.

O **byte** é a reunião de oito bits.

Nome	Tamanho em byte	Tamanho no Sistema Internacional de Unidades (SI)
1 kilobyte	$2^{10} = 1\,024$	$10^3 = 1\,000$
1 megabyte	$2^{20} = 1\,048\,576$	$10^6 = 1\,000\,000$
1 gigabyte	$2^{30} = 1\,073\,741\,824$	$10^9 = 1\,000\,000\,000$
1 terabyte	$2^{40} = 1\,099\,511\,627\,776$	$10^{12} = 1\,000\,000\,000\,000$
1 petabyte	$2^{50} = 1\,125\,899\,906\,842\,624$	$10^{15} = 1\,000\,000\,000\,000\,000$

### APLICAR CONHECIMENTOS II

- Os números a seguir estão expressos na base 2. Faça a conversão para a representação no sistema decimal.
  - $(11101)_2$
  - $(100101)_2$
  - $(1000001)_2$
  - $(11100000)_2$

## ALGUMAS MEDIDAS DE TEMPO

Nos laboratórios, nas atividades espaciais e nos campos esportivos, luta-se por frações de segundos. No comércio, contam-se os dias e as horas. No campo, as colheitas e o plantio traduzem semanas, quinzenas e meses. Os que estudam, prendem-se a semestres. O ano a todos interessa. Os sábios debruçam-se sobre os séculos, pesquisam os milênios, revolvem as eras...

DONATO, Hernani. *História do calendário*. São Paulo: Edusp, 1976. p. 6.

### DIA, HORAS, MINUTOS, SEGUNDOS...

Em um dia há 24 horas. Em cada hora, 60 minutos. Em cada minuto, 60 segundos. A subdivisão de 10 em 10 não foi utilizada. Apenas nas subdivisões dos segundos, em intervalos mais curtos, é que aparece novamente o sistema com base no número 10.

Uma peça de teatro é apresentada em três atos, com as seguintes durações: o 1º ato leva 1 hora e 14 minutos (1h14min); o 2º ato: 1 hora e 9 minutos (1h9min) e o 3º ato dura 56 minutos (56 min).

a) Qual é a duração total da peça? Como somar horas e minutos misturados?

Antes de começarmos, lembre-se sempre de que é preciso atenção ao calcular os valores quando eles aparecem em minutos e em segundos.

Atos	Horas	Minutos
1ª	1	14
2ª	1	9
3ª	0	56
Total	2	79
Total ajustado	3	19

$$\begin{array}{r} 199 \quad | \quad 60 \\ 19 \quad | \quad 3 \end{array}$$

#### ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

##### Bacharel em ciência da computação

O extraordinário desenvolvimento dos sistemas de comunicação e informação, baseados nos avanços da informática e da microeletrônica, permitiu grande ampliação do mercado de trabalho para inúmeros profissionais, entre eles, o bacharel em ciência da computação. O núcleo central de sua atuação é a elaboração de *softwares*, desde os mais básicos até os sistemas complexos de processamento das informações. Atua também em setores como gestão da informação, implantação de redes de segurança, controle e monitoramento, atendimento a usuários, criação de banco de dados e outros. Há lugar para esse profissional também no setor público, caso da criação de sistemas e infraestruturas de informática.

**Formação escolar exigida:** Ensino superior completo (em média 4 anos).

**Área de atuação:** O profissional dessa área poderá atuar em empresas públicas e privadas, empresas de computação, na área de desenvolvimento de *softwares* e *hardwares* e na pesquisa em instituições científicas. Pode também criar sua própria empresa de consultoria e atuar em cursos livres de formação ou no ensino superior.

Os 79 minutos superam uma hora em 19 minutos. Basta subtrair 60 (1h) e transpor para a coluna das horas. Outra forma é dividir o total de minutos dos atos por 60 e verificar o número de horas (quociente) e o número de minutos (resto da divisão).

Assim, a duração total da peça é de 3 horas e 19 minutos.

b) Quanto duram, em média, os três atos dessa peça?

A média aritmética (M) indica a duração de cada ato, se todos tivessem a mesma duração e se o tempo total fosse mantido inalterado. Para calcular, basta adicionar os tempos de duração dos atos e dividir pelo número de atos.

$$M = (1h14min + 1h9min + 56 min) \div 3$$

Essa divisão deve ser feita com os valores indicados na mesma unidade de medida.

Assim:

$$\begin{array}{r} 199 \quad | \quad 3 \\ 1 \quad | \quad 66 \end{array}$$

0 66 minutos são transformados em 1h6min. O 1 minuto (resto da divisão) é transformado em 60 segundos, e a divisão continua.

$$\begin{array}{r} 60 \quad | \quad 3 \\ 0 \quad | \quad 20 \end{array}$$

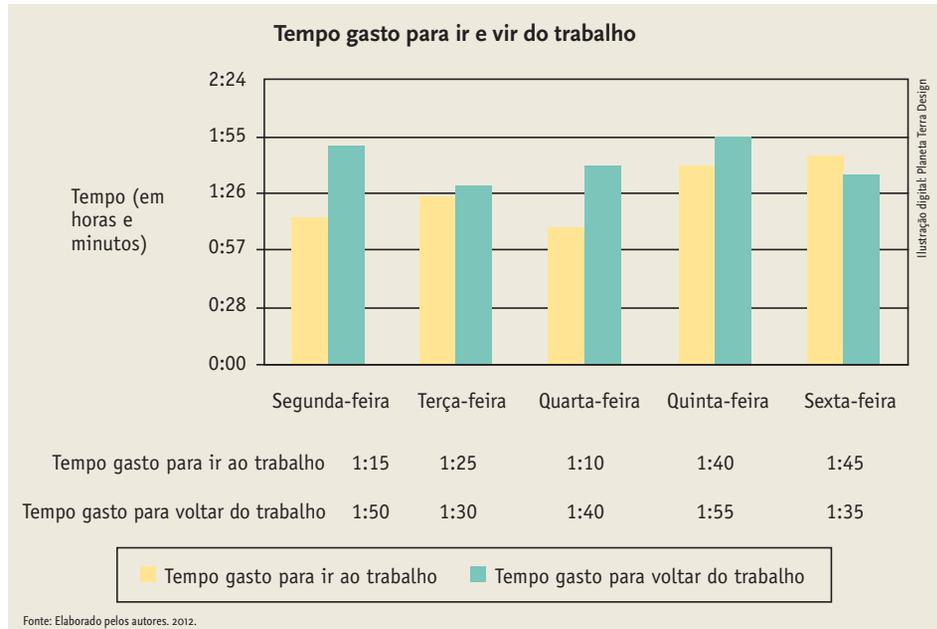
0 1 minuto restante, dividido por 3, resulta em 20 segundos.

Então, a média do tempo de duração de cada ato é:

$$M = 1 \text{ hora, } 6 \text{ minutos e } 20 \text{ segundos (1h6min20s)}$$

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. O gráfico mostra o tempo gasto para uma pessoa ir de sua casa ao local de trabalho e o tempo de volta, durante os cinco dias da semana. Observe que neste gráfico é utilizada a noção de tempo com o uso de dois-pontos separando a hora dos minutos. Por exemplo, a notação 4:55 significa 4 horas e 55 minutos. Agora, responda ao que se pede:



- a) Qual é o total de tempo gasto nas viagens de ida durante a semana?
- .....
- b) Qual é o total de tempo gasto nas viagens de volta durante a semana?
- .....
- c) Quanto tempo foi gasto nas duas viagens de quinta-feira?
- .....
- d) Calcule a média aritmética das cinco viagens de ida.
- .....
- e) Calcule a média aritmética das cinco viagens de volta.
- .....
- f) Calcule a média aritmética das dez viagens da semana.
- .....
- .....

2. No Grande Prêmio (GP) de Fórmula 1 do Bahrein, em 2007, o vencedor da prova, Felipe Massa, percorreu as 57 voltas do circuito com o tempo médio das voltas de 1 minuto e 38 segundos. Calcule o tempo total de prova do vencedor.

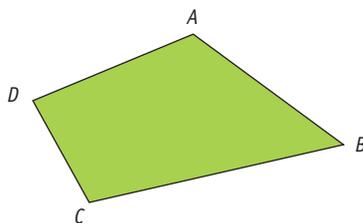
## UM SISTEMA DE MEDIDAS DE ÂNGULOS

Para medir ângulos e arcos, é bastante utilizado o sistema de medida em graus. Um grau é definido como a medida do ângulo que é  $\frac{1}{90}$  do ângulo reto. As subdivisões do grau são feitas de maneira análoga à subdivisão das horas.

O ângulo de um grau dividido em 60 partes dá origem a um ângulo que mede 1 minuto, assim representado: 1'. O ângulo de um minuto dividido em 60 partes dá origem a um ângulo que mede 1 segundo, assim representado: 1''.

Veja alguns problemas que utilizam as subdivisões do sistema de medida de ângulos.

Calcule a medida de cada ângulo do quadrilátero  $ABCD$ , com base nas informações dadas.



$$A = (x + 3)^\circ$$

$$B = 66^\circ$$

$$C = (x + 7)^\circ$$

$$D = (x - 9)^\circ$$

A soma das medidas dos quatro ângulos internos de qualquer quadrilátero é igual a  $360^\circ$ . A partir dos dados, constrói-se a equação:

$$x + 3 + 66 + x + 7 + x - 9 = 360$$

$$3x + 67 = 360$$

$$3x = 293$$

$$x = \frac{293}{3}$$

A divisão de  $293^\circ$  por 3 apresenta o quociente  $97^\circ$  e resto  $2^\circ$ .

Os  $2^\circ$  restantes são transformados em 120 minutos, que são divididos por 3 e resultam em  $40'$ .

$$x = 97^\circ 40'$$

A partir do valor de  $x$ , calcula-se a medida de cada ângulo:

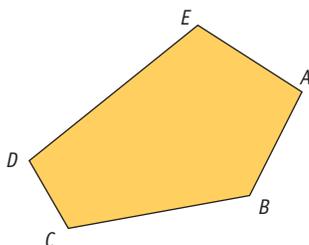
$$A = x + 3 = 97^\circ 40' + 3^\circ = 100^\circ 40'$$

$$C = x + 7 = 97^\circ 40' + 7^\circ = 104^\circ 40'$$

$$D = x - 9 = 97^\circ 40' - 9^\circ = 88^\circ 40'$$

### APLICAR CONHECIMENTOS IV

1. Calcule a medida de cada ângulo do pentágono  $ABCDE$ , com base nas informações dadas.



$$A = (x + 7)^\circ$$

$$B = 121^\circ$$

$$C = (x + 11)^\circ$$

$$D = (x - 9)^\circ$$

$$E = (x - 15)^\circ$$



2. Calcule a medida do ângulo interno de um polígono regular de 64 lados.

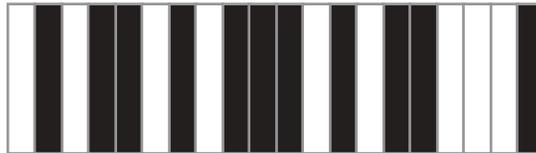
## PROBLEMAS DE CONTAGEM E DE RACIOCÍNIO COMBINATÓRIO

Você viu nos itens anteriores deste capítulo algumas alternativas que o homem utilizou ou utiliza para realizar contagens, fazer medições do tempo, de ângulos e de arcos. Além de criar sistemas para o registro das quantidades, o homem analisa diversas situações de contagem.

Por exemplo: quantas senhas de cinco símbolos em qualquer ordem podem ser criadas se forem utilizadas as letras  $x$ ,  $y$  e os algarismos 5, 6 e 7? Uma senha poderia ser:  $56x7y$ , outra:  $65yx7$ . Para resolver problemas desse tipo, é necessário dedicar muita atenção aos detalhes e procurar perceber regularidades nas diversas soluções, de forma que as ideias desenvolvidas auxiliem em outros casos.

A parte da Matemática que trata desses problemas é chamada de **análise combinatória**, assunto que será abordado agora por meio de alguns exercícios resolvidos e outros propostos.

### EXEMPLO 1



Enem (2002) O código de barras, contido na maior parte dos produtos industrializados, consiste num conjunto de várias barras que podem estar preenchidas com cor escura ou não. Quando um leitor óptico passa sobre essas barras, a leitura de uma barra clara é convertida no número 0 e a de uma barra escura no número 1. Observe o exemplo simplificado de um código em um sistema de código com 20 barras. Se o leitor óptico for passado da esquerda para a direita, irá ler: 01011010111010110001.

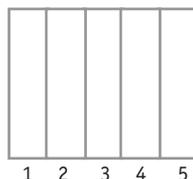
Se o leitor óptico for passado da direita para a esquerda, irá ler: 10001101011101011010. No sistema de código de barras, para se organizar o processo de leitura óptica de cada código, deve-se levar em consideração que alguns códigos podem ter leitura da esquerda para a direita igual à da direita para a esquerda, como o código 00000000111100000000, no sistema descrito acima.

Em um sistema de códigos que utilize apenas cinco barras, a quantidade de códigos com leitura da esquerda para a direita igual à da direita para a esquerda, desconsiderando-se todas as barras claras ou todas as escuras, é:

- a) 14                      b) 12                      c) 8                      d) 6                      e) 4

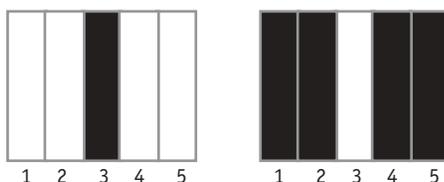
## RESOLUÇÃO DO EXEMPLO 1

Um esquema das cinco barras pode ser este:

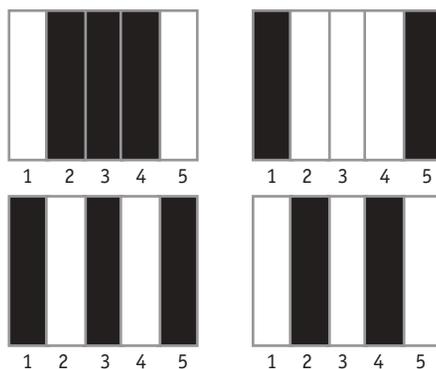


Para que a leitura do código de barras seja a mesma nos dois sentidos, é necessário que a cor da barra 1 seja igual à cor da barra 5, a cor da barra 2, igual à cor da barra 4 e a terceira barra seja clara ou escura.

Já que é necessário desconsiderar as situações em que todas as barras são claras ou todas são escuras, pode-se supor soluções com a barra 3 escura e as outras claras ou a barra 3 clara e as outras escuras.



Outras possibilidades podem ser analisadas, alternando-se as cores da barra 3 e das barras 1 e 2. Automaticamente, ficarão estabelecidas as cores das barras 4 e 5.



São seis as possibilidades de barras nas condições impostas.

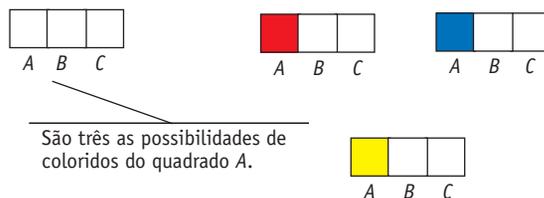
A análise combinatória fornece procedimentos de cálculo que facilitam a contagem em situações semelhantes a essa do problema do código de barras. Veja a seguir outra situação:

## EXEMPLO 2

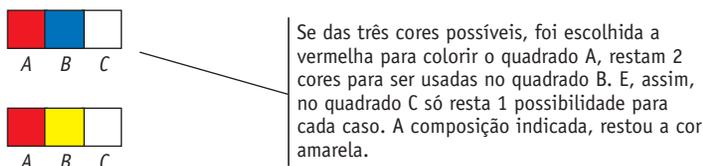
De quantas maneiras diferentes é possível compor uma faixa de três quadrados de mesmas dimensões e com cores diferentes, como este exemplo?



## RESOLUÇÃO DO EXEMPLO 2



Para cada possibilidade do quadrado A podem ocorrer duas possibilidades para o quadrado B. Considerando 3 possibilidades para A e, em cada uma delas, duas para B, ao todo já são seis.



Esse modo de pensar é chamado **raciocínio combinatório**. Assim, obtém-se com rapidez o número de composições possíveis. Veja:

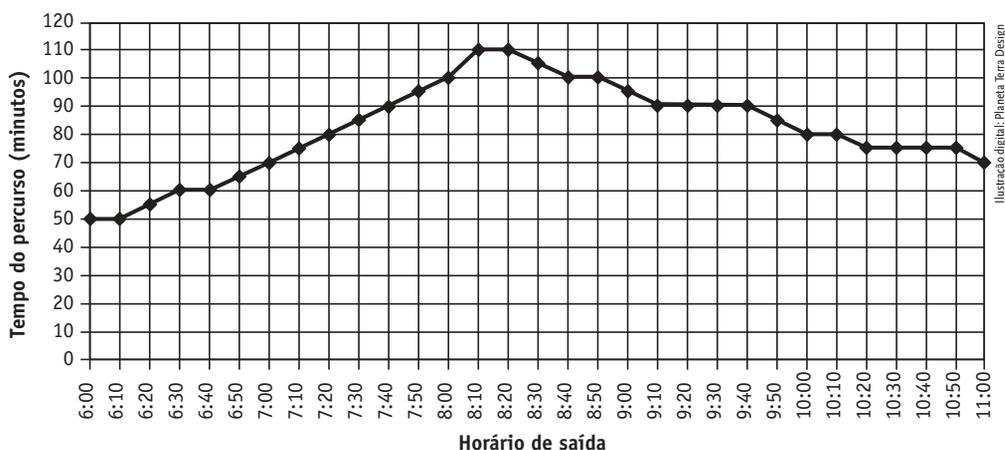
$$3 \times 2 \times 1 = 6 \quad \text{São seis as composições possíveis.}$$

Verificar o número de possibilidades em cada caso é uma estratégia que funciona muito bem e torna ágil o cálculo.

### APLICAR CONHECIMENTOS V

1. De quantas formas diferentes três pessoas podem se sentar em um sofá de cinco lugares?  
.....
2. Quantos números naturais de dois algarismos diferentes podem ser formados utilizando-se os algarismos 3, 7, 8 e 9?  
.....
3. Quantos e quais números naturais, de dois algarismos, podem ser formados utilizando-se os algarismos 3, 7, 8 e 9?  
.....
4. Quantas diagonais podem ser traçadas em um heptágono convexo?  
.....
5. Quantos números naturais pares de três algarismos diferentes podem ser formados utilizando os algarismos 1, 2, 3, 4 e 5?  
.....  
.....
6. Quantas são as possibilidades de placas de identificação dos veículos no Brasil formadas por três letras e quatro algarismos? Estão disponíveis 26 letras e 10 algarismos, excluindo-se o formato 0000 (quatro zeros).

7. Enem (2003) O tempo que um ônibus gasta para ir do ponto inicial ao ponto final de uma linha varia, durante o dia, conforme as condições do trânsito, demorando mais nos horários de maior movimento. A empresa que opera essa linha forneceu, no gráfico a seguir, o tempo médio de duração da viagem conforme o horário de saída do ponto inicial, no período da manhã.



De acordo com as informações do gráfico acima, um passageiro que necessita chegar até as 10h30min ao ponto final dessa linha deve tomar o ônibus no ponto inicial, no máximo, até as:

- a) 9h20min      b) 9h30min      c) 9h00min      d) 8h30min      e) 8h50min
8. Enem (2003) João e Antônio utilizam os ônibus da linha mencionada na questão anterior para ir trabalhar, no período considerado no gráfico, nas seguintes condições: trabalham vinte dias por mês; João viaja sempre no horário em que o ônibus faz o trajeto no menor tempo; Antônio viaja sempre no horário em que o ônibus faz o trajeto no maior tempo; na volta do trabalho, ambos fazem o trajeto no mesmo tempo de percurso. Considerando-se a diferença de tempo de percurso, Antônio gasta, por mês, em média:
- a) 5 horas a mais que João.  
b) 10 horas a mais que João.  
c) 20 horas a mais que João.  
d) 40 horas a mais que João.  
e) 60 horas a mais que João.

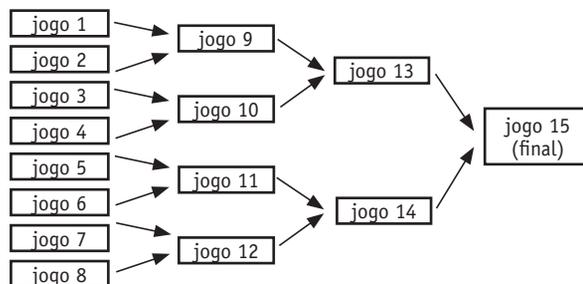
9. Enem (1999) Vinte anos depois da formatura, cinco colegas de turma decidem organizar uma confraternização. Para marcar o dia e o local da confraternização, precisam comunicar-se por telefone. Cada um conhece o telefone de alguns colegas e desconhece o de outros. No quadro ao lado, o número 1 indica que o colega da linha correspondente conhece o telefone do colega da coluna; o número 0 indica que o colega da linha não conhece o telefone do colega da coluna.

	Aldo	Beto	Carlos	Dino	Enio
Aldo	1	1	0	1	0
Beto	0	1	0	1	0
Carlos	1	0	1	1	0
Dino	0	0	0	1	1
Enio	1	1	1	1	1

Exemplo: Beto sabe o telefone do Dino, que não conhece o telefone do Aldo.

O número **mínimo** de telefonemas que Aldo deve fazer para se comunicar com Carlos é:

- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4      e) 5
10. Enem (2003) Os alunos de uma escola organizaram um torneio individual de pingue-pongue nos horários do recreio, disputado por 16 participantes, segundo o esquema ao lado:
- Foram estabelecidas as seguintes regras:
- em todos os jogos, o perdedor será eliminado;
  - ninguém poderá jogar duas vezes no mesmo dia;
  - como há cinco mesas, serão realizados, no máximo, 5 jogos por dia.
- Com base nesses dados, é correto afirmar que o número mínimo de dias necessário para se chegar ao campeão do torneio é:
- a) 8      b) 7      c) 6      d) 5      e) 4



## Sistemas de equações, elementos de geometria analítica e probabilidade

Situações do nosso dia a dia podem ser resolvidas por meio de equações. É o que podemos observar no problema a seguir.

Dois amigos foram fazer uma rápida refeição em uma lanchonete. Carlos comeu 3 coxinhas e 2 pastéis e pagou R\$ 8,50. João comeu 4 coxinhas e 1 pastel e pagou R\$ 8,00. Quanto custou cada coxinha e cada pastel?

A despesa de cada um deles pode ser expressa por uma equação com duas incógnitas:  $c$  (coxinha) e  $p$  (pastel).

$$\text{Carlos} \longrightarrow 3c + 2p = 8,50$$

$$\text{João} \longrightarrow 4c + p = 8,00$$

### SISTEMAS DE EQUAÇÕES

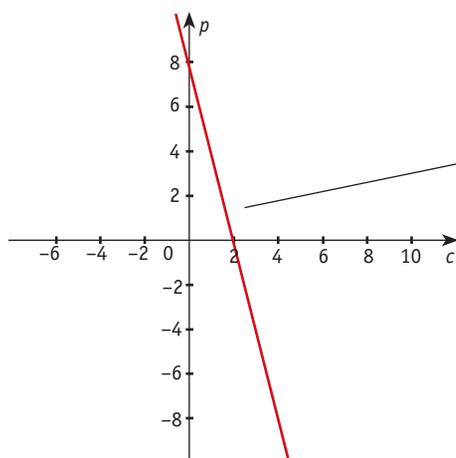
Como as incógnitas dessas duas equações são as mesmas, tem-se um sistema de equações. Resolver um sistema de equações é encontrar um par ordenado que satisfaça às duas equações, simultaneamente.

Esse sistema é escrito desta forma:

$$3c + 2p = 8,5$$

$$4c + p = 8$$

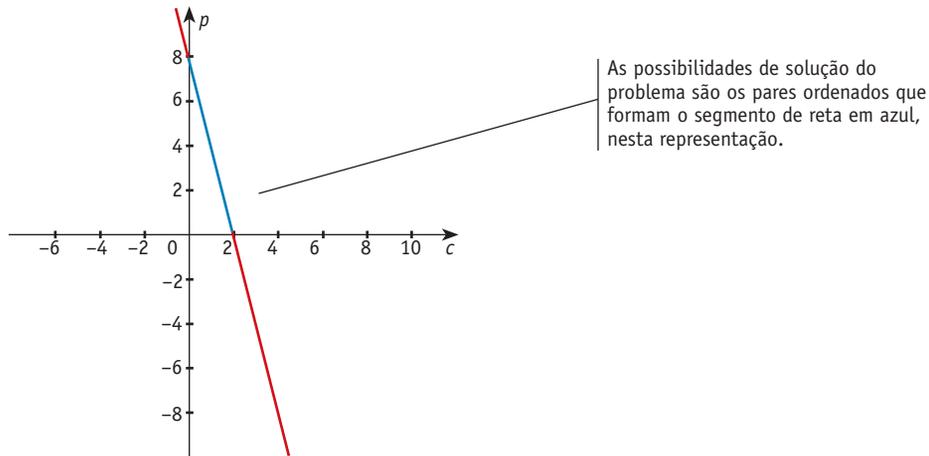
As soluções de cada uma dessas equações são mais facilmente apresentadas por meio de retas no plano cartesiano. Observe a solução gráfica da equação  $4 \cdot c + p = 8$ :



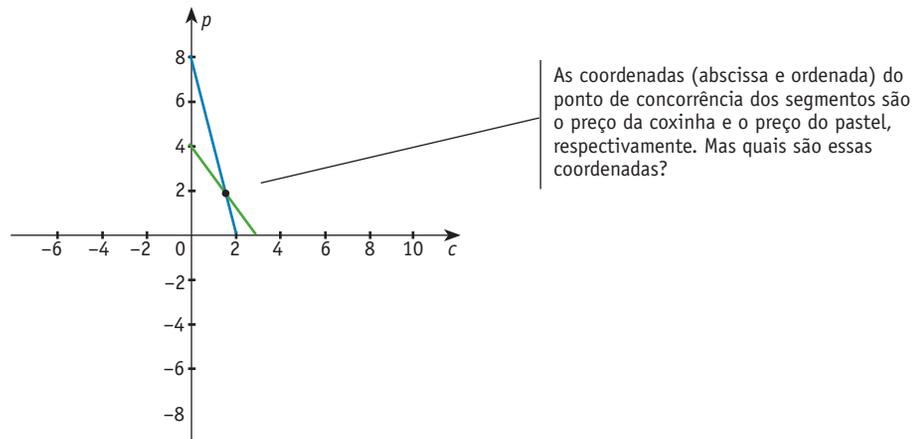
Nesta reta estão representados os pontos que satisfazem à equação  $4c + p = 8$ , mas nem todos os pontos que satisfazem a essa equação satisfazem às condições do problema.

Para valores de  $c$  maiores que 2, o preço do pastel torna-se negativo. O preço da coxinha será negativo quando o valor de  $p$  for maior que 8. Essas duas informações não condizem com as condições do problema.

Desse modo, a solução procurada encontra-se em um intervalo de valores tais que o preço da coxinha é um valor entre 0 e 2, e o preço do pastel um valor entre 0 e 8. Esse intervalo está representado pelo segmento azul, no gráfico a seguir.



Usando o mesmo raciocínio para a equação das despesas de Carlos ( $3c + 2p = 8,50$ ) e construindo os dois gráficos em um mesmo plano cartesiano, observa-se que os segmentos são concorrentes em um ponto de coordenadas que satisfazem às duas equações, simultaneamente.



A solução gráfica nem sempre é eficiente para a determinação exata dessas coordenadas. Muitas vezes, apenas valores aproximados da solução podem ser obtidos. A maneira mais eficiente para a resolução de um sistema de equações é o **método algébrico**. Algebricamente, é possível obter os valores exatos das coordenadas desse ponto. Neste capítulo, o método algébrico escolhido para resolver o sistema é o método de substituição, que será mostrado a seguir.

$$3c + 2p = 8,50 \text{ [primeira equação]}$$

$$4c + p = 8 \text{ [segunda equação]}$$

$$4c + p = 8$$

$$p = 8 - 4c$$

Em uma das equações, isola-se em um dos membros qualquer uma das incógnitas. No caso, foi escolhida a incógnita  $p$  da segunda equação.

$$3c + 2p = 8,5$$

$$3c + 2(8 - 4c) = 8,5$$

$$3c + 16 - 8c = 8,5$$

$$3c - 8c = 8,5 - 16$$

$$-5c = -7,5$$

$$c = \frac{7,5}{5}$$

$$c = 1,5$$

Substitui-se o valor encontrado da incógnita isolada na outra equação. A equação passa a ter uma só incógnita e pode ser resolvida da forma usual. Dessa forma, foi encontrado o valor da incógnita  $c$ .

$$p = 8 - 4c$$

$$p = 8 - 4 \cdot 1,5$$

$$p = 8 - 6$$

$$p = 2$$

Retorna-se à equação que apresenta a incógnita  $p$  isolada e nela substitui-se a incógnita  $c$  pelo valor encontrado. Assim, calcula-se o valor de  $p$ .

Assim, temos que o preço da coxinha foi R\$ 1,50 e o preço do pastel foi R\$ 2,00.  
Voltando à solução gráfica, agora se sabe que o ponto que pertence aos dois segmentos de reta tem as coordenadas (1,5; 2,0).

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Resolva os sistemas de equações:

- a)  $x + y = 9$   
 $x - y = 7$
- b)  $3x - y = 4$   
 $x + y = 2$
- c)  $-2x + y = 7$   
 $x + 3y = 0$
- d)  $2x + 3y = 4$   
 $x - y = 1$
- e)  $x = 3 + 2y$   
 $3x - y = 4$
- f)  $5x + 2y = 23$   
 $y + 2x = 10$
- g)  $x + 2(y - 4) = 7$   
 $4(x + 1) + y = 29$
- h)  $3x + 4(2 - y) = 2x$   
 $11 + 3(x - 1) = -y + 1$

2. Resolva os problemas por meio de sistemas de equações:

- a) O triplo de um número menos o dobro de outro número é 26. A soma do dobro do primeiro número com o segundo número é 29. Quais são os números?

.....

.....

.....

- b) A soma da medida do comprimento com a medida da largura de um retângulo é 18 metros. O triplo da medida do comprimento menos o dobro da medida da largura resulta em 19 metros. Encontre as medidas do retângulo e calcule sua área.

.....

.....

.....

- c) O dobro do dinheiro de Carlos somado com o dinheiro de Júlia resulta em R\$ 117,00. O triplo do dinheiro de Carlos somado com o dinheiro de Júlia resulta em R\$ 162,00. Quanto dinheiro tem cada um?

.....

.....

.....

- d) Cláudia é 4 anos mais velha do que Juca. Sabe-se também que o triplo da idade de Cláudia menos o sêxtuplo da idade de Juca resulta em zero. Qual é a idade de cada um?

.....

.....

.....

- e) Uma folha de papel retangular tem a medida do seu contorno igual a 160 cm. A sexta parte de uma das dimensões é igual à quarta parte da outra dimensão. Qual é a área do quadrado formado por essas frações das dimensões originais?

.....

.....

- f) Em uma feira, a bacia com quatro mamões e dois abacates custa R\$ 6,00. Outra bacia com quatro abacates e dois mamões custa R\$ 4,50. Por quanto estão sendo vendidos cada mamão e cada abacate?

.....

.....

- g) A administração do estádio informa: a renda foi de R\$ 175 930,00 com um público pagante de 9 974 pessoas. No dia desse jogo, o preço da arquibancada foi de R\$ 15,00 e o da numerada, R\$ 25,00. Quantas pessoas pagantes assistiram ao jogo em cada um dos setores?

.....

.....

.....

## OUTROS ELEMENTOS DE GEOMETRIA ANALÍTICA

Retas no plano cartesiano são representações das soluções de equações de 1º grau com duas variáveis.

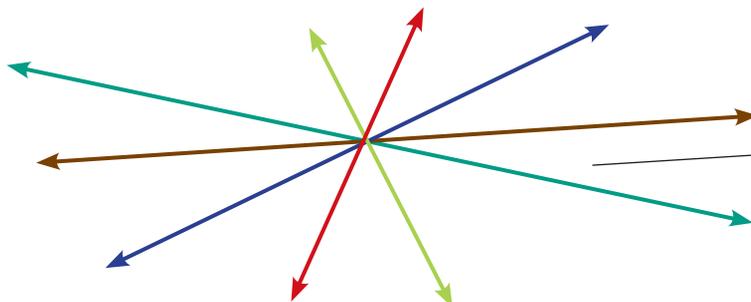
$$ax + by + c = 0$$

Em geometria analítica, esta equação é chamada de **equação geral da reta**, justamente por representar todas as equações de retas cujas soluções são infinitos pares ordenados. Esses pares são as coordenadas de pontos que formam retas quando representados em um plano cartesiano.

Faça as seguintes experiências:

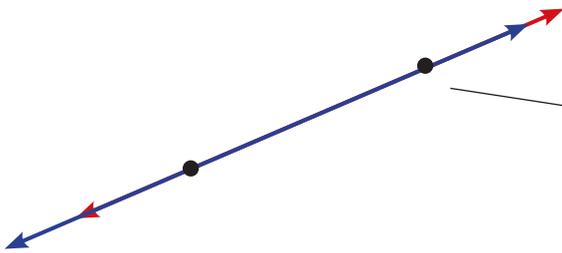
1. Desenhe um ponto em uma folha qualquer. Com uma régua, trace retas que passem por esse ponto.
2. Desenhe dois pontos distintos em uma folha qualquer e, com uma régua, trace retas que passem por esses dois pontos.

A sua primeira experiência deve ter ficado parecida com este desenho:



Retas podem ser desenhadas em qualquer direção, passando por um ponto determinado. Em geometria, diz-se que por um ponto passam infinitas retas.

A segunda experiência deve ter ficado assim:

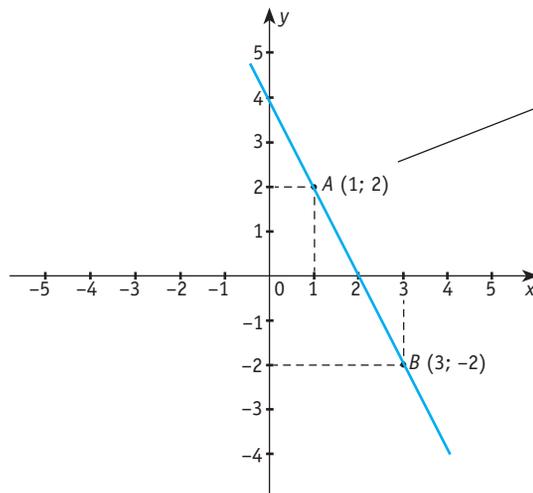


Ao passarem pelos mesmos dois pontos, as retas ficam sobrepostas. Nessas condições, elas são retas coincidentes. Isso quer dizer que todos os pontos dessas retas são comuns. Em geometria, diz-se que dois pontos distintos (em diferentes posições) determinam uma única reta.

Já que dois pontos distintos determinam uma única reta, como obter a equação da reta que passa por dois pontos distintos, cujas coordenadas são conhecidas?

A equação geral da reta  $ax + by + c = 0$  apresenta três coeficientes que são:  $a$ ,  $b$  e  $c$ . Se esses coeficientes fossem conhecidos, a equação seria a representação de uma única reta. A ideia é criar um sistema de equações para determinar os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$ .

O problema é que, conhecendo apenas as coordenadas de dois pontos, essas coordenadas forneceriam somente duas equações. Observe o exemplo:



Os pontos de coordenadas (1; 2) e (3; 2) determinam a reta que passa por eles.

As coordenadas dos pontos  $A$  e  $B$  satisfazem à mesma equação geral:

$a \cdot 1 + b \cdot 2 + c = 0$ , substituindo as coordenadas do ponto  $A$  na equação geral, e

$a \cdot 3 + b \cdot (-2) + c = 0$ , substituindo as coordenadas do ponto  $B$  na mesma equação geral.

O que se obtém são duas equações com três incógnitas cada uma. Com o que foi estudado até agora, não seria possível resolver esse sistema de equações.

Uma alteração no formato da equação geral favorece a solução desse problema. Observe:

$$ax + by + c = 0$$

$$by = -ax - c$$

$$y = -\frac{ax}{b} - \frac{c}{b}$$

Isolando a variável  $y$ , obtém-se outra equação, que é chamada de **equação reduzida da reta**, com o coeficiente  $-\frac{a}{b}$  para a variável  $x$  e o coeficiente  $-\frac{c}{b}$  como termo independente.

O coeficiente  $-\frac{a}{b}$  será indicado por  $m$  e o coeficiente  $-\frac{c}{b}$  será indicado por  $n$ . Com essas alterações, a equação reduzida da reta muda de aspecto:

$$y = -\frac{ax}{b} - \frac{c}{b} \longrightarrow y = mx + n$$

e traz uma diferença fundamental: são apenas duas as incógnitas a serem descobertas, por meio das coordenadas dos pontos  $A$  e  $B$ .

$$\begin{aligned} 2 &= m \cdot 1 + n \\ -2 &= m \cdot 3 + n \end{aligned}$$

Este é o sistema de equações que se obtém a partir das coordenadas de dois pontos e da equação reduzida da reta. Para encontrar os valores de  $m$  e  $n$ , basta resolver o sistema de equações.

$$\begin{aligned} m + n &= 2 \\ 3m + n &= -2 \end{aligned}$$

$$n = 2 - m$$

Isolando a incógnita  $n$  em uma das equações.

$$\begin{aligned} 3m + n &= -2 \\ 3m + 2 - m &= -2 \\ 2m &= -2 - 2 \\ 2m &= -4 \\ m &= -2 \end{aligned}$$

Substituindo o valor isolado na outra equação.

$$\begin{aligned} n &= 2 - (-2) \\ n &= 4 \end{aligned}$$

Retornando à equação inicial para determinar o valor de  $n$ .

A equação reduzida dessa reta é:  $y = -2x + 4$ , que pode ser perfeitamente transformada em equação geral da reta:

$$\begin{aligned} y &= -2x + 4 \\ 2x + y &= 4 \\ 2x + y - 4 &= 0 \end{aligned}$$

Está é a equação geral da reta, na qual  $a = 2$ ;  $b = 1$  e  $c = -4$ .

### APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Escreva em seu caderno a equação geral da reta determinada pelos pontos:

a)  $A(1; 4)$  e  $B(-4; 14)$

b)  $C(2; 1)$  e  $D(-2; -5)$

c)  $E(3; \frac{11}{3})$  e  $F(5; 7)$

2. Os vértices de um triângulo são os pontos de intersecção das retas cujas equações são as seguintes:

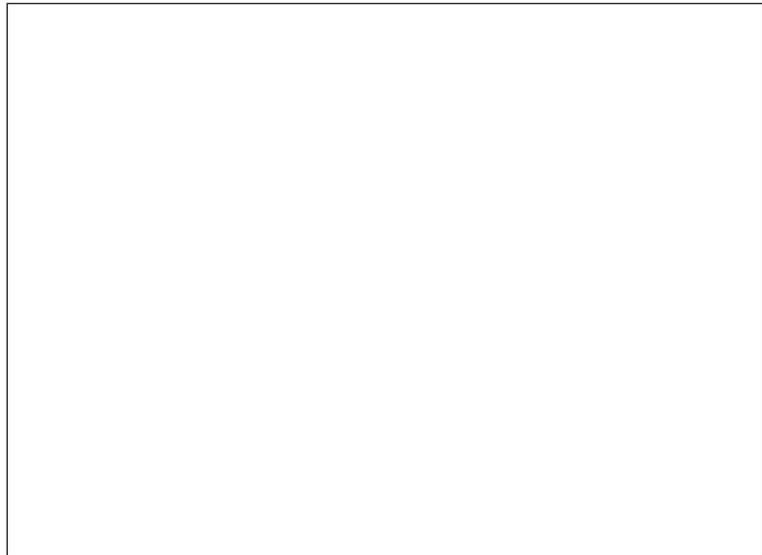
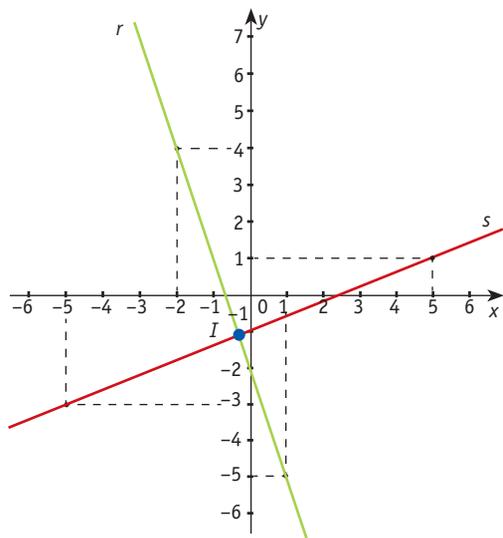
a)  $4x - 3y + 2 = 0$

b)  $-x - 15y + 31 = 0$

c)  $-5x - 12y + 92 = 0$

Determine as coordenadas dos vértices desse triângulo.

3. Determine as equações das retas  $r$  e  $s$  e as coordenadas do ponto  $I$ , intersecção dessas duas retas.



## PROBABILIDADE

A noção de probabilidade é intuitiva. É possível intuir, por exemplo, que a probabilidade de obter CARA no lançamento de uma moeda é de 50%.

Esse número significa que há chances iguais de ocorrência de CARA e COROA na face superior da moeda, desde que a moeda seja equilibrada.

A ocorrência de CARA é um dos resultados possíveis nesse evento. Escreve-se desta maneira:



Cara e coroa de diferentes moedas.

$$P(\text{CARA}) = \frac{1}{2}$$

Probabilidade de ocorrência de CARA na face superior da moeda.

A fração  $\frac{1}{2}$  indica que CARA é uma dentre as duas possibilidades de ocorrer uma figura diferente na face superior da moeda.

É a partir da razão  $\frac{1}{2}$  que se obtém o valor de 50%. Para lembrar das transformações:

$$\frac{1}{2} = 1 \div 2 = 0,5 = 0,50 = \frac{50}{100} = 50\%$$

Outro exemplo para ilustrar probabilidades é o lançamento de um dado comum (com seis faces numeradas de 1 a 6):

Probabilidade de ocorrência do número 5 na face superior do dado.

$$P(5) = \frac{1}{6}$$

A fração  $\frac{1}{6}$  indica que 5 é uma das seis possibilidades de resultado no lançamento de um dado.

$$P(\text{n}^\circ \text{ par}) = \frac{3}{6}$$

São três números pares entre os seis possíveis no lançamento de um dado comum.



### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Em uma escola foi realizada a venda de 85 bilhetes de uma rifa. Os bilhetes eram numerados de 1 a 85 e um dos alunos comprou todos os bilhetes cujos números eram múltiplos de 4. Quantos bilhetes ele comprou? Qual a probabilidade de ele ganhar o prêmio?

2. Dois irmãos compraram bilhetes de duas rifas diferentes. O mais velho comprou 3 bilhetes de uma rifa com 60 números e o mais novo comprou 8 bilhetes de uma rifa com 140 números. Qual é a probabilidade de cada um ganhar? Qual deles tem maior chance de ganhar? Por quê?

### DEBATER

Discuta com seus colegas as seguintes questões:

1. É correto afirmar que sempre que alguém lançar um dado 6 vezes seguidas obterá os valores: 1, 2, 3, 4, 5 e 6?
2. É correto afirmar que, em 10 lançamentos seguidos de uma moeda, cinco vezes sairá CARA e cinco vezes sairá COROA?
3. O fato de se calcular a probabilidade de um evento significa que há a certeza da ocorrência desse evento?
4. Qual é a probabilidade que indica a certeza da ocorrência de um evento?

## PROBABILIDADE COMPLEMENTAR

A identificação de todas as possibilidades de um evento (**espaço amostral**) possibilita a leitura total desse evento. No lançamento de um dado comum, são seis os resultados possíveis. Certamente, uma das seis possibilidades ocorrerá ao ser feito o lançamento de um dado. E acontecendo uma das possibilidades, as outras não acontecerão.

A probabilidade de sair 3 no lançamento de um dado comum é  $\frac{1}{6}$ . Essa fração significa uma dentre seis possibilidades. Qual é a probabilidade de não sair 3 no lançamento de um dado comum?

A resposta pode ser obtida de duas maneiras diferentes. Dentre as seis possibilidades do evento, cinco não são o número 3, portanto, a probabilidade é  $\frac{5}{6}$ .

E de outra maneira: sabendo que a probabilidade de sair 3 é  $\frac{1}{6}$ , a probabilidade de não sair 3 é o complemento do espaço amostral desse evento.

Portanto:

$$1 - \frac{1}{6} = \frac{6}{6} - \frac{1}{6} = \frac{5}{6}$$

O número  $1 = \frac{6}{6}$  representa o total de possibilidades, 100%.

Dentre 50 números diferentes, a probabilidade de um número ser sorteado é  $\frac{1}{50}$ . A probabilidade de esse mesmo número não ser sorteado é:

$$1 - \frac{1}{50} = \frac{49}{50}$$

Algumas situações, como as mostradas, podem ser resolvidas utilizando-se o procedimento de cálculo da probabilidade do complemento do espaço amostral.

## ADIÇÃO DE PROBABILIDADES

Outras vezes, o cálculo de probabilidades pode ser obtido por meio da adição de probabilidades. Veja o exemplo.

Qual é a probabilidade de aparecer o número 4 ou o número 5 no lançamento de um dado?

Levando-se em conta o espaço amostral (1; 2; 3; 4; 5; 6), determina-se a probabilidade de ocorrência do evento como  $\frac{2}{6}$ , pois dois resultados em seis satisfazem à exigência. A probabilidade de ocorrência de cada número, separadamente, é  $\frac{1}{6}$ , e o resultado pode ser obtido por meio da adição das duas probabilidades:  $\frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$ .

Deve-se ter atenção nos casos em que determinado evento pode ser relacionado mais de uma vez. Observe o exemplo.

Qual é a probabilidade de aparecer um número par ou um número maior que 4 no lançamento de um dado?

Os números que satisfazem à condição do problema são: 2, 4, 5 e 6. Isso possibilita a determinação da probabilidade como  $\frac{4}{6}$ . Se em vez desse procedimento fosse utilizada a adição das probabilidades de ocorrência desses números sem o devido cuidado, o cálculo poderia ser:

Adição das probabilidades de ocorrência de números pares (2, 4 ou 6).  $\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6}$  e  $\frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$  Adição das probabilidades de ocorrência de números maiores que 4 (5 ou 6).

Para terminar:

$$\frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

Resultado diferente daquele obtido por meio do espaço amostral.

Nesse caso, é preciso excluir da adição os eventos que foram relacionadas mais de uma vez. Como o número 6 foi considerado número par e também como número maior que 4, o procedimento correto é:

Adição das probabilidades de ocorrência de números pares (2, 4 ou 6).  $\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} - \frac{1}{6} = \frac{4}{6}$  Exclusão da probabilidade repetida. Adição das probabilidades de ocorrência de números maiores que 4 (5 ou 6).

## MULTIPLICAÇÃO DE PROBABILIDADES

Outras situações de cálculo de probabilidades são resolvidas por meio de multiplicações de probabilidades. Observe o exemplo.

Qual é a probabilidade de ocorrer o número 5 em dois lançamentos sucessivos de um dado comum?

O conjunto de todos os pares possíveis de ocorrerem em dois lançamentos sucessivos é:

(1; 1), (1; 2), (1; 3), (1; 4), (1; 5), (1; 6),  
(2; 1), (2; 2), (2; 3), (2; 4), (2; 5), (2; 6),  
(3; 1), (3; 2), (3; 3), (3; 4), (3; 5), (3; 6),  
(4; 1), (4; 2), (4; 3), (4; 4), (4; 5), (4; 6),  
(5; 1), (5; 2), (5; 3), (5; 4), (5; 5), (5; 6),  
(6; 1), (6; 2), (6; 3), (6; 4), (6; 5), (6; 6).

Dos 36 pares possíveis, apenas um deles resolve o problema: é o par (5; 5).

Desse fato claro, determina-se a probabilidade como  $\frac{1}{36}$ .

A probabilidade de ocorrer 5 no lançamento de um dado é de  $\frac{1}{6}$  e a probabilidade de ocorrer duas vezes o número 5 em sequência é de  $\frac{1}{36}$ , que equivale a:

$$\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$$

Uma sala de aula é formada por 12 rapazes e 8 moças. Para representá-la em uma comissão de formatura, serão sorteados 2 estudantes. Para o sorteio foi preparada uma urna contendo 20 papéis dobrados com o número de chamada dos estudantes. Será retirado um papel e, em seguida, outro.

Pergunta-se: qual é a probabilidade de, nesse sorteio, os representantes serem um rapaz e uma moça?

Os resultados que satisfazem à condição são:

a) sortear um rapaz e depois uma moça, ou

b) sortear uma moça e depois um rapaz.

$$\text{a) } p(\text{rapaz; moça}) = \frac{12}{20} \times \frac{8}{19} = \frac{96}{380}$$

12 rapazes em 20 alunos, seguido de 8 moças em 19 alunos (um papel já havia sido sorteado).

$$\text{b) } p(\text{moça; rapaz}) = \frac{8}{20} \times \frac{12}{19} = \frac{96}{380}$$

8 moças em 20 alunos, seguido de 12 rapazes em 19 alunos (um papel já havia sido sorteado).

As duas situações acima, que mostram a ordem invertida nos resultados, satisfazem à condição imposta na pergunta. Portanto, as duas probabilidades podem ser adicionadas.

A probabilidade de serem sorteados um rapaz e uma moça é:  $\frac{96}{380} + \frac{96}{380} = \frac{192}{380}$ .

**APLICAR CONHECIMENTOS IV**

1. Enem (1998) Em um concurso de televisão, apresentam-se ao participante 3 fichas voltadas para baixo, estando representadas em cada uma delas as letras *T*, *V* e *E*. As fichas encontram-se alinhadas em uma ordem qualquer. O participante deve ordenar as fichas a seu gosto, mantendo as letras voltadas para baixo, tentando obter a sigla *TVE*. Ao desvirá-las, para cada letra que esteja na posição correta, ganhará um prêmio de R\$ 200,00.

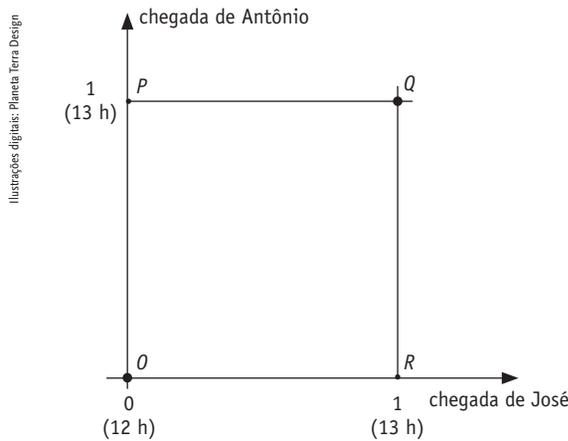
I. A probabilidade de o participante não ganhar qualquer prêmio é igual a:

- a) 0                      b)  $\frac{1}{3}$                       c)  $\frac{1}{4}$                       d)  $\frac{1}{2}$                       e)  $\frac{1}{6}$

II. A probabilidade de o concorrente ganhar exatamente o valor de R\$ 400,00 é igual a:

- a) 0                      b)  $\frac{1}{3}$                       c)  $\frac{1}{2}$                       d)  $\frac{2}{3}$                       e)  $\frac{1}{6}$

2. Enem (1999) José e Antônio viajarão em seus carros com as respectivas famílias para a cidade de Serra Branca. Com a intenção de seguir viagem juntos, combinam um encontro no marco inicial da rodovia, onde chegarão, de modo independente, entre meio-dia e 1 hora da tarde. Entretanto, como não querem ficar muito tempo esperando um pelo outro, combinam que o primeiro que chegar ao marco inicial esperará pelo outro, no máximo, meia hora; após esse tempo, seguirá viagem sozinho. Chamando de *x* o horário de chegada de José e de *y* o horário de chegada de Antônio, e representando os pares (*x*; *y*) em um sistema de eixos cartesianos, a região *OPQR* indicada abaixo corresponde ao conjunto de todas as possibilidades para o par (*x*; *y*):



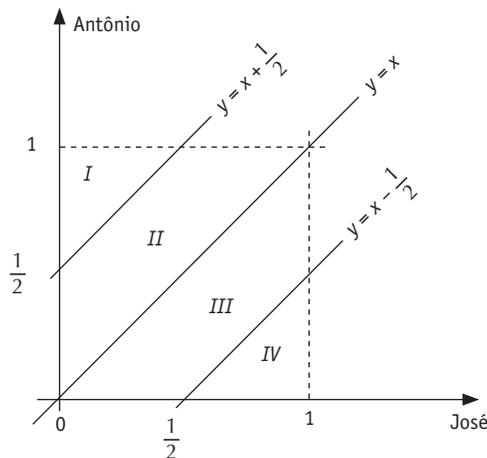
I. Na região indicada, o conjunto de pontos que representa o evento "José e Antônio chegam ao marco inicial exatamente no mesmo horário" corresponde:

- a) à diagonal *OQ*.                      b) à diagonal *PR*.                      c) ao lado *PQ*.                      d) ao lado *QR*.                      e) ao lado *OR*.

II. Segundo o combinado, para que José e Antônio viajem juntos, é necessário que  $y - x \leq \frac{1}{2}$  ou  $x - y \leq \frac{1}{2}$ .

De acordo com o gráfico abaixo e nas condições combinadas, as chances de José e Antônio viajem juntos são de:

- a) 0%                      b) 25%                      c) 50%                      d) 75%                      e) 100%



3. Enem (2000) Um apostador tem três opções para participar de certa modalidade de jogo, que consiste no sorteio aleatório de um número dentre dez.

1ª opção: comprar três números para um único sorteio.

2ª opção: comprar dois números para um primeiro sorteio e um número para um segundo sorteio.

3ª opção: comprar um número para cada sorteio, num total de três sorteios.

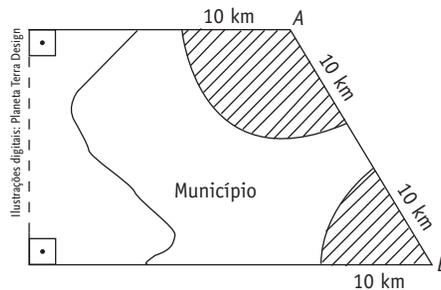
I. Se  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  representam as probabilidades de o apostador **ganhar algum prêmio**, escolhendo, respectivamente, a 1ª, a 2ª ou a 3ª opções, é correto afirmar que:

- a)  $X < Y < Z$                       b)  $X = Y = Z$                       c)  $X > Y = Z$                       d)  $X = Y > Z$                       e)  $X > Y > Z$

II. Escolhendo a 2ª opção, a probabilidade de o apostador não ganhar em qualquer dos sorteios é igual a:

- a) 90%                      b) 81%                      c) 72%                      d) 70%                      e) 65%

4. Enem (2001) Um município de 628 km<sup>2</sup> é atendido por duas emissoras de rádio, cujas antenas A e B alcançam um raio de 10 km do município, conforme mostra a figura:



Para orçar um contrato publicitário, uma agência precisa avaliar a probabilidade que um morador tem de, circulando livremente pelo município, encontrar-se na área de alcance de pelo menos uma das emissoras.

Essa probabilidade é de, aproximadamente:

- a) 20%                      b) 25%                      c) 30%                      d) 35%                      e) 40%

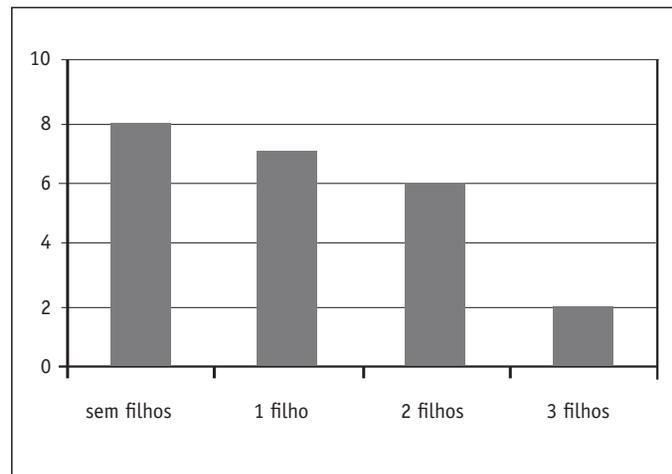
5. Enem (2001) Em um determinado bairro, há duas empresas de ônibus, ANDABEM e BOMPASSEIO, que fazem o trajeto levando e trazendo passageiros do subúrbio ao centro da cidade. Um ônibus de cada uma dessas empresas parte do terminal a cada 30 minutos, nos horários indicados na tabela.

Horários dos ônibus	
ANDABEM	BOMPASSEIO
...	...
6h00min	6h10min
6h30min	6h40min
7h00min	7h10min
7h30min	7h40min
...	...

Carlos mora próximo ao terminal de ônibus e trabalha na cidade. Como não tem hora certa para chegar ao trabalho e nem preferência por qualquer das empresas, toma sempre o primeiro ônibus que sai do terminal. Nessa situação, pode-se afirmar que a probabilidade de Carlos viajar em um ônibus da empresa ANDABEM é:

- a) um quarto da probabilidade de ele viajar em um ônibus da empresa BOMPASSEIO.  
 b) um terço da probabilidade de ele viajar em um ônibus da empresa BOMPASSEIO.  
 c) metade da probabilidade de ele viajar em um ônibus da empresa BOMPASSEIO.  
 d) duas vezes maior do que a probabilidade de ele viajar em um ônibus da empresa BOMPASSEIO.  
 e) três vezes maior do que a probabilidade de ele viajar em um ônibus da empresa BOMPASSEIO.

6. Enem (2005) As 23 ex-alunas de uma turma que completou o Ensino Médio há 10 anos se encontraram em uma reunião comemorativa. Várias delas haviam se casado e tido filhos. A distribuição das mulheres, de acordo com a quantidade de filhos, é mostrada no gráfico ao lado. Um prêmio foi sorteado entre todos os filhos dessas ex-alunas. A probabilidade de que a criança premiada tenha sido um(a) filho(a) único(a) é:



- a)  $\frac{1}{3}$                       b)  $\frac{1}{4}$                       c)  $\frac{7}{15}$                       d)  $\frac{7}{23}$                       e)  $\frac{7}{25}$

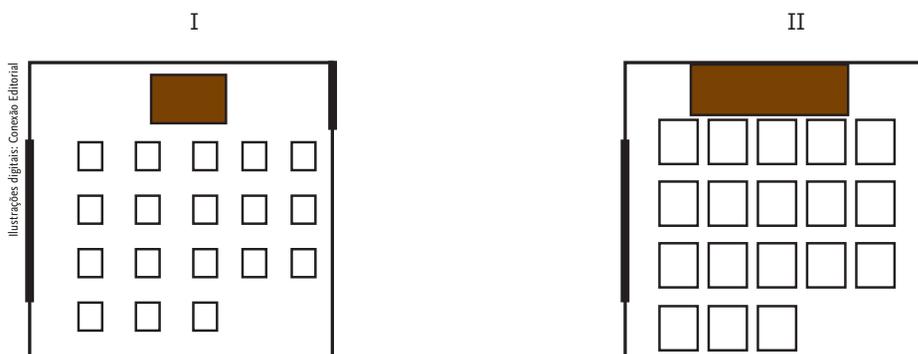
## Congruência, semelhança e o teorema de Tales

Mapas, plantas baixas, croquis, guia de ruas. É possível que você já tenha manipulado algum deles. E para quê? O que eles mostram? Imagine um mestre de obras examinando uma planta de engenharia e logo em seguida seu olhar percorrendo uma parte da obra. O que ele estará fazendo?

### DEBATER I

Discuta com seus colegas as seguintes questões:

1. Para que serve a planta de uma casa?
2. Por que um construtor observa com atenção a planta da casa ao construir?
3. Qual a relação que existe entre a planta da casa e a própria casa?
4. Cada desenho abaixo é a representação da mesma sala de aula com 18 carteiras individuais para os alunos e uma mesa do professor. Qual deles é mais adequado? Por quê?



Provavelmente, o desenho escolhido foi o primeiro. Mesmo não apresentando nenhuma medida, parece que os objetos estão mais bem distribuídos. Ele talvez represente melhor a ideia que se faz de uma sala de aula. Há espaço de circulação entre as carteiras, a mesa do professor não ocupa tanto espaço na frente da sala, além de outras observações que podem ser feitas. No primeiro desenho, os objetos parecem ser proporcionais aos objetos reais de uma sala de aula.

Uma copiadora pode reproduzir uma figura idêntica a outra, com as mesmas medidas, os mesmos ângulos. Geometricamente, pode ser dito que essas figuras são congruentes. Copiadoras também podem reproduzir figuras expandindo ou reduzindo o seu tamanho. Figuras expandidas ou reduzidas não são **congruentes** às originais, elas são figuras **semelhantes** às originais.

Na geometria, a verificação de congruência ou semelhança entre figuras está sujeita a critérios que serão estudados neste capítulo.

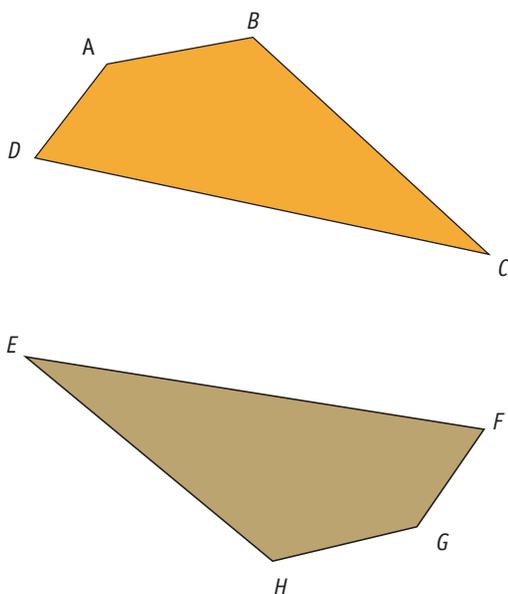
## CONGRUÊNCIA ENTRE POLÍGONOS

A palavra **congruente** significa idêntico, em relação à forma e às medidas. As figuras a seguir são cópias de uma mesma figura original. Elas apresentam a mesma forma e as mesmas dimensões. Por isso, são congruentes.

Uma verificação mais criteriosa da congruência entre duas figuras geométricas é feita comparando-se os elementos que compõem cada uma delas. Para



realizar essa comparação, deve-se estabelecer uma correspondência entre os ângulos e os lados dessas figuras. Em figuras congruentes, esses pares de elementos correspondentes são congruentes entre si, ou seja, têm a mesma medida. Veja o exemplo: os quadriláteros  $ABCD$  e  $EFGH$  são congruentes. Utilizando um transferidor para a medida dos ângulos e uma régua para a medida dos lados, estabelecem-se os pares de elementos correspondentes e congruentes entre si.



Elementos correspondentes e congruentes	
Pares de lados	Pares de ângulos
$\overline{DC}$ e $\overline{EF}$	$\hat{D}$ e $\hat{F}$
$\overline{DA}$ e $\overline{FG}$	$\hat{C}$ e $\hat{E}$
$\overline{AB}$ e $\overline{GH}$	$\hat{A}$ e $\hat{G}$
$\overline{BC}$ e $\overline{HE}$	$\hat{B}$ e $\hat{H}$

Uma maneira de representar a congruência entre os quadriláteros é esta:

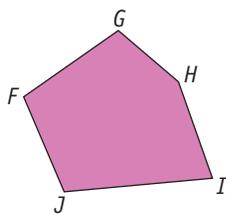
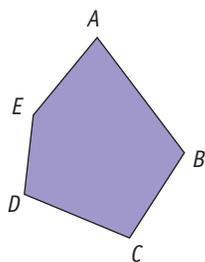
$$ABCD \cong EFGH$$

### APLICAR CONHECIMENTOS I

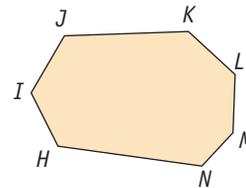
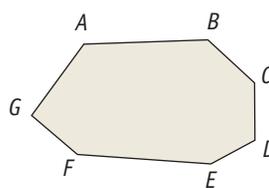
- Utilize uma régua e um transferidor para verificar se os pares de figuras são congruentes.

**Sugestão:** construa um quadro de pares de elementos correspondentes.

a) Pentágono  $ABCDE$  e pentágono  $FGHIJ$ .



b) Heptágono  $ABCDEFG$  e heptágono  $HIJKLM$ .



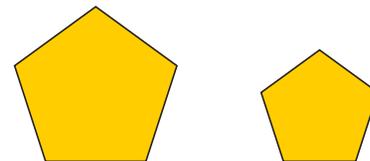
## SEMELHANÇA ENTRE POLÍGONOS

Os polígonos são figuras fechadas formadas por segmentos de reta, sendo caracterizados pelos seguintes elementos: ângulos, vértices, diagonais e lados.

As figuras que apresentam ângulos correspondentes congruentes e lados correspondentes proporcionais são chamadas de figuras **semelhantes**.

Os triângulos são casos particulares de polígonos. Podemos afirmar que dois triângulos são semelhantes quando satisfazem ao mesmo tempo às duas condições:

- dois pares de ângulos correspondentes congruentes entre si;
- três pares de lados correspondentes proporcionais.



### DEBATER II

Discuta com seus colegas as seguintes questões:

- Por que, para os triângulos, as condições anteriores podem se restringir a apenas uma?
- Você saberia justificar por que apenas dois pares (e não três) de ângulos correspondentes congruentes são suficientes para que dois triângulos sejam considerados semelhantes?

Veja o exemplo:



## RAZÃO DE SEMELHANÇA

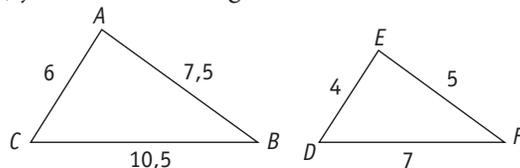
Na comparação entre os triângulos  $ABC$  e  $DEF$  há dois pares de ângulos correspondentes congruentes:

$$\hat{A} \cong \hat{D}; \hat{B} \cong \hat{E}$$

Assim, o triângulo  $ABC$  é semelhante ao triângulo  $DEF$  e esse fato é representado assim:

$$\triangle ABC \sim \triangle DEF$$

Este outro exemplo relaciona dois triângulos por meio das medidas dos lados (em uma mesma unidade) já indicadas nas figuras.



Calculando a razão entre as medidas dos lados correspondentes, temos:

$$\frac{AB}{EF} = \frac{7,5}{5}; \frac{BC}{DF} = \frac{10,5}{7}; \frac{AC}{DE} = \frac{6}{4}$$

E, simplificando cada razão, verifica-se que são todas iguais:

$$\frac{AB}{EF} = \frac{7,5 \times 2}{5 \times 2} = \frac{15}{10} \Leftrightarrow \frac{15 \div 5}{10 \div 5} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{BC}{DF} = \frac{10,5 \times 2}{7 \times 2} = \frac{21}{14} \Leftrightarrow \frac{21 \div 7}{14 \div 7} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{AC}{DE} = \frac{6}{4} \Leftrightarrow \frac{6 \div 2}{4 \div 2} = \frac{3}{2}$$

Assim:  $\frac{AB}{EF} = \frac{BC}{DF} = \frac{AC}{DE} = \frac{3}{2}$

Tendo verificado a proporcionalidade entre os lados correspondentes, conclui-se que:

$$\triangle ABC \sim \triangle DEF$$

A razão entre as medidas dos lados correspondentes é chamada de **razão de proporcionalidade** ou **razão de semelhança** dos triângulos e pode ser representada pela letra  $k$ . Assim:

$$k = \frac{3}{2} \text{ ou } k = 1,5$$

Portanto, se a razão de semelhança entre duas figuras é  $\frac{1}{2}$ , significa que qualquer segmento da figura maior mede o dobro do segmento correspondente na figura menor. O mesmo se aplica a outras razões.

### Razão de semelhança inversa

A razão de semelhança depende da ordem na qual a razão é elaborada. Veja:

$k = \frac{AB}{EF} = \frac{AC}{ED} = \frac{CB}{DF} = \frac{3}{2}$   
Então,  $\frac{3}{2}$  é a razão de semelhança entre os triângulos ABC e DEF.

$$k' = \frac{EF}{AB} = \frac{ED}{AC} = \frac{DF}{CB} = \frac{2}{3}$$

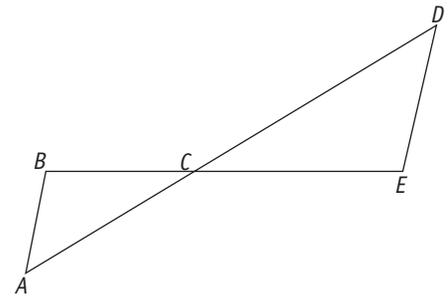
Nesse caso,  $\frac{2}{3}$  é a razão de semelhança entre os triângulos DEF e ABC.

Quando a ordem de colocação das medidas na razão é trocada, as razões de proporcionalidade obtidas são **razões inversas**.

### Exemplo de utilização das ideias de semelhança

Mostre que os triângulos ABC e CDE são semelhantes, determine a razão de semelhança e, com base nela, calcule as medidas que faltam.

Dados:  $\hat{A} \equiv \hat{D}$ ;  $\overline{AC} = 6$ ;  $\overline{BC} = 4$ ;  $\overline{DE} = 5$ ;  $\overline{CE} = 6$ , com as medidas lineares em uma mesma unidade.



### Justificativa da semelhança

Os ângulos  $\hat{A}$  e  $\hat{D}$  são congruentes.

Os ângulos  $\hat{ACB}$  e  $\hat{DCE}$  são opostos pelo vértice, portanto, congruentes.

Então  $\triangle ABC \sim \triangle CDE$ .

### Determinação da razão de semelhança

Como o lado  $\overline{BC}$  é oposto ao ângulo  $\hat{A}$  e o lado  $\overline{CE}$  é oposto ao ângulo  $\hat{D}$  e  $\hat{A} \equiv \hat{D}$ , então  $\overline{BC}$  e  $\overline{CE}$  são lados correspondentes. Assim, a razão de semelhança  $k$  é dada por:

$$k = \frac{4}{6} = \frac{4 \div 2}{6 \div 2} = \frac{2}{3}$$

### Determinação das medidas dos lados

Sendo  $\overline{AB}$  oposto ao ângulo  $\hat{C}$  e  $\overline{DE}$  oposto ao ângulo  $\hat{C}$ , então  $\overline{AB}$  é correspondente a  $\overline{DE}$ . Utilizando  $k$ , constrói-se a seguinte proporção:

$$\frac{AB}{DE} = \frac{2}{3} \text{ e como } \overline{DE} = 5, \text{ calcula-se } \overline{AB}: \frac{AB}{5} = \frac{2}{3} \Rightarrow 3 \cdot \overline{AB} = 5 \cdot 2 \Rightarrow \overline{AB} = \frac{10}{3}$$

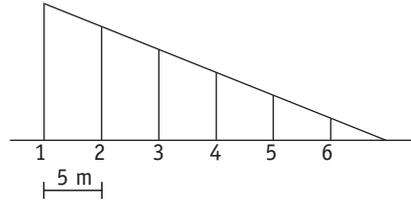
Os lados  $\overline{AC}$  e  $\overline{CD}$  formam o último par de lados correspondentes, assim:

$$\frac{AB}{DE} = \frac{2}{3} \text{ e como } \overline{AC} = 6, \text{ calcula-se } \overline{CD}: \frac{6}{CD} = \frac{2}{3} \Rightarrow 2 \cdot \overline{CD} = 6 \cdot 3 \Rightarrow \overline{CD} = \frac{18}{2} = 9$$

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. (Unisinos-RS) O ponto mais alto de uma rampa, em relação ao solo, fica a 6 m. Ela é sustentada por 6 pilares distantes um do outro 5 m e distribuídos conforme a figura. Desprezando-se a largura dos pilares, a altura do terceiro pilar, em metros, é:

a) 4      b) 5      c) 6      d) 7      e) 8

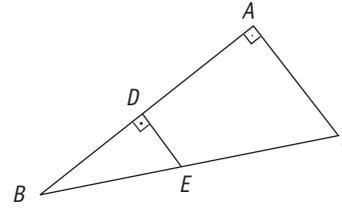


Ilustrações digitais: Planeta Terra Design

2. (Unifor-CE) No triângulo retângulo representado na figura ao lado,  $\overline{AB} = 12$  cm e  $\overline{AC} = 9$  cm.

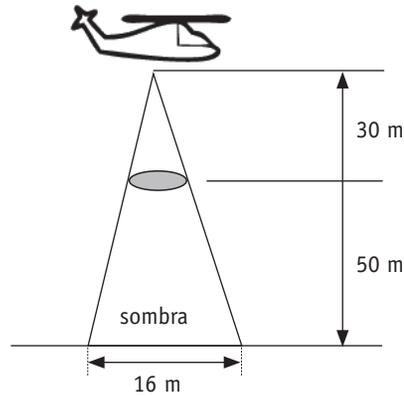
Se o ponto  $D$  divide o segmento  $\overline{AB}$  na razão de 2 para 1, então a razão entre os perímetros do quadrilátero  $ADEC$  e do triângulo  $DBE$ , nessa ordem, é igual a:

a)  $\frac{16}{5}$       b)  $\frac{5}{2}$       c)  $\frac{5}{3}$       d)  $\frac{3}{2}$       e)  $\frac{1}{5}$



3. (Unirio-RJ) Numa cidade do interior, à noite, surgiu um objeto voador não identificado, em forma de disco, que estacionou a 50 m do solo, aproximadamente. Um helicóptero do exército, situado aproximadamente 30 m acima do objeto, iluminou-o com um holofote, conforme mostra a figura ao lado. Sendo assim, pode-se afirmar que o raio do disco voador mede, em metros, aproximadamente:

a) 3,0      b) 3,5      c) 4,0      d) 4,5      e) 5,0

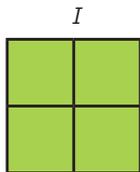


4. Enem (1998) A sombra de uma pessoa que tem 1,80 m de altura mede 60 cm. No mesmo momento, a sua sombra projetada de um poste mede 2,00 m. Se, mais tarde, a sombra do poste diminuiu 50 cm, a sombra da pessoa passou a medir:

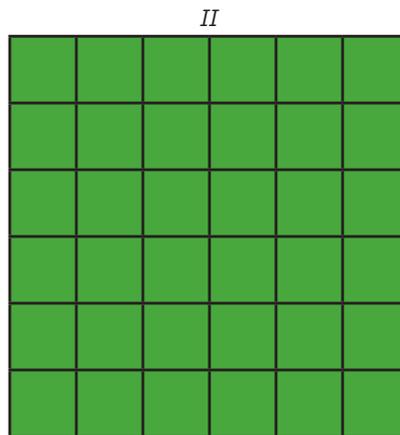
a) 30 cm      b) 45 cm      c) 50 cm      d) 80 cm      e) 90 cm

## RAZÃO DE SEMELHANÇA E ÁREAS

Com base na razão entre as medidas dos lados, é possível obter a razão entre as áreas das figuras. Observe o exemplo.



O quadrado  $I$  tem seu lado com medida igual a 2.



O quadrado  $II$  tem seu lado com medida igual a 6.

Por que dois quadrados quaisquer são figuras semelhantes?

A razão entre os lados ( $k_l$ ) é:

$$k_l = \frac{2}{6} = \frac{2 \div 2}{6 \div 2} = \frac{1}{3}$$

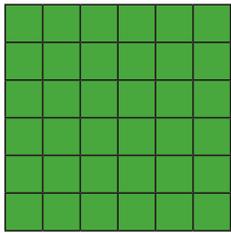
Em relação às áreas, temos:

*I*



A área de um quadrado é obtida pela fórmula:  $A = \lambda^2$ . Assim, a área do quadrado *I* é:  $A_I = 2^2 = 4$ .

*II*



A área do quadrado *II* é obtida com o cálculo:  $A_{II} = 6^2 = 36$ .

O quadrado *I* é formado por 4 quadradinhos de lado 1. O quadrado *II* é formado por 36 quadradinhos também de lado 1.

A razão entre as áreas ( $k_A$ ) é dada por:

$$k_A = \frac{A_I}{A_{II}} = \frac{4}{36} = \frac{4 \div 4}{36 \div 4} = \frac{1}{9}$$

Observe a razão entre as medidas dos lados dos quadrados *I* e *II* e a razão entre as áreas dos quadrados *I* e *II*. Que relação matemática existe entre essas razões?

No cálculo da área dos quadrados, as medidas dos lados foram elevadas ao quadrado. O mesmo ocorreu com a razão entre as medidas dos lados.

Então, a razão entre os lados ( $k^l$ ) é:

$$k^l = \frac{1}{3} \text{ e } k_A = (k_l)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

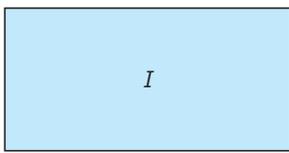
Pode-se concluir que, se triplicarmos a medida do lado de um quadrado, obteremos outro quadrado, cuja área será 9 vezes a área do quadrado original.

Veja um exemplo de aplicação dessa ideia.

O quarto de uma casa é retangular e apresenta área de  $6 \text{ m}^2$ . O dono da casa pretende aumentar o quarto ampliando em 25% suas dimensões. Qual será a área do quarto ampliado?

Como as duas dimensões do retângulo aumentarão em 25%, o retângulo resultante da ampliação é semelhante ao retângulo original.

*a*



*b*

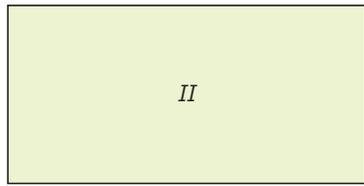
*I*

As medidas *a* e *b* foram atribuídas de forma genérica porque estes dados não aparecem no problema.

ampliação



$1,25 \cdot a$



$1,25 \cdot b$

*II*

A razão de semelhança ( $k_l$ ), considerando as medidas das bases dos dois retângulos, entre o quarto ampliado e o quarto original, é dada por:

$$k_l = \frac{1,25 \cdot a}{a} = \frac{1,25 \cdot a \div a}{a \div a} = \frac{1,25}{1} = 1,25$$

O aumento de 25% pode ser indicado com o produto de cada medida pelo fator 1,25.

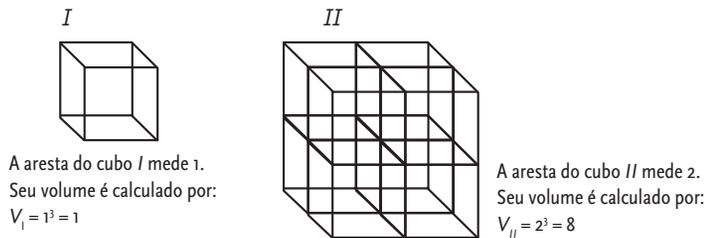
Obtida a razão entre as medidas dos lados correspondentes e sabendo-se que  $k_A = (k_l)^2$ , então  $k_A = 1,25^2 = 1,5625$ . Com a razão entre as áreas, é possível calcular o valor da área ( $x$ ) do quarto ampliado.

$$\frac{A_I}{A_{II}} = \frac{x}{6} = 1,5625 \Rightarrow x = 6 \cdot 1,5625 \Rightarrow x = 9,375 \text{ m}^2$$

## RAZÃO DE SEMELHANÇA E VOLUMES

Com a mesma ideia já desenvolvida, pode-se concluir que a razão entre os volumes ( $K_v$ ) de dois sólidos geométricos é igual ao cubo da razão entre as medidas das arestas correspondentes desses sólidos. Veja a seguir o exemplo com cubos.

A medida do volume de um cubo é calculada assim:  $V = \ell^3$



A razão entre as medidas dos lados dos cubos I e II é  $k_l = \frac{1}{2}$ .

A razão entre os volumes é  $k_v = \frac{V_I}{V_{II}} = \frac{1}{8}$ , ou seja:

$$k_v = (k_l)^3$$

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Duas figuras semelhantes apresentam as seguintes medidas entre lados correspondentes: 6 cm e 8 cm. Sabendo que a área da figura menor é 54 cm<sup>2</sup>, calcule a área da figura maior.

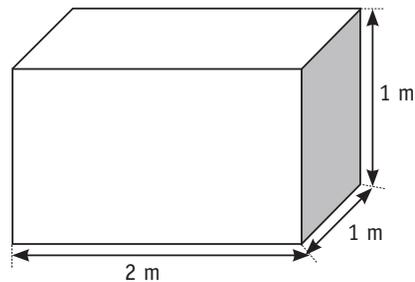
.....

.....

2. Enceja (2005, adaptado) A coleta de lixo é o ganha-pão de cerca de 500 mil catadores em todo o país. Porém, a queda do dólar tem aumentado a desvalorização do alumínio, que tem cotação internacional. Para manter os rendimentos mensais, uma cooperativa de catadores deverá aumentar em 20% a coleta. Como sempre enchem as carroças, os catadores resolveram modificar a altura delas para aumentar a coleta.

A altura da nova carroça deverá ter, em metros:

- a) 1,10      b) 1,2      c) 2,10      d) 2,20



Medidas das carroças atuais

3. Encceja (2002, adaptado) A História conta que, em 427 a.C., a peste matou cerca de um quarto dos habitantes de Atenas, na Grécia. Diz-se que foi perguntado ao deus Apolo como a peste poderia ser combatida e seu sacerdote respondeu que o altar de Apolo, que tinha o formato de um cubo, deveria ser duplicado. Os atenienses, obedientemente, dobraram as dimensões do altar...

Adaptado de: BOYER, Carl B. *História da Matemática*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

É possível completar o final dessa história concluindo que, dobrando as dimensões, o novo altar:

- a) manteve sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 8.
- b) perdeu sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 4.
- c) manteve sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 2.
- d) dobrou de volume apesar de ter perdido sua forma cúbica.

## TEOREMA DE TALES

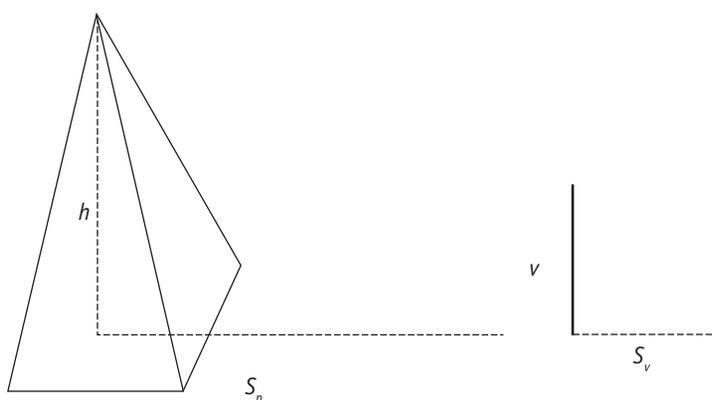
### Tales de Mileto com uma vara, duas sombras e uma ideia

Quando o sábio Tales de Mileto, cerca de seiscentos anos antes do nascimento de Cristo, se encontrava no Egito, foi-lhe pedido por um mensageiro do faraó, em nome do soberano, que calculasse a altura da pirâmide de Quéops: corria a voz de que o sábio sabia medir a altura de construções elevadas por arte geométrica, sem ter de subir a elas. Tales apoiou-se a uma vara, esperou até o momento em que, a meio da manhã, a sombra da sua vara, estando esta na vertical, tivesse um comprimento igual ao da própria vara; disse então ao mensageiro: “Vá, mede depressa a sombra, o seu comprimento é igual à altura da pirâmide”. Para ser rigoroso, Tales deveria ter dito para adicionar à sombra da pirâmide metade do lado da base desta, porque a pirâmide tem uma base larga, que rouba uma parte da sombra que teria se tivesse a forma de um pau direito e fino; pode acontecer que o tenha dito, ainda que a lenda o não refira, talvez para não estragar, com demasiados pormenores técnicos, uma resposta que era bela na sua simplicidade.



Museo Capitolino, Roma. Foto: New York Public Library/Photo Researchers/Latinstock

RADICE, Lúcio Lombardo. *A Matemática de Pitágoras a Newton*. Lisboa: Edições 70, 1971. p. 24.



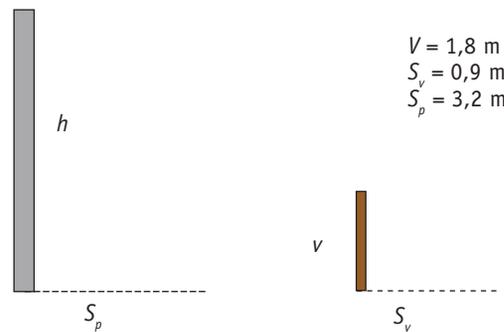
Tales esperou que a sombra da vara ficasse do mesmo comprimento que a vara. Mas ele não precisava esperar isso acontecer. Se a sombra da vara tivesse o dobro do comprimento da vara, a sombra da pirâmide também teria o dobro da sua altura.

Dito de forma matemática: a razão ( $k$ ), o comprimento ( $v$ ) da vara e o comprimento de sua sombra ( $S_v$ ) é igual à razão entre as medidas da altura da pirâmide ( $h$ ) e da sombra da pirâmide acrescida da metade da medida da aresta da base da pirâmide ( $S_p$ ):

$$k = \frac{v}{S_v} = \frac{h}{S_p}$$

Observe que, na proporção representada pela igualdade das razões (frações), três elementos são conhecidos: o comprimento da vara, o comprimento da sombra da vara e o comprimento da sombra da pirâmide. Resta a altura da pirâmide como incógnita de uma equação, que, ao ser resolvida, resolve também o problema de Tales.

Veja o exemplo com números, em uma situação mais simples: na figura a seguir, estão representados um poste de altura  $h$  e uma vara  $v$ , com suas respectivas sombras, em um determinado instante do dia. Se a vara mede 1,8 m e projeta uma sombra de 0,9 m, qual deve ser a altura do poste que, no mesmo instante, projeta uma sombra de 3,2 m?



A proporção com números:

$$\frac{h}{3,2} = \frac{1,8}{0,9}$$

Para encontrar a altura do poste, basta resolver a equação. Assim:

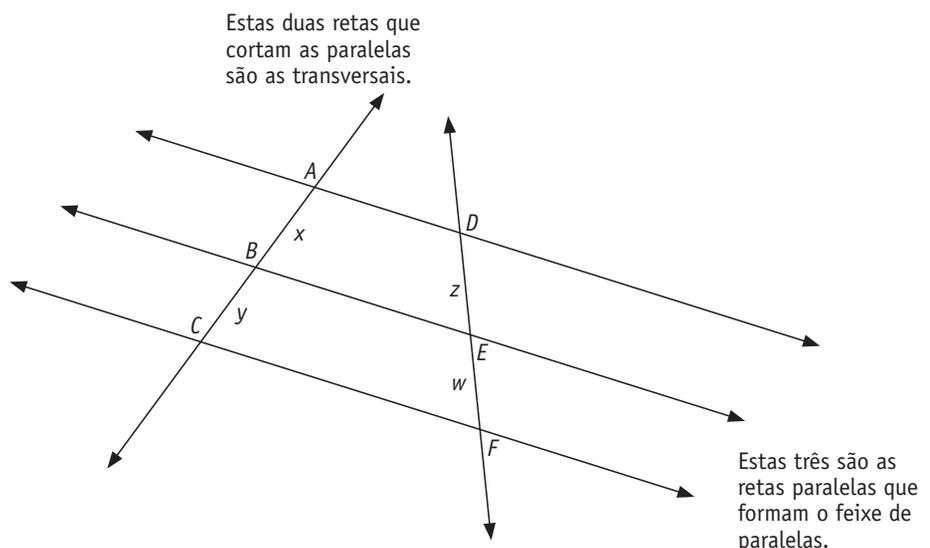
$$\frac{h}{3,2} = \frac{1,8}{0,9} \Rightarrow h \cdot 0,9 = 3,2 \cdot 1,8 \Rightarrow h \cdot 0,9 = 5,76 \Rightarrow h = \frac{5,76}{0,9} \Rightarrow h = 6,4 \text{ m}$$

Ou seja, a altura do poste é de 6,4 m.

O teorema de Tales, como ficou conhecido, também utiliza a ideia de semelhança, da forma descrita a seguir.

Se duas retas cortam, transversalmente, um feixe de retas paralelas, então, os segmentos determinados sobre uma das transversais são proporcionais aos segmentos correspondentes determinados sobre a outra transversal.

Veja o exemplo:



Observe no desenho que os pontos de cruzamento de uma das transversais com o feixe de paralelas foram nomeados por  $A$ ,  $B$  e  $C$ . Respectivamente, na outra transversal, os pontos foram nomeados por  $D$ ,  $E$  e  $F$ . Assim nomeados, de acordo com o teorema de Tales, é possível escrever a proporção:

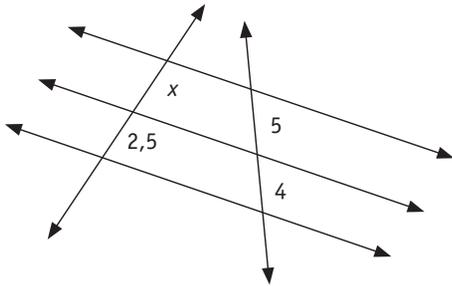
$$\frac{\overline{AB}}{\overline{BC}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{EF}}$$

Indicando por  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $w$ , as medidas dos segmentos determinados pelas paralelas sobre as transversais, a proporção pode ser assim escrita:

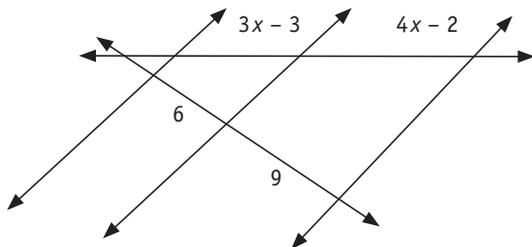
$$\frac{x}{y} = \frac{z}{w}$$

#### APLICAR CONHECIMENTOS IV

1. Um feixe de paralelas é cortado por duas transversais. Calcule o valor de  $x$  a partir das medidas indicadas na figura.



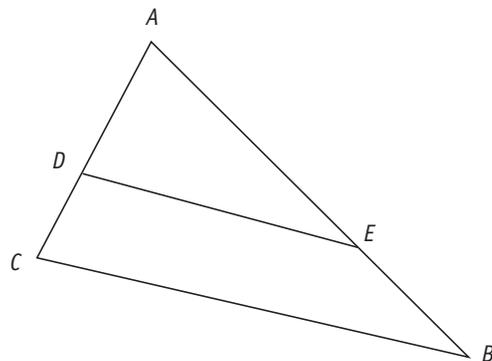
2. Calcule o valor de  $x$  e, a partir dele, as medidas dos segmentos dados pela figura formada por três paralelas cortadas por duas transversais.



3. (Fafi-MG) Sabendo que  $\overline{DC} = 2$ ,  $\overline{AE} = 3$ ,  $\overline{EB} = 4$  e que  $\overline{CB}$  é paralelo a  $\overline{DE}$ , conforme a figura ao lado, é possível dizer que o valor de  $\overline{AD}$  é:

(Sugestão: trace, passando pelo ponto  $A$ , um segmento paralelo ao segmento  $\overline{DE}$  e monte o esquema das três paralelas cortadas por transversais.)

- a) 1,0      b) 1,5      c) 2,0      d) 2,5



# Processos produtivos industriais da Química: como eram, como são e como deverão ser no futuro

Desde a Revolução Industrial até o início dos anos 1970, o progresso das cidades era associado, pela maioria das pessoas, à quantidade de chaminés: mais chaminés significavam mais indústrias, mais emprego, melhores salários, maior oferta e consumo de bens, melhor qualidade de vida. Com isso, muitos trabalhadores e trabalhadoras do campo e das pequenas cidades, bem como jovens em busca de seu primeiro emprego, foram “atraídos” pelo progresso das grandes cidades industrializadas.

Com essa visão equivocada de progresso, grande parte das pessoas deixou de perceber a vertiginosa devastação do ambiente natural para obtenção de matérias-primas e energia, bem como a crescente poluição do ar, das águas e do solo e suas consequências para a saúde pública.

Paralelamente, não se pensava em investir em infraestrutura e em planejamento adequados das cidades, para receber e oferecer qualidade de vida digna aos novos habitantes: à medida que crescia a quantidade de arranha-céus que abrigavam escritórios, bancos, hotéis e apartamentos residenciais, impermeabilizava-se cada vez mais o solo e aumentava-se a quantidade de esgoto e lixo. Cresciam também os subempregos e os problemas de moradia, muitas vezes situadas em áreas de mananciais (nascentes de cursos de água), distantes do local de trabalho, agravando ainda mais a situação dos moradores das grandes cidades.



De film Martins/Pulsar Imagens

Vista aérea de loteamento na represa Guarapiranga em São Paulo (SP), 2003.  
Na imagem, percebemos a substituição da mata por concreto em área de manancial.

A partir dos anos 1970, muitos desses problemas ambientais se tornaram tão evidentes que passaram a ser uma preocupação mundial. Com isso, órgãos governamentais, associações e grupos de pesquisa foram criados para alertar a população, analisar, discutir, monitorar, fiscalizar, criar leis e fazer propostas para evitar que esses problemas se agravassem ainda mais.

## O QUE MUDOU NOS PROCESSOS QUÍMICO-INDUSTRIAIS DOS ANOS 1970 ATÉ HOJE?

Até 1976, não havia legislação que definisse e estabelecesse, em âmbito nacional, padrões de qualidade do ambiente com relação à poluição. No dia 27 de abril daquele ano, entretanto, foi baixada pelo então Ministério do Interior (Minter) a Portaria nº 231, que definiu pela primeira vez padrões de qualidade do ar, válidos em todo o território nacional. Além disso, essa portaria estabeleceu que todas as indústrias em fase de construção e todas as que viessem a ser construídas deveriam ter equipamentos para controle da poluição ambiental.

Ainda em 1976, em 7 de dezembro, por meio da Portaria Minter nº 536, foram estabelecidos padrões para definir se a água é própria ou não para o banho e para a prática de atividades esportivas.

A primeira legislação sobre a qualidade do solo foi instituída só em 1º de março de 1979, por meio da Portaria nº 53 do mesmo Ministério, que estabeleceu critérios para deposição de outros resíduos sólidos.

Com base nessas portarias, surgiram diversas resoluções, leis e decretos em âmbito federal, estadual e municipal voltados à proteção ambiental, que resultaram em grande aprimoramento dos processos industriais, de modo que nos dias atuais as indústrias deixaram de ser as principais fontes de poluição, cedendo esse lugar aos veículos leves e pesados, às atividades agropecuárias e aos esgotos domésticos.

A seguir, veremos alguns dos procedimentos que vêm sendo utilizados pelas indústrias químicas para controlar a emissão de poluentes.

### CONTROLE DA EMISSÃO DE GASES NA ATMOSFERA

Como evitar que um gás poluente chegue à atmosfera? Uma das saídas seria utilizar processos que não produzam gases poluentes, mas isso é muito difícil, pois, mesmo que as transformações químicas que as indústrias realizam para obter seus produtos não emitam gases, todas elas dependem de energia para funcionar. Essa energia, na maioria das vezes, vem da queima de combustíveis, que produz gases, além de material particulado.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), o termo “material particulado” corresponde a um “conjunto de poluentes constituídos de poeira, fumaça e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho”. (Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em: 2 abr. 2012.)

É necessário então utilizar combustíveis menos poluentes e reter os gases produzidos em seus processos. Como isso pode ser feito?

**RETENÇÃO DE GÁS****Materiais necessários**

- 1 frasco de plástico de 100 mL de capacidade, de boca estreita (como os frascos de água oxigenada ou removedores de esmalte);
- 1 copo de vidro comum incolor e transparente (cerca de 250 mL de capacidade);
- 30 cm de mangueira de plástico flexível, de diâmetro interno aproximadamente igual ao da boca do frasco, de modo que possa ser encaixada nele (como mangueira de jardim);
- água;
- 1 colher rasa (das de café) de hidróxido de cálcio, substância encontrada no comércio com o nome de cal hidratada;
- 1 frasco medidor de volumes (de uso culinário);
- ¼ de comprimido antiácido efervescente;
- 1 conjunto para coar café (papel filtro 102 ou 103 + suporte);
- 1 colher (das de sopa).

**Procedimentos****Parte I – Preparação da água de cal**

Neste experimento, você precisará usar água de cal. A água de cal é uma solução aquosa saturada de hidróxido de cálcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ou seja, é uma solução que contém dissolvida a maior quantidade possível dessa substância. Siga as instruções para prepará-la:

1. Coloque 150 mL de água no frasco medidor.
2. Acrescente a esse frasco 1 colher de café de cal hidratada e agite bem com a colher de sopa.
3. Deixe a mistura em repouso até que o material sólido fique depositado no fundo do frasco.
4. Monte o suporte com o coador de papel sobre o copo e filtre o líquido obtido no item anterior. Essa solução recolhida no copo é a água de cal.
5. Lave bem todos os materiais utilizados para remover totalmente a cal hidratada.

**Parte II – Simulando a retenção de um gás**

Nesta parte da experiência, você observará o que acontece quando o gás carbônico produzido em uma transformação química passa pela água de cal em vez de ser lançado diretamente à atmosfera. Para isso, siga as instruções seguintes.

1. Meça 50 mL de água no frasco medidor e a transfira para o frasco de plástico de boca estreita.
2. Mergulhe uma das extremidades da mangueira no copo com a água de cal.
3. Jogue o pedaço de comprimido efervescente dentro do frasco e imediatamente conecte nele a outra extremidade da mangueira, para que não haja escape do gás carbônico diretamente para o ar.
4. Observe o que acontece na água de cal e registre suas observações.

Com base no que você observou nesse experimento, responda às seguintes questões:

1. O que se observa na água de cal quando ela entra em contato com o gás produzido na transformação química que ocorre quando o comprimido efervescente entra em contato com água?

- Quando o gás carbônico,  $\text{CO}_2(\text{g})$ , é inserido na solução aquosa de hidróxido de cálcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ , forma-se um material sólido branco, que é o carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ . Forma-se também água no estado líquido,  $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ . Escreva a equação química que representa essa transformação.
- Como esse método pode ajudar a evitar que o dióxido de carbono seja emitido para a atmosfera? Seria viável utilizá-lo para controlar a quantidade de  $\text{CO}_2$  emitida por veículos automotores? Justifique.

## COMO A RETENÇÃO DE GASES É FEITA NAS INDÚSTRIAS?

A simulação que você fez no experimento anterior mostra uma das principais formas de reter gases poluentes nos processos industriais, que consiste na utilização desses gases como reagente de uma transformação química, na qual se formam produtos não gasosos.

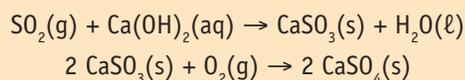
Esse método é amplamente empregado com a finalidade de remover o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), um dos principais poluentes atmosféricos, dos gases produzidos na queima de combustíveis industriais (carvão e óleo combustível) e na obtenção de metais a partir de minérios formados por sulfetos metálicos, como o cinábrio (sulfeto de mercúrio,  $\text{HgS}$ ), a galena (sulfeto de chumbo,  $\text{PbS}$ ), a blenda (sulfeto de zinco,  $\text{ZnS}$ ) e a garnierita (sulfeto de níquel,  $\text{NiS}$ ).

Esses minérios, quando aquecidos em presença de ar, originam um metal e dióxido de enxofre, por exemplo:

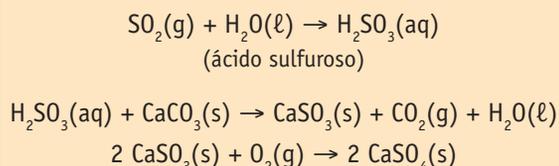


A retenção do  $\text{SO}_2$  nesses processos se dá por uma sequência de transformações químicas. Primeiro, há na formação de sulfito de cálcio,  $\text{CaSO}_3$ , que, por sua vez, reage com oxigênio do ar, produzindo sulfato de cálcio,  $\text{CaSO}_4$ , que é o constituinte do gesso. Nessas transformações, podem ser utilizados água de cal e carbonato de cálcio (calcário).

Com água de cal, tem-se:



Com carbonato de cálcio, tem-se:



O gás carbônico,  $\text{CO}_2$ , formado na reação do calcário com ácido sulfuroso, pode reagir com a água de cal, formando novamente carbonato de cálcio, tal como você observou no experimento.

A imagem a seguir mostra o esquema de um desses processos utilizados nas indústrias para reter o  $\text{SO}_2$ . Esse processo é conhecido como **sistema de secador *spray***.



## CONTROLE DO LANÇAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NAS ÁGUAS E NO SOLO

Durante a realização de seus processos de produção, as indústrias químicas geram uma grande diversidade de resíduos sólidos e líquidos (conhecidos como efluentes), que variam conforme o tipo de indústria. Até a década de 1970, quando não havia legislação adequada, todos esses resíduos eram simplesmente lançados, sem qualquer tratamento, nos cursos de água (rios, córregos, lagos e mar) ou enterrados sem qualquer critério.

Atualmente, as indústrias são obrigadas a tratar todos esses resíduos, devendo reciclar os sólidos ou, quando isso não for possível, destiná-los a aterros especiais onde haja controle rígido para que os produtos tóxicos não cheguem aos lençóis freáticos nem sejam transportados pelas chuvas aos rios, lagos e mares.

O tratamento que se faz depende do tipo de resíduo gerado pela indústria. Vamos ver alguns exemplos.

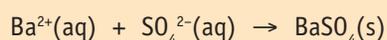
### RETENÇÃO DE ÍONS DE METAIS TÓXICOS

Muitos confundem o termo “metais pesados” com metais tóxicos. Acontece que nem todos os metais pesados são tóxicos, nem todos os metais leves são inofensivos. O termo “metal pesado” se refere a um metal que apresenta densidade superior a  $5 \text{ g/cm}^3$ . Entre eles há vários que não são tóxicos na forma metálica. Muitas pessoas, por exemplo, utilizam próteses feitas com ligas de platina (Pt, densidade =  $21,4 \text{ g/cm}^3$ ) e de ouro (Au, densidade =  $19,3 \text{ g/cm}^3$ ), metais pesados e não tóxicos. Entretanto, se alguém ingerir uma minúscula quantidade de sódio metálico (Na, que tem densidade  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , inferior à da água), certamente terá graves complicações, podendo até morrer se não receber socorro imediato.

Outra confusão que comumente as pessoas fazem é com a forma como os elementos metálicos estão presentes nos dejetos industriais. Muitos pensam que é a forma sólida, com seu brilho e outras propriedades características, que vai para as águas. Na realidade, esses elementos metálicos estão sob a forma de íons de carga positiva, dispersos na água e invisíveis mesmo aos mais poderosos microscópios. São esses íons, de metais leves ou pesados, que podem ou não ser tóxicos. Por exemplo, os íons de sódio,  $\text{Na}^+$  (íons de metal

leve), e os de ferro,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  (íons de metal pesado), não são considerados tóxicos em baixas concentrações, mas os de bário,  $\text{Ba}^{2+}$  (íons de metal de densidade  $3,5 \text{ g/cm}^3$ , portanto, “leve”) são extremamente tóxicos, mesmo em baixas concentrações.

Os íons tóxicos são retidos, na maioria dos processos industriais, por adição de substâncias que reagem com eles, formando compostos pouco solúveis em água. Por exemplo, se os efluentes líquidos de uma indústria ou de um laboratório contêm íons de bário em solução aquosa, estes podem ser retidos pelo acréscimo de solução que contenha íons sulfato, formando um sólido branco praticamente insolúvel em água, que é o sulfato de bário,  $\text{BaSO}_4$ :



O sulfato de bário assim obtido pode ser retido em filtros, separado dos efluentes, purificado e destinado a outros usos.

O sulfato de bário puríssimo é empregado como contraste em radiografias, pois tem a propriedade de reter raios X. Esse emprego é possível porque, quando pura, essa substância é insolúvel nos líquidos do corpo humano e assim não libera íons  $\text{Ba}^{2+}$  no organismo, podendo ser usada com segurança.

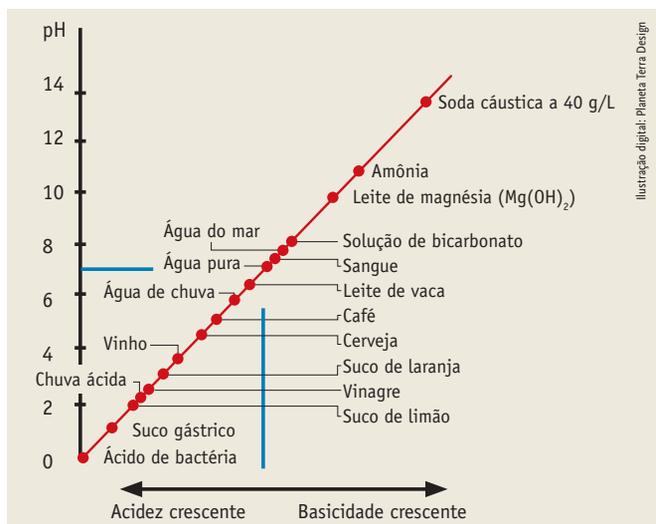
## NEUTRALIZAÇÃO DE SOLUÇÕES ÁCIDAS E BÁSICAS

Muitos efluentes líquidos industriais são soluções aquosas que contêm altas concentrações de substâncias ácidas ou básicas. O grau de acidez ou de basicidade de uma solução é avaliado por uma escala conhecida como escala de pH.

Nessa escala, a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , é atribuído o valor 7,0 ao pH da água pura (água destilada), que é neutra. Valores inferiores a 7,0 correspondem às soluções ácidas e valores superiores a 7,0 correspondem às soluções básicas (também conhecidas como alcalinas).

### LER GRÁFICO

Valores de pH de alguns líquidos bem conhecidos



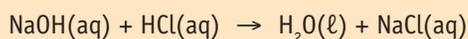
Fonte: Grupo de Pesquisa em Educação Química (Gepeq-USP). *Química e sobrevivência: hidrosfera – fontes de materiais*. São Paulo: Edusp, 2005. p. 159.

Responda às questões:

1. Dos líquidos exemplificados no gráfico, qual é o mais ácido? Qual é o mais alcalino?

2. O que deve acontecer com o pH de uma amostra de água destilada se a ela forem acrescentadas gotas de suco de limão? O pH da solução final seria maior ou menor?

Antigamente, os efluentes ácidos ou alcalinos das indústrias químicas eram lançados nas águas sem nenhum tratamento, o que afetava seres vivos aquáticos, adaptados a viver em determinada faixa de valores de pH. Quando a correnteza não era suficiente para diluir o material lançado, ocorria, por exemplo, grande mortandade de peixes, que ficavam flutuando nas águas. Nos dias de hoje, os efluentes devem ser lançados com pH compatível com o das águas naturais que vão recebê-los. Isso é feito tanto por diluições como por **reações químicas de neutralização**. Ou seja, se o efluente é ácido, utilizam-se soluções básicas para neutralizá-lo, e vice-versa. Isso é possível porque soluções ácidas reagem com soluções básicas, produzindo água e algum sal em solução. Os **sais** são substâncias químicas resultantes da reação entre ácidos e bases. Por exemplo, um efluente que contenha muita soda cáustica pode ser neutralizado com ácido clorídrico e vice-versa:



Caso a solução ácida ou básica seja muito concentrada, ela deve ser diluída antes de se realizar essa reação. Isso porque as reações de neutralização geram muito calor e altas concentrações de sal, que também afetam a vida no meio aquático.

## O QUE DEVERÁ MUDAR NO SISTEMA QUÍMICO-INDUSTRIAL EM UM FUTURO PRÓXIMO?

Considerando as mudanças verificadas até hoje no sistema produtivo, notamos, por um lado, que os processos tornaram-se menos poluidores. Por outro lado, houve grande automação tanto na produção como nos métodos de controle de qualidade, o que aumentou a produtividade industrial e fechou vários postos de trabalho.

Além disso, apesar de os processos industriais terem se tornado mais “limpos”, a produção aumentou e, com isso, aumentaram também a extração de matérias-primas do ambiente, o consumo de energia e a quantidade de produtos e embalagens descartáveis, como sacos plásticos, fraldas, copos, pilhas, pneus, garrafas PET, embalagens de isopor e muitos outros.

Nesse panorama, a geração de resíduos pelas indústrias diminuiu, enquanto a produção de resíduos domiciliares e do comércio cresceu, aumentando brutalmente o volume de lixo, de modo que a responsabilidade pelo destino final dos resíduos e todos os seus custos passaram a ser do poder público municipal.

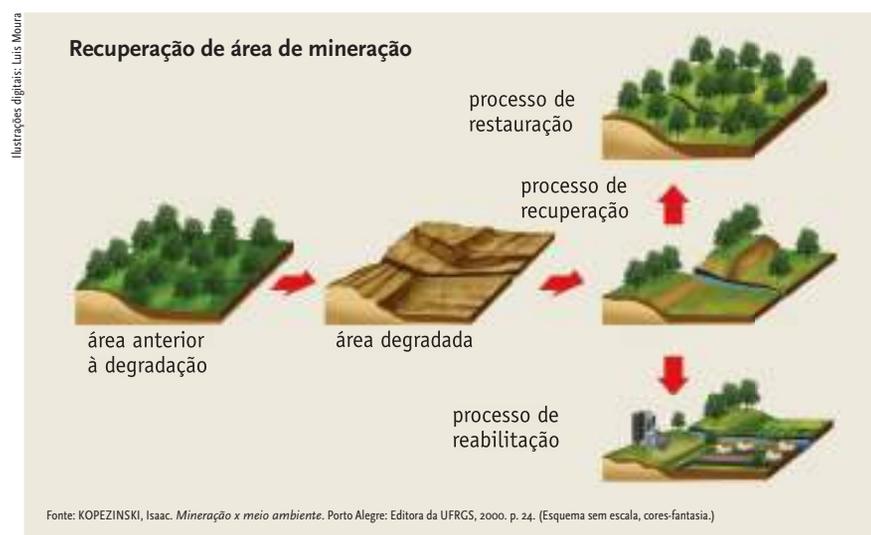
Por exemplo, há alguns anos, todas as bebidas, como leite, água mineral, cervejas e refrigerantes, eram embaladas exclusivamente em vasilhames de vidro, que, após o consumo do produto, retornavam às indústrias, onde eram lavados, esterilizados e reutilizados. Hoje, somente algumas embalagens são retornáveis e reutilizáveis. Até mesmo alguns vasilhames de vidro atualmente não são retornáveis, pois o custo de produzir um novo é menor do que o de esterilizá-lo e reutilizá-lo.

Entretanto, isso tudo tende a mudar num futuro próximo, pois a legislação em vários países, inclusive no Brasil, tem ficado cada vez mais rígida no que diz respeito à responsabilidade ambiental das empresas.

## A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL EM TODO O CICLO: DESDE A EXTRAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS ATÉ O DESTINO FINAL

Uma tendência mundial, que já é realidade em vários países desenvolvidos, é atribuir ao sistema produtivo industrial a responsabilidade de cuidar adequadamente do ambiente durante todo o ciclo de produção, desde a extração de matérias-primas até o destino correto dos produtos após a utilização pelos consumidores. Assim, prevê-se, num futuro próximo, que:

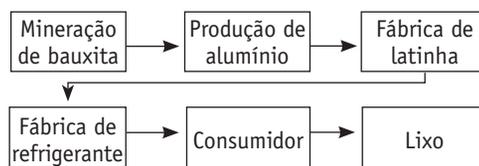
- os processos produtivos tenham cada vez maior rendimento, ou seja, produzam maior quantidade de produtos a partir de menor quantidade de matérias-primas.
- todas as áreas devastadas por mineração sejam recuperadas, de modo que o espaço possa ser reutilizado, como mostra o esquema a seguir:



- produtos e embalagens que, após o uso, possam gerar problemas ambientais, sejam encaminhados às indústrias que os produziram para serem reciclados ou terem destinos adequados. No Brasil, já há legislação sobre pneus e variados tipos de baterias que, depois de usados, devem ser devolvidos aos fabricantes. Tal legislação deverá ser estendida a outros produtos, como o PET, a exemplo do que ocorre em países europeus;
- devem ganhar destaque nos processos produtivos industriais as fontes alternativas de energia, que são menos poluentes e que geram menos gases do efeito estufa.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Enceja (2002) O esquema mostra, de maneira simplificada, o que acontecia há alguns anos no processo que vai desde a extração do minério de alumínio até o destino final das latinhas de refrigerante:



A atualização desse esquema deve considerar a reciclagem do alumínio. Para tanto, deve-se colocar na sequência do processo acima as fases:

- a) Consumidor – Coletor – Fábrica de latinhas      c) Consumidor – Coletor – Fábrica de refrigerante  
b) Lixo – Coletor – Mineração de bauxita      d) Lixo – Consumidor – Produção de alumínio

Você é capaz de ficar um dia inteiro sem usar nenhum tipo de equipamento elétrico? Trata-se de um desafio bem complicado! Estamos tão acostumados com a comodidade que eles nos proporcionam que só nos damos conta dessa dependência quando eles nos faltam.

Basta ver o que acontece quando falta energia elétrica: por um breve momento passamos a viver em outro mundo, em uma situação muito estranha, sem televisão ou internet, sem liquidificador ou batedeira, sem forno de micro-ondas ou geladeira, sem chuveiro elétrico ou lâmpadas, sem metrô ou trem. O uso cotidiano da tecnologia condicionou nossos hábitos e costumes, facilitando nossa vida em diversas situações e contribuindo para a formação de uma sociedade de consumo completamente dependente da disponibilidade de energia elétrica.



### DEBATER

1. Cite exemplos em que a eletricidade esteja diretamente ligada a algum aspecto da vida social, como na saúde, na educação, no preparo de alimentos, nos transportes etc.
2. Como você imagina que as atividades citadas por você na questão anterior eram realizadas antes da criação de aparelhos eletroeletrônicos?
3. Discuta com seus colegas a que riscos e benefícios uma sociedade tão dependente da energia elétrica está sujeita.

### OS BENEFÍCIOS TRAZIDOS PELA ELETRICIDADE

Houve um momento na História em que a eletricidade entrou na vida das pessoas e não saiu mais. Na Europa, a energia elétrica passou a ser largamente empregada a partir de 1850, na segunda fase da Revolução Industrial, a partir dos estudos das propriedades elétricas e magnéticas por diversos cientistas e do consequente desenvolvimento dos dínamos, dos geradores e dos motores elétricos.

As máquinas térmicas trouxeram um enorme avanço durante a primeira fase do desenvolvimento industrial. E trouxeram também outros desafios. Os eixos, as roldanas e os processos termodinâmicos dessas máquinas desperdiçavam muita energia, produzindo uma eficiência de, no máximo, 30%. Além disso, havia o inconveniente do calor excessivo dentro das fábricas e do constante risco de explosão das caldeiras submetidas a altas pressões.

Em indústrias onde cada equipamento possuía um ritmo diferente de produção, era muito difícil utilizar o movimento gerado a partir de uma única caldeira. Como solução, empregavam-se várias máquinas térmicas com eixos e roldanas próprios. Isso aumentava a insalubridade nas fábricas, gerando diversas doenças nos trabalhadores. A fuligem do carvão usado em grandes quantidades afetava os pulmões, e o excessivo barulho dessas máquinas produzia perdas auditivas e doenças nervosas.

A utilização dos motores elétricos melhorou muito essa situação, podendo-se empregar vários motores de ritmos diferentes com uma eficiência energética fantástica – da ordem de 80% –, dispensando o carvão e diminuindo sensivelmente o ruído no ambiente de trabalho.

Neste capítulo, vamos estudar algumas propriedades elétricas que caracterizam os equipamentos que utilizamos diariamente, assim como as instalações elétricas que possibilitam o uso desses equipamentos nas residências.

### PESQUISAR I

1. Escolha pelo menos cinco aparelhos elétricos de sua casa e anote todas as informações elétricas que você conseguir ler em suas carcaças ou em seus manuais.
2. Com essas informações, complete a tabela a seguir.

Aparelho	Tensão ( $U$ ) medida em volts (V)	Potência ( $P$ ) medida em watts (W)	Corrente ( $P$ ) medida em amperes (A)	Frequência ( $f$ ) medida em Hertz (Hz)	Outras informações
1. Chuveiro	220 V	3000 W	–	60 Hz	AJ
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

### Nomes que ficaram para a história

Uma forma de homenagear os cientistas que deram grandes contribuições ao desenvolvimento da ciência é atribuir seus sobrenomes a elementos químicos, espécies, teorias ou unidades de medida de grandezas descobertos e estudados por eles durante a vida. Veja ao lado a origem das unidades de medida de algumas grandezas físicas elétricas que costumamos ver nas carcaças dos aparelhos elétricos ou em seus manuais de funcionamento:

Unidade	Grandeza	Símbolo	Homenageado	Nacionalidade	Período em que viveu
volt (V)	tensão	$U$	Alessandro Volta	italiano	1745-1827
watt (W)	potência	$P$	James P. Watt	escocês	1736-1819
ampere (A)	corrente	$i$	André M. Ampère	francês	1775-1836
hertz (Hz)	frequência	$f$	Heinrich R. Hertz	alemão	1857-1894

## GRANDEZAS FÍSICAS QUE CARACTERIZAM OS APARELHOS ELÉTRICOS

**Tensão, potência, corrente e frequência** não são as únicas grandezas elétricas que existem, mas são as que mais são indicadas nos aparelhos, constituindo um conjunto mínimo de informações necessárias para sua utilização adequada. Uma mesma informação que caracteriza o funcionamento dos aparelhos elétricos pode aparecer de maneiras diferentes. É importante, contudo, compreender quando se trata da mesma informação.

Por exemplo, em alguns aparelhos a **tensão elétrica** pode ser designada simplesmente por **110 V**; em outros, pode aparecer **voltagem 110 V**; em outros, ainda, essa mesma informação pode vir assim: **tensão elétrica 110 volts**. Ela ainda tem um apelido: **ddp 110 V (diferença de potencial de 110 V)**. Em todos os casos, 110 é o número que quantifica a grandeza tensão elétrica, cuja unidade de medida é o volt (V).

A **tensão elétrica ou voltagem (U)** indica a capacidade da fonte (pilha, bateria ou tomada) em fornecer energia. Sabe-se sempre que se deve ligar um aparelho de tensão 110 V em tomadas de 110 V. Se ligarmos esse aparelho numa tomada de 220 V, ele vai queimar. Nesse caso, a fonte (tomada) vai fornecer muito mais energia ao aparelho do que ele suporta. Já se ligarmos um aparelho de 220 V numa tomada de 110 V, ele não vai funcionar plenamente.

Há aparelhos como rádios que permitem o ajuste de sua tensão à rede elétrica residencial por meio de uma chave *bivolt*. Outros modelos mais modernos fazem essa adaptação à tensão da tomada automaticamente, sem necessidade de ajustes manuais. Portanto, ao adquirir ou trocar um aparelho elétrico, é fundamental ler seu manual antes de conectá-lo à tomada.

Mas atenção: não é correto afirmar que um aparelho 220 V consome mais energia que um de 110 V só porque está ligado a essa tensão.

A **potência elétrica (P)** é a grandeza que informa quanta energia o aparelho consome por unidade de tempo. A fatura mensal de eletricidade traz a energia elétrica consumida em quilowatt-hora pelos equipamentos da residência durante seu uso. A maioria dos aparelhos elétricos tem apenas um valor de potência, mas existem alguns que trazem escrito mais de um valor, como o chuveiro elétrico.

Quando ligado na **posição verão**, a água é menos aquecida, pois o chuveiro opera numa potência menor do que na **posição inverno**, em que a água é mais aquecida. Consequentemente, um banho tomado na posição verão gasta menos do que um banho, com a mesma duração, tomado na posição inverno, em que a potência é maior e, portanto, em que se consome mais energia.



A eletricidade das usinas é transmitida pelos fios de alta-tensão a 700 mil V para minimizar as perdas de energia durante o transporte. Quando os fios chegam às cidades, a tensão é rebaixada para 7200 V nos transformadores das subestações rebaixadoras de tensão. Dali, os fios seguem até as residências, onde a tensão é novamente rebaixada para 110 ou 220 V pelos transformadores dos postes. O fio neutro apresenta tensão nula (0 V). Ele sai de uma haste enterrada no solo da subestação rebaixadora de tensão e não passa por nenhum transformador.



É importante saber como se obtém a energia consumida pelos equipamentos para planejar e controlar o consumo dessa energia (E), por meio da potência (P) e do tempo (t) em que o aparelho fica ligado ( $E = P \cdot t$ ). Chuveiros, ferros elétricos e aquecedores em geral são os aparelhos que mais consomem energia nas residências.

A tensão elétrica é característica da fonte de energia. A potência elétrica é característica do aparelho. Da conjugação das duas se determina a **corrente elétrica** ( $i$ ) que circulará pelo aparelho. A corrente está presente em todos os aparelhos quando estão funcionando. O cálculo da corrente elétrica depende da potência do aparelho ( $P$ ) e da tensão ( $U$ ) em que ele é colocado para funcionar:

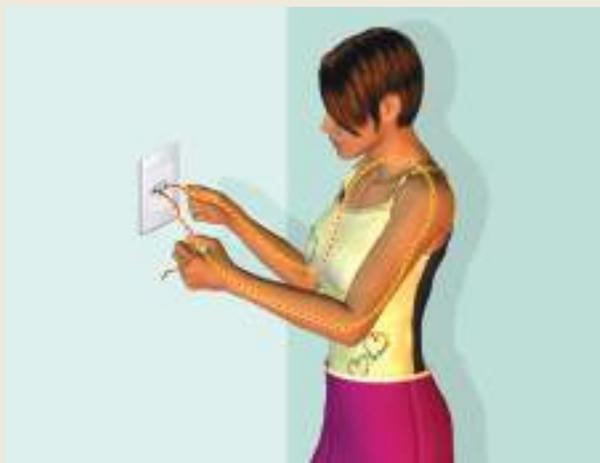
$$P = i \cdot U$$

Em uma lâmpada de 100 W-110 V, por exemplo, passa uma corrente elétrica de 0,91 A, maior, portanto, que a corrente de 0,55 A que passa numa lâmpada de 60 W-110 V. É por causa do valor da corrente elétrica que lâmpadas de 100 W apresentam maior luminosidade que as de 60 W.

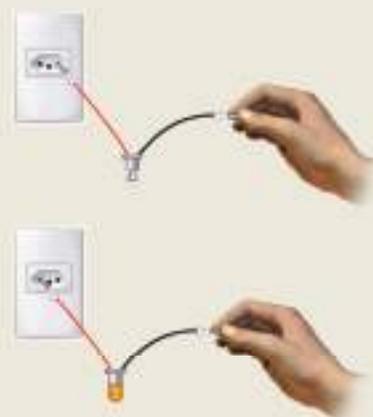
Há dois tipos de corrente elétrica: a **corrente contínua** (CC, ou DC, do inglês *direct current*), fornecida por pilhas e baterias; e a **corrente alternada** (CA ou AC, do inglês *alternate current*), fornecida pelas usinas e disponível nas tomadas. Pode-se usar o sinal “~” (til) para indicar CA.

A **frequência elétrica** ( $f$ ) se refere a uma característica da corrente elétrica alternada obtida das usinas geradoras de eletricidade. Por isso, você nunca encontrará essa informação nos aparelhos que funcionam com pilhas ou baterias, pois eles fornecem corrente contínua. A corrente alternada é caracterizada por oscilar, como um vaivém de frequência constante. Esse vaivém é chamado de **fase**.

É por isso que, nas instalações elétricas residenciais, costumam-se chamar os fios energizados de **fios fases**, diferenciando-os do **fio neutro**, que apresenta tensão fixa em 0 V. Tocar num fio fase sem proteção é choque certo, ao contrário do fio neutro, que não dá choque. No Brasil, a frequência da corrente alternada é de 60 Hz, ou seja, a corrente oscila sessenta vezes por segundo. Há países, como Portugal e Paraguai, onde a frequência é de 50 Hz.



Nós tomamos choque de corrente elétrica, quando ela passa por nosso corpo. O valor mínimo de corrente perceptível por uma pessoa é 1 mA (1 miliampere =  $10^{-3}$  A = 0,001 A). Com uma corrente de 10 mA, a pessoa perde o controle dos músculos, ficando difícil abrir as mãos para se livrar do contato. Entre 10 mA e 3 A, ocorrem sérios riscos à vida. Com 2 A, a pele pode sofrer fortes queimaduras e os órgãos internos, sérios danos. Contudo, se o trecho do corpo por onde passa a eletricidade envolve as duas mãos, o risco é maior, pois a corrente passa diretamente pelo coração. Dependendo da intensidade, pode provocar até fibrilação ventricular, levando à morte em poucos minutos.



Os eletricitistas que trabalham na manutenção das instalações elétricas usam um aparelho para testar qual fio é fase e qual é o neutro. Numa tomada de 110 V, por exemplo, um dos fios é o fase e o outro é o neutro. Ligando os contatos do teste como na figura, se a lâmpada do aparelho acender, trata-se do fio fase. Mesmo sendo o fio fase, o eletricitista não sentirá o choque, pois a resistência do aparelho é muito grande, diminuindo a corrente que passa para a mão.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

## APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Calcule a corrente elétrica que circula num chuveiro ligado nas posições verão e inverno, com as seguintes características: 220 V – 2 200 W/4 400 W.  
**Dica:** isole a corrente elétrica na expressão  $P = i \cdot U$  e calcule a corrente substituindo os valores da potência menor (verão) e maior (inverno), na mesma tensão de operação.
2. Com base em seus cálculos da questão anterior, responda às seguintes perguntas, justificando-as:
  - a) Em qual posição passa uma corrente maior pelo chuveiro?
  - b) Em qual posição o consumo de energia elétrica é maior?
3. Agora, calcule a corrente elétrica de um chuveiro fabricado para funcionar numa tensão elétrica de 110 V, com as mesmas potências do chuveiro anterior, e explique por que nas residências é mais comum se utilizarem chuveiros de 220 V que de 110 V. Qual deles apresenta mais riscos à saúde em caso de choques elétricos?

## QUAL É A ORIGEM DA ELETRICIDADE?

Para responder a essa questão, precisaremos de um **modelo teórico** que nos dê condições de imaginar como a eletricidade é produzida e de que forma ela é transformada nos aparelhos. Um modelo teórico-científico é um conjunto de hipóteses que buscam explicar as causas de algum fenômeno observado. Em nosso caso, usaremos o **modelo atômico da matéria**.

Os átomos, que constituem toda a matéria existente, são incrivelmente pequenos, mas possuem uma estrutura interna: um **núcleo** muito pequeno e muito denso (raio do núcleo  $\sim 10^{-15}$  m), onde se concentra a maior parte da massa do átomo, composto de dois tipos de partículas chamadas de prótons e nêutrons; e uma **eletrosfera**, onde ficam os elétrons (raio do átomo  $\sim 10^{-10}$  m).

Essas partículas constituintes do átomo possuem uma propriedade conhecida como **carga elétrica**. Os elétrons possuem carga elétrica negativa (–) e os prótons possuem carga elétrica positiva (+). O valor da carga elétrica de um elétron é igual ao valor da carga elétrica de um próton, diferindo apenas quanto ao seu sinal. Já os nêutrons possuem carga elétrica nula, daí seu nome. As características principais das cargas elétricas são as seguintes:

- quando cargas elétricas de sinais opostos são aproximadas, elas se atraem;
- quando cargas elétricas de mesmo sinal são aproximadas, elas se repelem.

Veja o esquema:

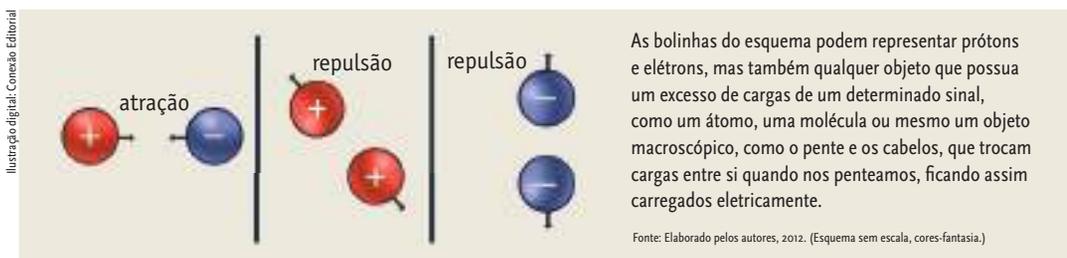
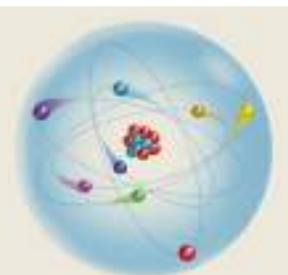


Ilustração digital: Luis Moura



O modelo atômico proposto pelo físico inglês Ernest Rutherford foi elaborado a partir de experiências realizadas em 1911. Ele propôs um modelo parecido com um minissistema solar, com um núcleo massivo no centro e elétrons que o orbitam. Mais tarde, o dinamarquês Niels Bohr aperfeiçoou esse modelo, mas foi só em 1932 que o inglês James Chadwick descobriu a existência dos nêutrons, o que aprimorou ainda mais o modelo.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Um átomo eletricamente neutro é aquele que possui o número de elétrons (carga total negativa) igual ao número de prótons (carga total positiva). Em certas situações, o átomo pode ganhar ou perder elétrons, deixando de ser neutro.

É possível eletrizar objetos transferindo elétrons de um para o outro. Em dias secos, as pessoas de cabelos lisos notam que alguns fios ficam arrepiados depois de penteá-los. É o que chamamos de **eletrostática** (cargas elétricas paradas).

Nesse caso, houve uma troca de elétrons entre os átomos do pente e os átomos dos cabelos: o pente e o cabelo ficaram com cargas diferentes, porque os elétrons saltaram do pente para o cabelo ao serem atritados. Como os fios de cabelo ficam todos com cargas de mesmo sinal, eles se repelem e, por serem leves, os mais externos ficam arrepiados.

Você já fez aquela experiência de atritar uma caneta no cabelo e depois aproximá-la de pedaços de papel picado? Se ainda não fez, faça agora e tente explicar o que você observa usando o modelo que acabamos de ensinar.

A carga elétrica de um material é determinada pelo desbalanceamento de elétrons. Se houver acúmulo de cargas elétricas num certo local, podem ser usadas para produzir uma corrente elétrica, a fim de pôr algum aparelho elétrico em funcionamento.

Portanto, a **corrente elétrica é um fluxo, um movimento ordenado de cargas elétricas**. A energia contida nessas cargas em movimento é transformada nos aparelhos elétricos.

### Cargas paradas × cargas em movimento

A Eletrostática estuda as propriedades físicas das cargas elétricas em repouso, numa situação idealizada em que elas estariam totalmente paradas, uma vez que, na realidade, essas partículas estão sempre com algum tipo de movimento. Contudo, quando essas cargas são postas em um movimento ordenado, outros fenômenos físicos surgem. Esses fenômenos são estudados pela Eletrodinâmica. O funcionamento dos aparelhos elétricos decorre das propriedades físicas que aparecem quando as cargas elétricas são postas em movimento, formando uma corrente elétrica.

## MATERIAIS CONDUTORES E ISOLANTES

Você já percebeu que todos os pontos da instalação elétrica onde podemos encostar as mãos com segurança são feitos de plástico ou borracha, como capa de fios, plugues e interruptores; ou de porcelana, como fusíveis, soquetes e chaves; ou ainda de vidro, como bulbo de lâmpadas etc.?

No entanto, os fios ou objetos por onde a corrente elétrica deve passar são feitos com algum tipo de metal, como cobre, alumínio, latão, ferro, chumbo, estanho, ligas metálicas etc.

Podemos, então, classificar os materiais em dois grandes grupos: os que oferecem grande resistência à passagem de corrente elétrica, chamados de **isolantes**, e os que oferecem pequena resistência elétrica, chamados de **condutores**. A capacidade do material de resistir à passagem da corrente elétrica pode ser identificada por um valor numérico, chamado de **resistência específica**.

Quanto maior esse valor, maior é a resistência que o material oferece à passagem de corrente elétrica por ele, sendo, portanto, um mau condutor, e vice-versa. A tabela a seguir ilustra os valores de alguns materiais a uma temperatura de 20 °C.



A principal função dos fios de ligação é direcionar o caminho pelo qual a energia elétrica chega da fonte que a produz ao aparelho elétrico. O cobre dos fios conduz a eletricidade dessa fonte até o aparelho, e sua capa plástica, que é um material isolante, delimita esse caminho. Os “espelhos” das tomadas, feitos de plástico, isolam a eletricidade, que fica disponível apenas nos contatos metálicos dos orifícios, onde são encaixados os plugues dos aparelhos.

MATERIAIS CONDUTORES E ISOLANTES		
Materiais	Uso	Resistência específica (V · m/A)
Cobre	Instalação residencial	$1,7 \times 10^{-8}$
Alumínio	Antena	$2,8 \times 10^{-8}$
Tungstênio	Filamento de lâmpadas	$5,6 \times 10^{-6}$
Liga metálica de níquel-cromo	Resistência de chuveiro	$1,1 \times 10^{-6}$
Borracha	Capas de fios	$10^{13}$ a $10^{16}$
Madeira	Suporte de fios em postes	$10^8$ a $10^{14}$
Vidro	Apoio de fios em postes	$10^{10}$ a $10^{14}$

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

A corrente elétrica, contudo, pode atravessar qualquer material, seja ele um bom ou mau condutor. Tudo depende da tensão elétrica a que o material é submetido. O ar, por exemplo, é um isolante elétrico. Ninguém toma choques ao passar na frente das tomadas de 110 V ou mesmo de 220 V. Entretanto, os relâmpagos, correntes elétricas de 10 kA a 80 kA, atravessam o ar, pois entre as nuvens e o solo podem ocorrer tensões de até 500 kV.

A madeira também é considerada isolante elétrico, porém não é nada incomum, em descampados, ver árvores que foram atravessadas por raios durante tempestades. Portanto, evite ficar embaixo delas se for surpreendido por uma forte chuva. É por isso que nas placas de alerta vem escrito: **Perigo: Alta Tensão!** Se a fonte tem uma tensão alta, o risco de se estabelecer uma alta corrente é grande e o choque pode ser fatal.

#### ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

##### Tecnólogo em eletrotécnica

Esse profissional realiza tarefas relacionadas a equipamentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Sua principal função é garantir o funcionamento de transformadores e geradores de redes de eletricidade, testar aparelhos elétricos e participar de diversas etapas dos processos de geração de energia em usinas baseados em diferentes matrizes.

**Formação escolar exigida:** Curso técnico (em média 3 anos e meio).

**Área de atuação:** Pode trabalhar em empresas de metalurgia, telecomunicações e construção civil. Atua nas áreas de venda, instalação e assistência técnica de instrumentos. Pode também atuar como profissional autônomo em assistência técnica e consultoria a sistemas de acionamentos industriais e técnico-comerciais.

#### EXPERIMENTAR

##### GARRAFA DE LEYDEN OU CAPACITOR

###### Materiais necessários

- 1 potinho de plástico;
- papel-alumínio;
- papel higiênico ou papel-toalha;
- 1 colchete de prender papel, tipo bailarina;
- fita adesiva;
- 1 prego do tamanho do potinho;
- esponja de lã de aço;
- canudinho de refrigerante;
- tesoura.

###### Procedimentos para montagem

1. Recorte dois pedaços de papel-alumínio. Fixe um deles na parede interna do potinho plástico e cole o outro em sua superfície lateral externa, assegurando-se de que os dois pedaços de papel-alumínio não se encostem (sequência 1 ilustrada a seguir).

2. Preencha metade do potinho plástico com a lã de aço, sem deixar que nenhum fio metálico fique para fora do potinho.
3. Abra o colchete, dobre uma de suas extremidades em formato de L e prenda-o com fita adesiva à lateral externa do tubo, sobre o papel-alumínio (sequência 2).
4. Perfure a tampa do potinho e passe o prego, de tal modo que a tampa fique na metade do prego (sequência 3).
5. Agora, coloque a tampa no potinho, certificando-se de que o prego esteja em contato com a lã de aço, e ajuste o colchete de forma que sua altura coincida com a cabeça do prego, que foi deixada para fora, sem que se encostem (sequência 4). Seu capacitor está pronto para funcionar.



6. Para carregar o capacitor, fricção o canudinho de refrigerante com um pedaço de papel higiênico ou papel-toalha, a fim de eletrizá-lo. Segure o potinho pela parede lateral e passe o canudinho de refrigerante eletrizado no prego, fazendo um movimento de quem passa manteiga no pão. A carga elétrica acumulada na superfície do canudinho será transferida para o prego e, conseqüentemente, se espalhará pela lã de aço, carregando o capacitor.
7. Repita essa ação de vinte a trinta vezes e seu capacitor estará carregado. A cada vez que você atrita o canudinho e passa no prego, um pouco mais de carga é acumulada. Mas, atenção: não encoste a mão no prego, pois, se isso acontecer, você descarregará seu capacitor e terá de iniciar o carregamento desde o início, voltando à contagem zero.
8. Depois de carregar o capacitor, aproxime lentamente o colchete da cabeça do prego sem encostá-los, prestando muita atenção ao que acontecerá.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Considerando a capacidade dos materiais de conduzir eletricidade e armazenar energia elétrica, qual é a importância dos materiais utilizados na montagem do capacitor?
2. Imaginando que, depois de atritado, o papel higiênico fique com cargas positivas, a faísca que surgiu no capacitor seria decorrente dos elétrons que foram do colchete para o prego ou dos que foram do prego para o colchete?

## INTERPRETANDO A EXPERIÊNCIA

Se seu acumulador foi montado corretamente, quando você aproximou o colchete do prego depois de carregá-lo deve ter percebido uma pequena faísca. Trata-se de uma pequena corrente elétrica, capaz de fazer piscar uma pequena lâmpada.

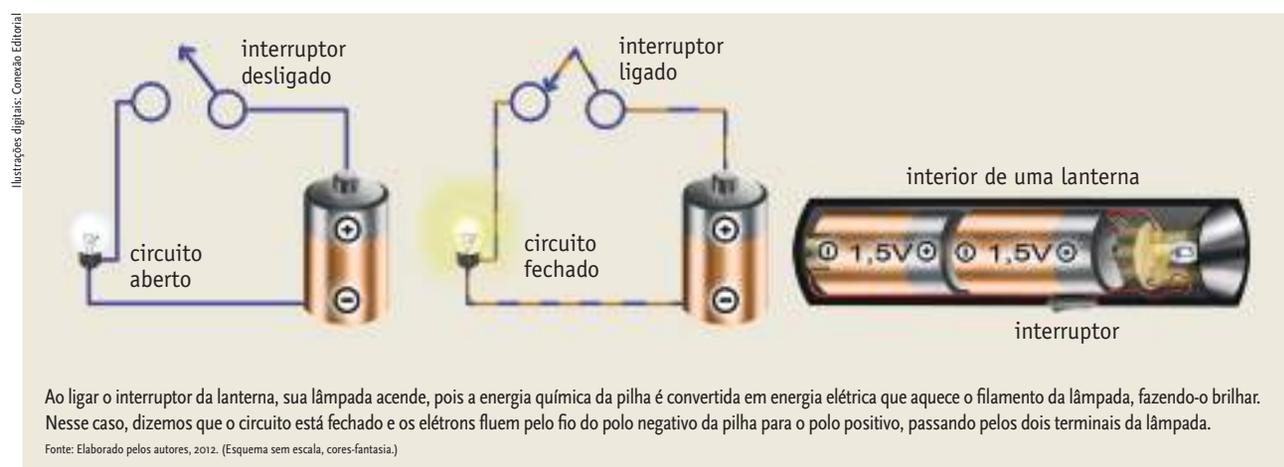
Quando o canudinho é atritado com o papel higiênico, provocamos sua eletrização. Nessa situação, o plástico, que é um mau condutor, fica eletrizado e transfere sua carga elétrica acumulada para o prego metálico, que é um ótimo condutor, quando é estabelecido contato entre eles.

Tais cargas se espalham na parte interna do acumulador, mas ficam isoladas da parte externa, pois, como o plástico do potinho é um mau condutor, não permite que as cargas saiam. Sendo assim, a parte interna do acumulador e o prego ficam carregados com a carga de mesmo sinal do canudinho. Como uma das pontas do colchete está próxima do prego, as cargas de mesmo sinal do prego são repelidas no colchete, que fica carregado com carga de sinal oposto.

Esse acúmulo de cargas de sinais opostos estabelece uma **tensão elétrica** entre o prego e o colchete, tensão esta capaz de produzir uma breve **corrente elétrica** (a faísca), que é o movimento ordenado das cargas de sinal negativo (elétrons) pelo ar.

## O CIRCUITO ELÉTRICO

Ao ligar um equipamento elétrico, estamos fechando um circuito elétrico formado pelo aparelho, pela sua fonte de energia e pelos fios que transportam essa energia. Para facilitar o manuseio, esses circuitos elétricos possuem um **interruptor**, que, no aparelho elétrico, é seu botão liga-desliga, e, no circuito elétrico residencial, pode ser a chave-geral, os disjuntores, as tomadas e os plugues, os soquetes de lâmpadas etc. Quando a energia da fonte está sendo utilizada pelo aparelho, dizemos que o **circuito está fechado** e que há corrente elétrica circulando pelo circuito. Ao desligar o aparelho, a corrente elétrica cessa e o **circuito fica aberto**.



Isso já deve dar uma boa ideia para explicar por que há dois pinos nos plugues dos aparelhos elétricos, assim como dois buracos nas tomadas. Trata-se dos dois pontos de contato necessários para fazer a eletricidade circular através de um circuito quando ele é fechado.

A pilha tem, em seu polo negativo, um acúmulo de substâncias com carga elétrica negativa (excesso de elétrons). No seu polo positivo há um acúmulo de substâncias com carga positiva (falta de elétrons). A pilha é montada de tal modo que essas substâncias ficam isoladas em regiões distintas, estabelecendo-se, assim, uma tensão elétrica, pois o excesso de cargas negativas é atraído pelo excesso de cargas positivas, sem que haja um caminho por dentro da pilha para que eles se neutralizem.

A única forma de os elétrons provenientes do polo negativo se dirigirem ao polo positivo é por uma ligação externa entre seus terminais. Se ligarmos um aparelho de tensão igual à da pilha no meio desse caminho, ele funcionará.

O mesmo raciocínio funciona para os dois pinos da tomada. De modo simplificado, podemos pensar que cada pino é um polo e que a corrente elétrica de um dos polos se dirige para o outro. Contudo, a corrente das tomadas é do tipo alternada, como já dissemos, o que significa que ela inverte seus polos com uma frequência de 60 vezes por segundo (60 Hz).

Ligados na tomada ou na pilha, os demais componentes dos circuitos elétricos obedecem às leis de funcionamento, necessitando de cuidados para não haver problemas. Um **curto-circuito** é uma situação em que os polos de uma fonte são ligados diretamente, sem que a corrente elétrica passe pelo aparelho, ou por todo o circuito que deveria passar.

Em vez de a eletricidade circular pelo circuito todo, ela encontra um atalho (daí o nome curto-circuito). Quando isso ocorre, o fato de os fios de cobre apresentarem baixa resistência, comparativamente ao aparelho, intensifica bastante a corrente elétrica aquecendo a fiação e podendo provocar um incêndio.



## PESQUISAR II

1. Olhe para os postes de eletricidade de sua rua e faça um esquema dos fios que chegam até sua residência. Siga-os até onde for possível vê-los, desde o poste residencial, passando pelo relógio de luz e entrando na residência.
2. Localize o quadro de distribuição de sua residência e tente fazer um desenho simplificado dele, indicando os fusíveis ou disjuntores, os fios e as conexões. Cuidado: não toque em nada que esteja dentro do quadro de distribuição, pois você poderá tomar um choque!
3. Quais são as possibilidades de choque numa pessoa que inadvertidamente toca nos contatos elétricos do quadro de distribuição? Indique o caminho da corrente elétrica em cada situação. Que riscos à saúde essa pessoa correria em cada caso?

## A INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL

Olhando para os fios que chegam às residências, percebemos que, na maioria delas, entram três fios de eletricidade, além dos fios de telefone, TV a cabo etc. Os fios de eletricidade passam pelo **relógio de luz**. Dois deles, quando tocados na parte metálica, dão choque (fios fases) e o terceiro não (fio neutro). Repare que, no relógio de luz, os fios fases passam por fusíveis ou disjuntores que protegem a instalação residencial de sobrecargas, caso chegue uma corrente elétrica muito elevada. O fio neutro entra diretamente no relógio, sem passar por fusíveis.

### Fusíveis e disjuntores

Os fusíveis de rosca presentes nos relógios de luz e nos quadros de distribuição têm a função de proteger a fiação da instalação elétrica. Os fusíveis de cartucho, utilizados em certos equipamentos elétricos, têm a função de proteger o próprio aparelho de uma sobrecarga de corrente elétrica. Os fusíveis são constituídos por um filamento composto de um material que derrete caso seja muito aquecido, interrompendo a corrente elétrica e abrindo o circuito de onde ele está instalado. Esse superaquecimento pode ser provocado por um curto-circuito, em que a intensidade da corrente elétrica se eleva muito. Portanto, os fusíveis devem ser adaptados ao tipo de fiação elétrica da instalação. Se os fios usados em uma rede permitem uma corrente máxima de 10 A, então não se deve instalar fusíveis acima dessa capacidade no quadro de distribuição. Os disjuntores têm a mesma função dos fusíveis, com a vantagem de não terem de ser substituídos caso desarmem. Basta ligá-los novamente depois de consertar o problema na instalação.



(Esquema sem escala, cores-fantasia.)

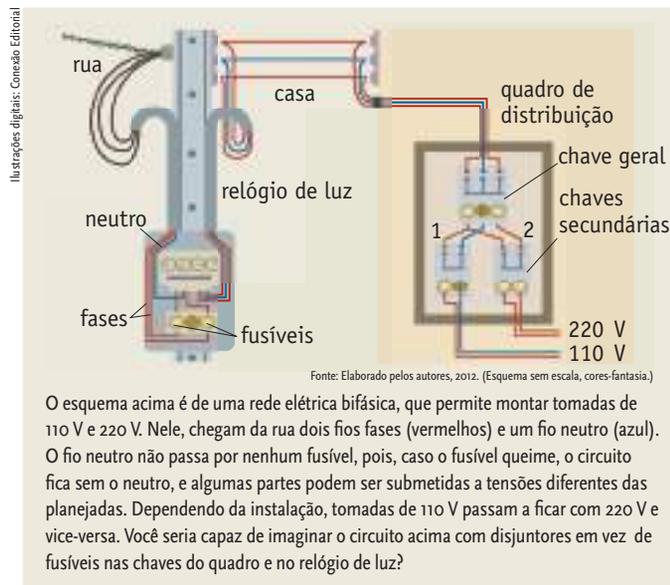
Cada fio fase carrega uma tensão de 110 V e o fio neutro possui tensão nula, de 0 V. Pela combinação desses fios, é possível ligar aparelhos de 110 V e 220 V. Isso é feito no **quadro de distribuição**, para onde seguem os fios depois de passar pelo relógio de luz.

No quadro de distribuição, os três fios chegam na **chave geral**, que serve como interruptor de toda a instalação elétrica, facilitando eventuais manutenções na instalação ou mesmo pequenos reparos. Nessa chave, apenas os fios fases possuem fusíveis e o fio neutro é ligado diretamente, sem passar pelo fusível.

Na chave-geral, os fios podem ser combinados dois a dois, de modo a fornecer tensões de 110 V ou 220 V, originando um conjunto de **chaves secundárias**.

Combinando um fio fase (110 V) com um neutro (0 V) obtém-se uma chave de 110 V. Combinando um fio fase (110 V) com o outro fio fase (110 V) obtém-se uma chave de 220 V. É possível montar quantas chaves secundárias forem necessárias. Em nosso esquema, temos apenas duas chaves secundárias: uma 110 V e outra 220 V.

Os quatro fios que partem delas sobem para o forro ou para a laje da residência, para servir aos cômodos. Podemos imaginar que a ligação da chave 110 V atenderá às tomadas e aos interruptores de todos os cômodos e a ligação da chave 220 V atenderá ao chuveiro do banheiro. Portanto, se houver algum problema na instalação do chuveiro, basta desligar a chave 220 V para fazer a manutenção, sem necessidade de desligar a chave geral.



O esquema acima é de uma rede elétrica bifásica, que permite montar tomadas de 110 V e 220 V. Nele, chegam da rua dois fios fases (vermelhos) e um fio neutro (azul). O fio neutro não passa por nenhum fusível, pois, caso o fusível queime, o circuito fica sem o neutro, e algumas partes podem ser submetidas a tensões diferentes das planejadas. Dependendo da instalação, tomadas de 110 V passam a ficar com 220 V e vice-versa. Você seria capaz de imaginar o circuito acima com disjuntores em vez de fusíveis nas chaves do quadro e no relógio de luz?

Por meio do funcionamento das lâmpadas e dos aparelhos elétricos numa residência, é possível perceber que suas ligações são independentes, isto é, se a lâmpada da cozinha queimar ou for desligada, isso não interferirá no funcionamento das outras lâmpadas. É o que chamamos de **ligação em paralelo**.

Outra maneira de ligar os aparelhos elétricos é a chamada **ligação em série**, em que o funcionamento de um aparelho depende dos demais. Esse tipo de ligação é usado em alguns circuitos de iluminação, como o de árvores de Natal: quando uma das lâmpadas queima, uma sequência inteira deixa de piscar e só volta a funcionar depois da troca da lâmpada queimada. Circuitos internos de aparelhos como rádio e TV também utilizam esse tipo de ligação.

## MONTANDO TOMADAS E INTERRUPTORES

### 1. TOMADA SIMPLES E LÂMPADA COM INTERRUPTOR (110 V)

A tomada é montada ligando-se um fio no fase e outro no neutro. Como já vimos, a tensão também é chamada de diferença de potencial (ddp). Se fizermos a diferença de potencial entre os dois fios da tomada, teremos:  $110\text{ V} - 0\text{ V} = 110\text{ V}$ .

Na lâmpada, o fio neutro deve ser ligado ao soquete e o fio fase no interruptor. Isso evita que tomemos um choque quando trocamos a lâmpada, desde que o interruptor esteja desligado.

### 2. TOMADA SIMPLES E LÂMPADA COM INTERRUPTOR (220 V)

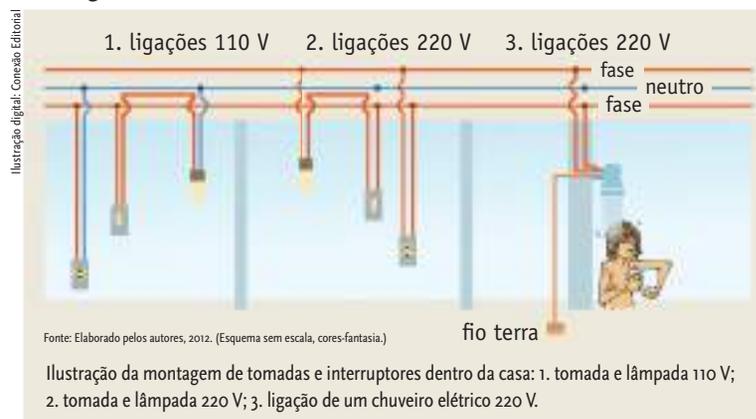
Cada fio da tomada deve ser ligado a cada fio fase da rede. Não adianta ligar os dois fios da tomada no mesmo fio fase, pois assim não haverá tensão. Como o regime da corrente é variável, a tensão em cada fase varia de  $+110\text{ V}$  a  $-110\text{ V}$ , com uma frequência de 60 Hz.

Contudo, no momento em que um dos fios fases está em  $+110\text{ V}$ , o outro está no  $-110\text{ V}$ , oscilando em oposição de fase o tempo todo. Fazendo a diferença de potencial entre os dois fios nessa tomada, teremos:  $110\text{ V} - (-110\text{ V}) = 220\text{ V}$ . Na montagem da lâmpada, basta ligar um dos fios fases no soquete e o outro no interruptor.

### 3. CHUVEIRO ELÉTRICO OU TORNEIRA ELÉTRICA

Se o chuveiro for de 220 V, sua ligação é semelhante à da tomada 220 V. Se for 110 V, é semelhante à da tomada 110 V. O destaque aqui vai para a importância do **fio terra** em aparelhos que funcionam com intensas correntes elétricas. Trata-se de uma proteção contra fortes choques por acúmulo de cargas elétricas nas carcaças desses equipamentos.

O chuveiro elétrico é um exemplo. Como a água está em contato direto com a resistência do chuveiro, por onde circula a corrente elétrica, é possível que a eletricidade se acumule na carcaça do chuveiro e, conseqüentemente, nos encanamentos. O aterramento evita que esse acúmulo de carga elétrica circule pelo corpo durante o banho, pois o fio terra metálico, ligado à carcaça, é melhor condutor que o corpo humano, desviando essas cargas para serem neutralizadas.



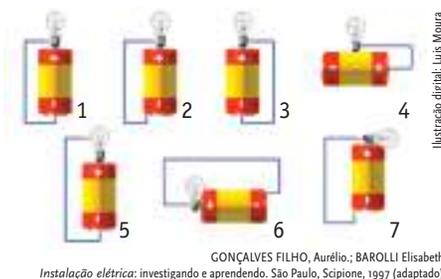
### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Enceja (2002) Em manuais de instruções de aparelhos elétricos de alta potência, uma das principais recomendações é a seguinte:

*“Não utilize em hipótese alguma pinos ‘T’, benjamins ou similares para ligação de outros aparelhos na mesma tomada de força. Isso pode ocasionar um aquecimento prejudicial e até queima das instalações”.*

Esse aquecimento prejudicial na fiação da rede junto à tomada deve-se ao aumento excessivo da:

- a) corrente elétrica.                      b) tensão elétrica.                      c) resistência elétrica.                      d) tensão e corrente.
2. Enem (2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, Aurélio.; BAROLLI Elisabeth.  
Instalação elétrica: investigando e aprendendo. São Paulo, Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) 1, 3, 6                      b) 3, 4, 5                      c) 1, 3, 5                      d) 1, 3, 7                      e) 1, 2, 5
3. Enem (2010) Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

*O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.*

*No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui.*

*Essa redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.*

Disponível em: <<http://eletronicos.hsw.uol.com.br>>. Acesso em: 18 set. 2010. (Adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

- a) receptores – televisão.                      b) resistores – chuveiro elétrico.                      c) geradores – telefone celular.                      d) fusíveis – caixa de força residencial                      e) capacitores – flash de máquina fotográfica.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVROS



#### ELETROMAGNETISMO

É um livro que consegue reunir o rigor conceitual da Física às aplicações tecnológicas vivenciadas no cotidiano dos alunos.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Física 3: Eletromagnetismo*. São Paulo: Edusp, 2005.



#### INSTALAÇÃO ELÉTRICA: INVESTIGANDO E APRENDENDO

Este paradidático traz as informações básicas da instalação elétrica residencial numa linguagem simples e objetiva.

GONÇALVES FILHO, Aurélio.; BAROLLI, Elisabeth. *Instalação elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997. (Coleção O Universo da Ciência.)



#### OS ELETRODOMÉSTICOS

Apresenta as noções básicas das grandezas físicas elétricas, assim como os princípios físicos para o funcionamento de diversos aparelhos eletrodomésticos.

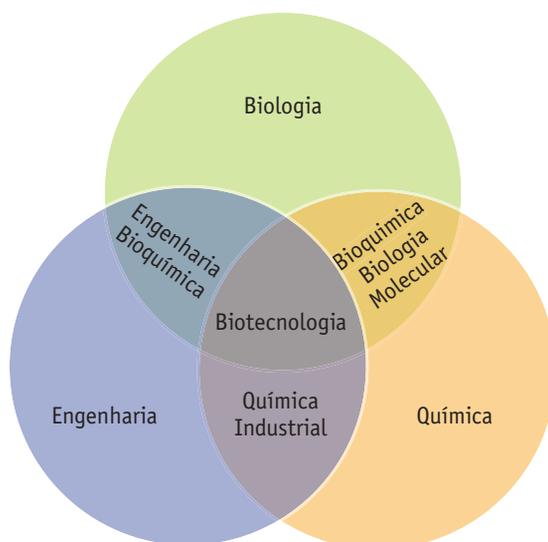
PINTO, Alexandre Custódio; LEITE, Cristina; SILVA, José Alves da. *Os eletrodomésticos*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC).

## Biotecnologia, o presente e o futuro: previsões

**A**o ler o título deste capítulo, rapidamente uma pergunta surge: Qual é a diferença entre tecnologia e biotecnologia?

Tecnologia, segundo o *Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa*, é o “conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a determinado ramo de atividade”. Ou seja, são mecanismos, máquinas, artefatos e substâncias criadas pelo homem para serem aplicadas em determinada atividade. O câmbio automático de um carro, uma tinta látex sem cheiro, o termômetro digital, sabores e odores artificiais, celulares e *tablets* são todos exemplos de tecnologias aplicadas, respectivamente, nos transportes, na construção civil, nas práticas médicas, na alimentação e na comunicação.

E a biotecnologia? Em 1992, o termo biotecnologia recebeu a seguinte definição da Convenção de Biodiversidade da ONU: “qualquer aplicação tecnológica que use sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para criar ou modificar produtos e processos para usos específicos”.



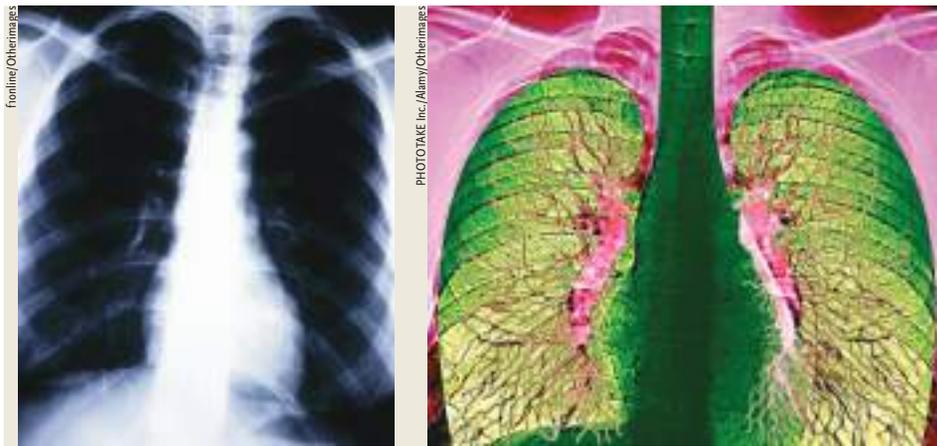
Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

Ilustração digital: Conselho Editorial

Assim, a utilização de alguns tipos de fungos para a fabricação de bebidas alcoólicas, prática existente há milhares de anos, bem como a produção de hormônios humanos por bactérias ou células modificadas geneticamente e a criação de seres vivos com características novas e inexistentes na espécie são exemplos de descobertas e/ou pesquisas biotecnológicas, já que seres vivos ou partes de seres vivos são utilizados. A figura mostra as ciências envolvidas na biotecnologia.

A biotecnologia, apesar de recente, já faz parte do nosso cotidiano e sua área de atuação tende a se expandir cada vez mais.

Observe as fotos a seguir, mas ainda não leia as legendas. O que você poderia dizer sobre elas? Relacionam-se a aspectos da tecnologia ou da biotecnologia?



A imagem em preto e branco foi obtida por meio de um aparelho de raio X, a colorida, por um tomógrafo.

Nas fotos, observamos o quanto a tecnologia tem contribuído para visualizar detalhes anatômicos até então difíceis de ser vistos.

O desenvolvimento de aparelhos cada vez mais eficazes e eficientes na detecção de doenças foi um dos fatores que contribuíram para o aumento da expectativa de vida do brasileiro, a qual saltou de 64 anos, em 1970, para 73,5 anos, em 2010, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Outros fatores que provavelmente ajudaram no aumento desse índice estão relacionados ao maior acesso da população aos serviços de saúde, ao aumento de escolaridade, às campanhas de vacinação, à prevenção de doenças e aos avanços na Medicina.

Mas, mesmo com esses avanços, é comum pessoas terem taquicardia (batimento cardíaco acelerado), pressão arterial baixa e outros distúrbios ligados ao sistema cardíaco. Alguns anos atrás, como não se sabia ao certo a origem dessas alterações e também porque de repente cessavam, os médicos diziam que era um mal súbito ou, como se dizia popularmente, um “piripaque”.

Passados muitos “piripagues”, inventou-se o ecocardiógrafo, aparelho que detecta, por ultrassom, o funcionamento de partes internas do coração, como as válvulas. Então, deu-se um nome médico ao distúrbio: prolapso da válvula mitral – conhecido também por “sopro no coração” –, resultado do funcionamento inadequado da válvula que separa o átrio esquerdo do ventrículo esquerdo do coração. Não fosse o ecocardiograma, nome do exame de imagem feito pelo ecocardiógrafo, as pessoas que sofrem desses problemas continuariam recebendo orientações médicas pouco precisas, variando de profissional para profissional, uma vez que não seria possível visualizar, com rigor, as partes internas do coração.

Historicamente, a partir dos anos 1700, a Física passou a contribuir efetivamente com o desenvolvimento tecnológico, chegando ao fim do século XIX com importantes conhecimentos e domínio de diversas formas de energia. A descoberta do raio X é um exemplo.

## A CHEGADA DA BIOTECNOLOGIA

Ampliando o que conhecemos e o que foi inventado a respeito de aparelhos, técnicas e produtos tecnológicos, a biotecnologia surgiu nos últimos 25 anos, originada da união da biologia (mais precisamente da genética), com a Química, a Engenharia e a Informática e que, em muito pouco tempo, nos trouxe um mar de informações e novidades com rapidez inacreditável.

Estamos rodeados de novas palavras: geneterapia, células-tronco embrionárias, *biochips*, genoma, clonagens, transgênicos e muitas outras, além de seres vivos criados por manipulação genética – uma ovelha (Dolly) idêntica à sua mãe; plantas produzindo plásticos biodegradáveis; soja resistente a herbicidas; e até porcos que brilham, ao serem iluminados, porque seus embriões receberam material genético de um tipo de água-viva, os **ctenóforos**.

O novo foco das pesquisas e descobertas científicas está no desenvolvimento de tecnologias de manipulação da matéria viva, como a identificação do material genético de vários seres vivos (projetos genomas), inclusive o homem; identificação de genes responsáveis por algumas doenças; produção de variações de vegetais ou animais resistentes a doenças ou a outra condição adversa (frio, calor intenso etc.), produção de medicamentos ou vacinas por bactérias, vegetais e animais; clonagem de animais e bactérias, entre outras.

A biotecnologia tem um campo infundável de pesquisas, o que traz muitos benefícios para a humanidade, além de muita preocupação, pois não sabemos em que essas pesquisas vão dar, nem como elas serão utilizadas. Por isso, tem ocorrido intenso debate nos meios científicos e na sociedade em geral sobre os objetivos dessas pesquisas e os usos dos seus resultados.

No Brasil, não tem sido diferente do restante do mundo. É nosso dever, como cidadãos, ficar atentos ao que a biotecnologia produz em relação a quaisquer organismos geneticamente modificados e, principalmente, aos interesses políticos e econômicos que estão em jogo.

Por causa do aumento das pesquisas e práticas de manipulação gênica, alguns ambientalistas temem o surgimento de uma civilização com possibilidades de programar e corrigir tudo o que for inadequado no código genético humano, muito semelhante ao criado pelo escritor Aldous Huxley, em 1932, em seu livro *Admirável mundo novo*.

Se isso for possível, e parece que é, como a nossa sociedade reagiria a tamanha transformação? Corrigir o quê? E o gene a ser “corrigido”, é inadequado para quem? Para os indivíduos? Para essa mesma sociedade?



Porcos fosforescentes.



Exemplos de ctenóforos que apresentam bioluminescência (capacidade de emitir luz).

### Admirável mundo novo

A sociedade de 2500, de *Admirável mundo novo*, proposta por Huxley, cria seus bebês em grandes centros de gestação, com níveis diferenciados de aprendizado, segundo as funções para as quais as crianças estão destinadas após a programação de seu material genético e posterior clonagem. Nos imensos berçários, eles recebem instruções durante o sono de maneira a programar sua mente. Não há pais, mães, avós, maridos, esposas e filhos; o ato sexual, para a reprodução, inclusive, é proibido, pois um bebê natural estaria fora dos rígidos padrões de funcionamento dessa cidade do futuro. Também não há envelhecimento e vivência da morte. Cada pessoa tem a responsabilidade de tomar vitaminas para manter-se jovem, e um belo dia se interna em um centro de finalização, tão impessoal quanto o berçário de nascimento, e lá se prepara para morrer.

Disponível em: <<http://pt.shvoong.com/books/science-fiction/90509gadmiravel-mundo-novo>>. Acesso em: 14 fev. 2012. (Adaptado.)

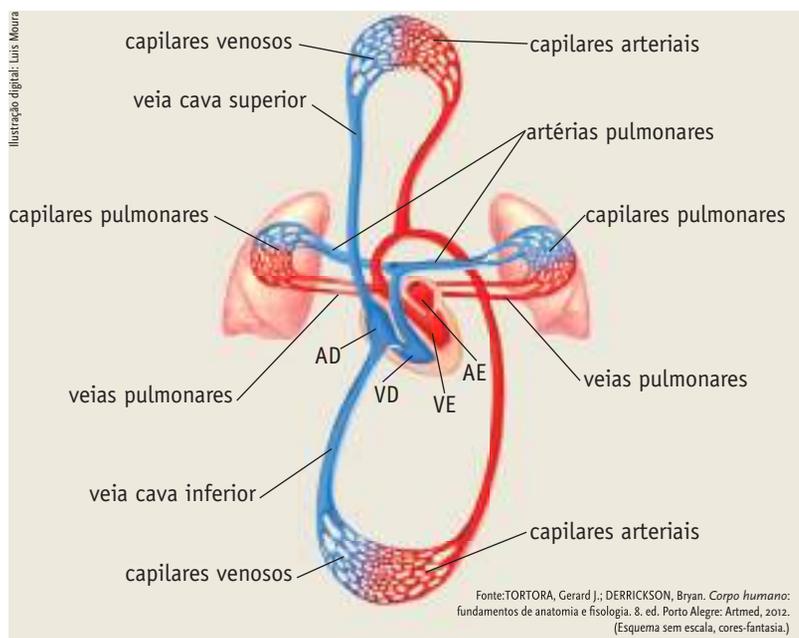
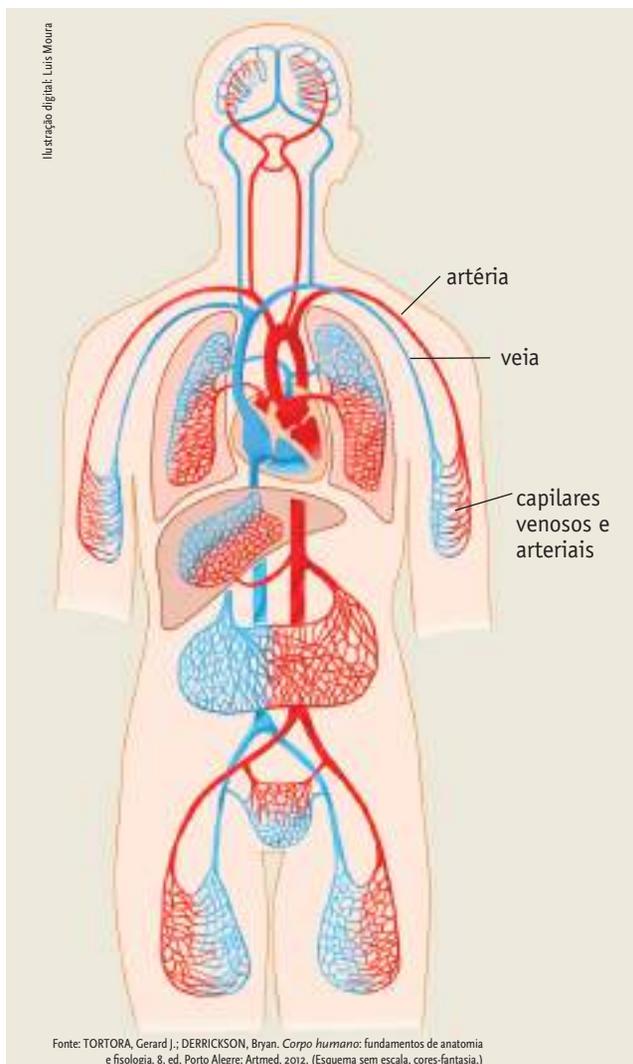
# APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NO SISTEMA CARDIOVASCULAR E NO SANGUE

## ○ SISTEMA CARDIOVASCULAR

Antes de conhecer os mecanismos biotecnológicos que são utilizados para melhorar o funcionamento do sistema cardiovascular, vamos entender como ele funciona.

A circulação sanguínea é o processo responsável pelo transporte de nutrientes, células (glóbulos vermelhos e brancos), fragmentos de células (plaquetas), gases respiratórios, hormônios, anticorpos e outras substâncias presentes em nosso organismo e no de outros vertebrados. Todas essas substâncias compõem o sangue, líquido, viscoso e vermelho (cor dada pela hemoglobina, proteína presente no glóbulo vermelho e responsável pelo transporte de gás oxigênio), com aproximadamente 90% de água.

O sistema cardiovascular humano é formado pelo coração – órgão musculoso dividido internamente em quatro cavidades (aurículas direita e esquerda e ventrículos direito e esquerdo) –, pelas artérias e veias e pelos capilares e é um sistema que se comunica com todos os outros, formando uma verdadeira rede de canais que integram todos os órgãos entre si.



Didaticamente, a circulação sanguínea é dividida em duas, a pulmonar e a sistêmica, mas ambas ocorrem ao mesmo tempo.

Na **circulação pulmonar** ou **pequena circulação**, o sangue rico em gás carbônico sai do ventrículo direito (VD) e vai para os pulmões pelas artérias pulmonares. Nos pulmões, perde gás carbônico e ganha gás oxigênio, saindo pelas veias pulmonares e voltando para a aurícula esquerda (AE) do coração.

Na **circulação sistêmica** ou **grande circulação**, o sangue rico em gás oxigênio sai do ventrículo esquerdo (VE) e vai para a artéria aorta, que se ramifica em artérias menores, irrigando cada órgão. Nos órgãos, o sangue deixa o gás oxigênio e retira o gás carbônico. Ele sai rico em gás carbônico pelas veias cavas superior e inferior e volta para a aurícula direita (AD) do coração.

## ○ SANGUE E SUA COMPOSIÇÃO

O sangue é um líquido viscoso produzido na medula óssea (região mais interna do osso) e composto de células e fragmentos de células (45%) e de um líquido chamado plasma (55%). O plasma possui 90% a 91% de água, 0,9% de sais minerais (sódio, potássio, cloro, cálcio e fosfato, principalmente) e 9% de substâncias orgânicas (proteínas, glicose, aminoácidos, ácidos graxos, hormônios etc.).

Pelo fato de o sangue transportar uma série de substâncias e células com formas, características e funções diferentes, esse líquido é responsável por uma série de processos em nosso organismo: distribuição de nutrientes e retirada de lixo celular, distribuição uniforme de calor pelo corpo, balanceamento da quantidade de água, coagulação e defesa do organismo.

O plasma transporta os nutrientes e outras substâncias dissolvidas – hormônios e anticorpos, por exemplo – para todo o organismo.

Os glóbulos vermelhos (também conhecidos como hemácias ou eritrócitos) são células arredondadas, anucleadas (sem núcleo), bicôncavas (com depressões na superfície) e que possuem hemoglobina (proteína que dá a cor vermelha à célula) no citoplasma, sendo, por isso, responsáveis pelo transporte de oxigênio para todos os tecidos. Em uma pessoa adulta saudável, o número de hemácias é em torno de 4,5 milhões a 5,5 milhões por mL.

As plaquetas são fragmentos de células da medula óssea, anucleadas e sem forma definida. São as responsáveis pela coagulação sanguínea (formação de “casquinha” nos cortes), que interrompe a saída de sangue do corpo e evita uma hemorragia. A quantidade normal de plaquetas encontradas no sangue de um adulto varia entre 250 mil e 400 mil por mL.

Os glóbulos brancos ou leucócitos são células redondas, de diferentes tipos, maiores que as hemácias, incolores (usa-se o termo “glóbulo branco” apenas para diferenciar do termo “glóbulo vermelho”), com diversos tipos de núcleos, podendo ou não apresentar granulações no citoplasma, dependendo do tipo. São os responsáveis pela defesa do organismo. Encontram-se de 5 mil a 10 mil leucócitos por mL.



Imagem sem escala gerada no computador de eritrócitos (vermelhos) leucócitos (brancos) e trombócitos (amarelos). Cores-fantasia.

## A BIOTECNOLOGIA E SUA APLICAÇÃO EM DISTÚRBIOS SANGUÍNEOS

O fato de algumas pessoas sofrerem de moléstias relacionadas à baixa produção de certas substâncias presentes no sangue ou à falta destas estimulou grupos de cientistas a procurar soluções, a baixo custo, para esses problemas. Alguns exemplos de doenças cuja cura ou cujo tratamento foi obtido com a ajuda da biotecnologia:

- hemofilia – as plaquetas de algumas pessoas não produzem substâncias essenciais para a coagulação do sangue, causando uma doença chamada hemofilia. Atualmente essas substâncias estão sendo produzidas por bactérias ou ovelhas transgênicas, cujas glândulas mamárias secretam leite com essa substância;
- câncer nos nódulos linfáticos – laboratórios coletam o DNA de células tumorais de ratos e seres humanos. Após a mistura desses dois tipos de DNAs, os técnicos os inserem no embrião do tabaco (*Nicotiana tabacum*), que dá origem a uma planta transgênica que produz uma proteína que atua como vacina contra linfomas de Hodgkin, um tipo de câncer nos nódulos linfáticos;
- vacinas comestíveis de uso humano – são incorporadas proteínas humanas em bananas para a produção de vacinas contra hepatite tipo B, cólera e determinados tipos de diarreia.

## PRODUÇÃO E USO DE MEDICAMENTOS

Os antibióticos são produtos de pesquisa científica, sendo o primeiro deles descoberto no final da década de 1920: a penicilina. Composta de substâncias sintetizadas por um fungo, o *Penicillium notatum*, a penicilina atua na célula bacteriana, impedindo a produção de paredes celulares e interferindo dessa forma na reprodução das bactérias, o que facilita a ação das nossas defesas naturais: os glóbulos brancos e anticorpos.

No início, os antibióticos eram prescritos para ser tomados durante um tempo relativamente longo, de 10 a 15 dias, várias vezes ao dia, e não atuavam de maneira tão específica como os atuais. Muitas vezes, os pacientes, ao se verem livres dos sintomas da doença, achavam que já estavam curadas e paravam de tomar o medicamento, causando maiores danos ao organismo.

O uso incorreto dos antibióticos é considerado um dos maiores responsáveis pela seleção de microrganismos resistentes. Isso significa que, ao tomar antibióticos de forma inadequada, algumas bactérias vão morrer, o que explicaria a melhora no quadro infeccioso do paciente, mas outras continuarão vivas, e essas, como sobreviveram ao antibiótico, não serão mais afetadas por ele. Como nem todas as bactérias foram destruídas, o quadro infeccioso voltará e esses mesmos antibióticos não terão mais efeito sobre as bactérias que sobreviveram aos efeitos dos antibióticos, sendo, portanto, resistentes a eles.

Atualmente, os antibióticos apresentam indicações mais específicas, duração de tratamento menor e, às vezes, são tomados somente uma vez ao dia, reduzindo muito a resistência bacteriana e tornando-se, assim, mais eficazes.

Em relação ao tratamento da aids, no fim da década de 1980, surgiu uma nova droga, o AZT. Já nos anos 1990, juntou-se ao AZT uma série de substâncias que aumentavam a sobrevivência do portador do vírus HIV, pois impediam a reprodução do vírus dentro do organismo. A esse conjunto de aproximadamente 12 drogas diferentes, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), deu-se o nome de coquetel antiaids. O paciente com HIV tem sua vida programada de acordo com horários para a ingestão de todos esses remé-

dios. Mas já há pesquisas voltadas para reduzir o coquetel em apenas três medicamentos e, daqui a alguns anos, em somente uma cápsula, o que daria mais liberdade para o paciente.

Juntam-se a esse arsenal de medicamentos outros muito mais específicos, como aqueles utilizados no tratamento de pessoas com câncer, que são cada vez mais específicos à célula tumoral e com menor taxa de reações adversas.

#### PESQUISAR

1. Faça uma pesquisa com seus colegas e, se for possível, também com pessoas mais velhas, sobre remédios mais conhecidos por eles. Para quais problemas de saúde eles eram ou são utilizados?
2. Elabore uma tabela com as respostas apresentadas e verifique as concordâncias e discordâncias em relação às indicações de cada medicamento.
3. Juntem os resultados obtidos pelos alunos na pesquisa e elaborem um cartaz com as respostas. Aproveitem a ocasião para discutir as vantagens e desvantagens do uso de remédios antigos ou modernos, e também sobre os riscos da automedicação.
4. Os imunossupressores, remédios contra a rejeição de órgãos, constam da lista de medicamentos de alto custo e são disponibilizados aos cidadãos brasileiros que comprovadamente necessitam deles. Por que esses remédios são tão caros? Se possível, converse com pessoas que os utilizam para obter mais informações.

#### DEBATER

Assistam ao filme *O jardineiro fiel* (veja as referências do filme no final deste capítulo), uma trama que mostra as relações entre a pesquisa de medicamentos, os testes em seres humanos na África e o drama humano de viver sem informação e em um local extremamente pobre. A seguir, promovam um debate com os colegas acerca do assunto.

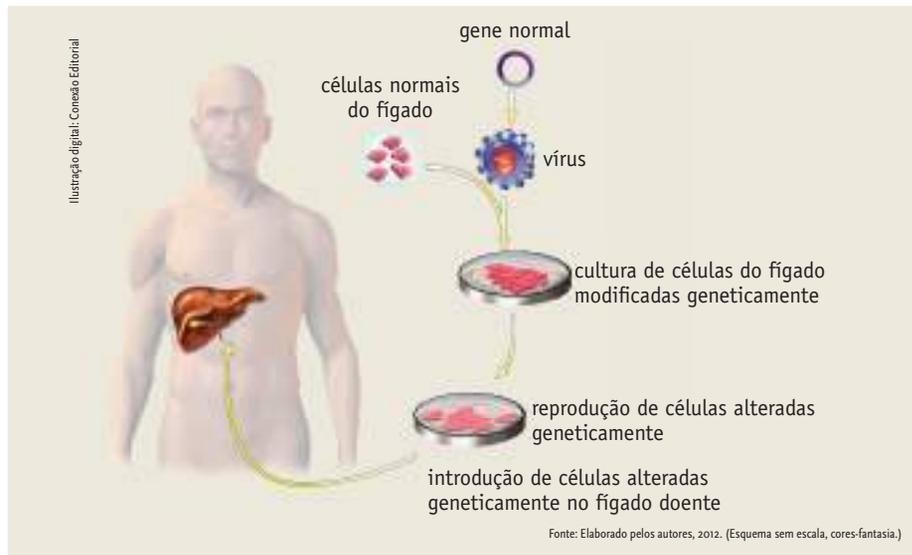
## A TERAPIA GÊNICA

Além de medicamentos cada vez mais adequados aos pacientes e mais específicos aos problemas de saúde, poderemos contar daqui a alguns anos com a terapia gênica. Para analisar criticamente esse ramo da biotecnologia, precisamos entender um pouco mais sobre os princípios e mecanismos desse tratamento.

A terapia gênica é um tipo de tratamento pensado inicialmente para a cura de doenças hereditárias, isto é, de doenças que se manifestam por causa da presença de genes defeituosos. A terapia gênica se valeria de células alteradas geneticamente e inseridas nos pacientes para promover um processo de cura.

Mesmo assim, a maior parte das pesquisas com terapia gênica não estão voltadas ao tratamento de doenças hereditárias e sim das não hereditárias, como a aids, os tumores malignos e as doenças cardiovasculares. A princípio, pensavam os cientistas, seria mais interessante que os genes defeituosos fossem substituídos por genes “saudáveis”, mas esse não é um procedimento tão simples. Os pesquisadores optaram por manter o gene “defeituoso” e inserir o gene que ajudaria na cura de determinada doença.

Observe o esquema a seguir, tendo o fígado como exemplo de órgão que pode ser tratado com esse tipo de procedimento.



### PARA REFLETIR

1. A partir do texto inicial e das informações do esquema, transforme a imagem que ilustra o processo de terapia gênica em um texto. Para isso, você deve analisar a imagem, observar as legendas, estabelecer uma sequência de fatos e só então elaborar o texto.
2. Depois, compare seu texto com os de outros colegas e veja se há necessidade de complementar sua descrição. Se houver, reelabore a versão final do texto.
3. Que previsão você faria se essa terapia fosse utilizada em testículos e/ou ovários saudáveis? Em sua opinião, quais seriam os prováveis resultados dessa biotecnologia aplicada em órgãos reprodutores?

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Enem (2005) A situação abordada na tira abaixo torna explícita a contradição entre a(s):



- a) relações pessoais e o avanço tecnológico.
- b) inteligência empresarial e a ignorância dos cidadãos.
- c) inclusão digital e a modernização das empresas.
- d) economia neoliberal e a reduzida atuação do Estado.
- e) revolução informática e a exclusão digital.

### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVRO



##### ADMIRÁVEL MUNDO NOVO

Escrito em 1932, esse livro é uma antevisão de um futuro em que o domínio quase integral das técnicas e do saber científico produz uma sociedade totalitária e desumanizada. Essa ficção científica surpreende pela clareza do texto, pela lucidez do autor e pela atualidade das questões levantadas.

HUXLEY, Aldous. *Admirável mundo novo*. Rio de Janeiro: Globo, 2001. Contexto, 2006.

#### FILME



##### O JARDINEIRO FIEL

O filme é baseado em um romance de sucesso de John le Carré. Nele, um diplomata inglês que vive na África tem sua esposa brutalmente assassinada. Quando decide investigar, descobre que sua luta é contra a ganância de uma grande empresa farmacêutica.

Direção de Fernando Meirelles. Inglaterra/EUA, 2005, 129 min.

A qualidade de vida da população de qualquer cidade requer, entre outras coisas, moradia e meios de transporte adequados, comércio variado, escola, lazer e oferta de trabalho, serviços públicos relacionados à saúde, como saneamento básico (água tratada, esgoto e coleta de lixo), postos de saúde, pronto-socorros e hospitais.

Entretanto, em muitas cidades brasileiras, geralmente pequenos municípios situados nas regiões mais pobres do país, não há vários desses serviços, especialmente os de saúde. Em outras, incluindo grandes metrópoles, esses serviços muitas vezes deixam a desejar, principalmente por serem insuficientes às necessidades da população e não atenderem às pessoas com a rapidez e a quantidade com que deveriam.

Essa realidade incentiva as pessoas a uma prática não recomendada, que é a **automedicação**.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde

## A automedicação pode fazer mal à sua saúde



**Nem sempre o medicamento indicado  
para uma pessoa serve para outra.**

Por isso, procure sempre a orientação  
de um médico, dentista ou farmacêutico.

COORDENADORIA  
de Vigilância Sanitária

ANVISA  
Agência Nacional de Vigilância Sanitária

SUS

Ministério da Saúde

Além desses fatores, há ainda o erro que muitos cometem quando consideram inofensivos todos os chás, xaropes caseiros e outros produtos medicinais tradicionais, pensando que, por serem “naturais”, não fazem mal à saúde. Outras pessoas, também de maneira equivocada, consideram que remédios naturais não servem para nada e são mitos que vão passando de geração a geração.

Vale lembrar que há muitos “produtos naturais” extremamente nocivos à saúde, como veneno de cobras, tabaco, semente de mamona, **curare**, mandioca-brava etc.

Não podemos confundir o que é natural e veneno com aquilo que é obtido a partir do produto natural, após processamento, que pode passar a ter propriedades terapêuticas. O veneno de cobra é perigoso, ainda que dele se obtenha o soro antiofídico.

O curare é utilizado como veneno em flechas indígenas, causa paralisia e pode matar, porém contribuiu para o desenvolvimento de anestésicos. Duas sementes de mamona são suficientes para matar uma criança, ainda que o óleo de rícino, extraído delas, seja de grande utilidade. Nunca se deve experimentar comer mandioca-brava sem antes processá-la para eliminar os glicosídeos cianogênicos que ela contém: o tacacá e o tucupi são extratos obtidos após horas de fervura para eliminar todo o ácido cianídrico, cuja ingestão pode ser fatal.

Os remédios naturais servem de base para a pesquisa científica que isola substâncias de seres vivos para uso em remédios, como o ácido acetilsalicílico, que foi feito a partir de substâncias do salgueiro, ou o captopril, usado para o tratamento da hipertensão, que foi isolado do veneno da jararaca. Os remédios naturais fazem parte da cultura de diferentes povos e são frequentemente pesquisados com o interesse de produzir novos medicamentos.

Quando isso é feito de forma ilegal, envolvendo o contrabando de espécies nativas de um país para outro, fala-se em biopirataria. O Brasil, principalmente a região amazônica, tem sido alvo constante, há muito tempo, desse tipo de tráfico.

Outra questão importante é a dosagem: nos chás preparados em casa não sabemos exatamente o quanto de cada substância uma xícara de chá contém; já nos remédios, as dosagens das substâncias por gota, ou em outra medida, são mais precisas.

Tendo em vista essas considerações, é importante conhecer um pouco mais sobre alguns tipos de medicamentos e suas ações, para utilizá-los de forma correta e consciente, sempre com a orientação de um profissional da área de saúde qualificado.

Para começar, vamos conhecer a linguagem utilizada na Química farmacêutica.

#### GLOSSÁRIO

**Curare:** veneno de ação paralisante extraído de determinadas plantas e utilizado por indígenas na região amazônica.

## CONSTITUINTES DOS MEDICAMENTOS: FÁRMACOS E EXCIPIENTES

O nome fármaco designa uma **substância química** que tem ação medicamentosa. Já medicamento é uma preparação que pode conter um ou mais fármacos, além de outras substâncias que não têm ação medicamentosa, mas que são necessárias para a correta absorção do fármaco pelo organismo, como preservá-lo por mais tempo ou até “disfarçar” um gosto ou cheiro ruim.

Certo medicamento muito utilizado como antisséptico para desinfetar feridas contém a substância química clorexidina dissolvida em água destilada, constituindo uma solução aquosa. Nesse exemplo, a solução aquosa é o **medicamento**, a clorexidina é o **fármaco** e a água destilada é o **excipiente** ou o **veículo**, ou seja, a substância utilizada para dispersar homogeneamente o fármaco.

## LER BULA

Leia as seguintes informações, extraídas da bula de um medicamento usado como colírio:

Cada mL da solução oftálmica contém:

Cloridrato de nafazolina.....0,25 mg

Maleato de feniramina.....3 mg

Veículo: ácido bórico, borato de sódio, cloreto de sódio, água purificada estéril.

- Quais são os fármacos presentes nesse medicamento? Qual é a concentração em g/L de cada fármaco no medicamento?

.....

.....

## OS NOMES DOS FÁRMACOS

Imagine que um médico, com bons conhecimentos de Química, prescreveu uma receita da seguinte forma:

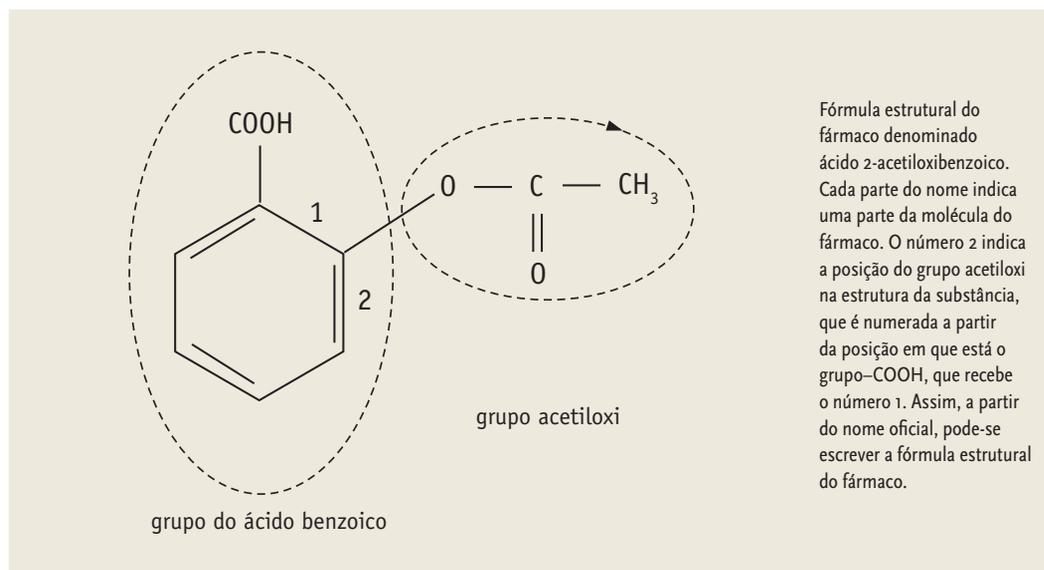
### Uso interno

Ácido 2-acetiloxibenzoico: comprimidos de 500 mg.

Tomar 1 comprimido a cada 6 horas, durante 3 dias.

Provavelmente, o balconista da farmácia procuraria nas prateleiras e não encontraria esse medicamento, pois esse é o nome químico oficial do fármaco, de acordo com as regras de nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac), e não está expresso na embalagem do produto, ainda que possa aparecer na bula.

O nome oficial é estabelecido a partir da fórmula estrutural do fármaco. Veja a lógica na figura a seguir.



Caso o médico escrevesse “ácido acetilsalicílico”, que é o nome usual ou genérico do fármaco, certamente não haveria qualquer dúvida e o medicamento seria facilmente encontrado.

Um fármaco pode ter três tipos de nomes: o nome químico **oficial**, o nome químico **usual** ou **genérico** e o nome de sua **marca registrada**.

## MEDICAMENTOS DE MARCA REGISTRADA, GENÉRICOS E SIMILARES

Até poucos anos atrás, praticamente todos os médicos prescreviam medicamentos pelo nome da marca registrada. Esses laboratórios desenvolveram pesquisas e patentearam tais medicamentos, ainda que houvesse no mercado produtos similares constituídos pelos mesmos fármacos, com os mais diversos nomes, produzidos por laboratórios menores e menos famosos.

Mas nem sempre esses similares agiram da mesma forma que os medicamentos de marcas famosas, pois não tinham os mesmos excipientes ou a mesma forma de preparo, o que resultava em um comportamento diferente no organismo. Ou seja, não havia a chamada **bioequivalência**.

Com a Lei nº 9.787, de 1999, passaram a ser fabricados os chamados medicamentos genéricos, que devem ser designados pelo nome genérico do fármaco ou dos fármacos constituintes. Eles também são submetidos a testes de bioequivalência para garantir que funcionem exatamente como os medicamentos de marcas famosas. Após essa lei, a maioria dos médicos passou a prescrever medicamentos com os nomes genéricos.

Os medicamentos genéricos são reconhecidos pela tarja amarela e pela grande letra G, como mostra a figura ao lado.



### MEDICAMENTOS SEM TARJA, COM TARJA VERMELHA E COM TARJA PRETA

No Brasil, os medicamentos são classificados basicamente em três categorias para comercialização, as quais são indicadas por tarjas na embalagem. Leia o texto a seguir e responda às questões.

#### LER TEXTO INFORMATIVO

#### Linguagem das tarjas

Para imediata compreensão do risco e do grau de necessidade da prescrição médica, os medicamentos são distinguidos com uma linguagem de tarjas impressas em suas embalagens.

**Tarja preta:** essa tarja informa que o medicamento é de alto risco, não pode ser usado sem prescrição médica e só pode ser vendido com apresentação da receita.

As receitas desse tipo de medicamento ficam retidas nas farmácias e são recolhidas, periodicamente, pelos serviços públicos de saúde.

**Tarja vermelha:** o medicamento com tarja vermelha é de menor risco, isto é, embora também seja vendido apenas com receita médica, não representa risco de morte, mas apenas de efeitos colaterais,

especialmente na interação com outros medicamentos.

Ainda que o consumidor possua o medicamento em casa ou consiga adquiri-lo independentemente de apresentar receita médica, é importante que ele tenha orientação médica para utilizá-lo, pois, mesmo sendo recomendado para alguns tipos de doenças, seus efeitos podem agravar outros problemas de saúde.

**Sem tarja:** a ausência de tarja não é um indicador de que o medicamento possa ser usado sem contraindicação, mas apenas que pode ser vendido sem a apresentação da receita médica; assim, o consumidor deve manter os mesmos cuidados recomendados para os demais medicamentos com tarja. Não estão livres de efeitos colaterais na interação com outros medicamentos, às vezes, bastante nocivos.

Disponível em: <[www.consumidorbrasil.com.br/consumidorbrasil/textos/ebomsaber/medicamentos/tarjas.htm](http://www.consumidorbrasil.com.br/consumidorbrasil/textos/ebomsaber/medicamentos/tarjas.htm)>. Acesso em: 14 jan. 2012.

1. Qualquer substância química considerada remédio pode se tornar veneno dependendo da quantidade ingerida. Assim, como você analisa esse texto? Será que os medicamentos sem tarja ou com tarja vermelha apresentam os mesmos riscos?
2. No Brasil, medicamentos com tarja vermelha e até alguns com tarja preta são comercializados livremente, sem receita médica. Em sua opinião, por que isso ocorre? Quais podem ser as consequências?

## A AÇÃO QUÍMICA DE FÁRMACOS NO ORGANISMO

Vamos estudar agora por que alguns fármacos permitem tratar certas anomalias do organismo.

### ANTIÁCIDOS

A digestão dos alimentos que ingerimos se inicia na boca, continua no estômago e passa pelo intestino delgado, onde os nutrientes vão para a corrente sanguínea. A digestão consiste em uma série de transformações químicas em que proteínas, amido e gorduras (que são formados por moléculas grandes e não podem atravessar a membrana das células) se transformam em aminoácidos, glicose e ácidos graxos, substâncias formadas por moléculas menores, capazes de atravessar a membrana celular e assim serem utilizadas para as mais diversas finalidades, entre elas a obtenção de energia.

Para que essas transformações químicas ocorram adequadamente, é necessário que o pH do meio em que ocorrem seja adequado. Veja na tabela seguinte os valores de pH de líquidos da boca, do estômago e do intestino delgado.

VALORES DE pH	
Líquido	pH (em humanos)
Saliva	6,5 a 7,5
Suco gástrico	1,0 a 3,0
Conteúdo duodenal e do intestino delgado	4,8 a 8,2

Fonte: CRC Handbook of Chemistry and Physics, 1992-1993.

Quando esses valores de pH, por alguma razão, tornam-se menores do que o normal, indicando aumento de acidez, além de a digestão ser prejudicada, uma série de anomalias

lias pode ocorrer: desde o desconforto decorrente da má digestão até aftas, azia e úlceras gástricas e duodenais.

Somente os médicos podem avaliar a causa, a extensão e a gravidade desses transtornos e, geralmente, enquanto investigam, prescrevem antiácidos para aliviar os sintomas. Os antiácidos são constituídos por um ou mais fármacos que têm propriedades básicas. Sua função é reagir com o excesso de ácido elevando o pH até os valores normais.

Em geral, os antiácidos são medicamentos “sem tarja”, ou seja, podem ser vendidos sem receita médica e há, inclusive, propaganda maciça no rádio e na TV estimulando o seu consumo. São os comprimidos efervescentes, soluções e pós conhecidos como “sais de frutas”. Tome cuidado, pois o uso indiscriminado desses medicamentos pode mascarar doenças mais graves do que uma simples indigestão ou azia passageira. Eles podem aliviar os sintomas, mas não eliminam a causa da doença, como a úlcera que, às vezes, requer até intervenção cirúrgica.

## ANTIBIÓTICOS

Até a década de 1940, as infecções eram as principais causas de morte de seres humanos. Nos dias de hoje, graças ao uso de antibióticos – fármacos que matam ou inibem o desenvolvimento de bactérias causadoras de infecções –, essas mortes diminuíram drasticamente.

Para que o tratamento com antibióticos seja o mais eficaz possível, é importante conhecer o tipo de bactéria que está causando a infecção.

### Bactérias gram-positivas e gram-negativas

Nas bulas de antibióticos, geralmente aparecem expressões do tipo: “Este medicamento é um antibiótico de amplo espectro de ação, indicado para o tratamento de infecções causadas por bactérias gram-positivas e gram-negativas [...]”.

O que são esses dois grupos de bactérias? Leia o texto a seguir e descubra.

#### Coloração de Gram

O método de Gram (1884) baseia-se no fato de que, quando certas bactérias são coradas pela violeta de genciana ou por outros derivados próximos da rosanilina, como o cristal violeta, metil violeta etc., e depois tratadas pelo iodo (solução iodoiodetada, dita Lupol), forma-se um composto de coloração escura entre o iodo e o corante (iodopararosanilina), o qual é fortemente retido pelas bactérias e não pode ser removido pelo tratamento subsequente com álcool: são as bactérias gram-positivas ou que “tomam o Gram”. Outras bactérias, ditas gram-negativas, “que não tomam o Gram”, deixam-se descorar facilmente pelo álcool.

BIER, Otto. *Microbiologia e imunologia*. 23. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1984. p. 19-20.

Por que é interessante classificar as bactérias nesses dois grupos? O teste de coloração de Gram tem grande utilidade para a Medicina, pois as bactérias de um mesmo grupo comportam-se de forma semelhante a vários agentes como fármacos e desinfetantes, o que facilita a prevenção, o diagnóstico e a terapia adequada de uma doença.

### Como atuam os antibióticos?

Os antibióticos atuam por meio de diferentes mecanismos para cumprir o seu papel no combate às infecções. Em geral, eles inibem a produção de alguma substância indispensável para o crescimento e a multiplicação das bactérias.

Como exemplo, vamos estudar a ação das sulfas, uma classe de antibióticos atualmente utilizada apenas em algumas infecções específicas, mas que possuem um grande papel histórico por terem sido a primeira classe de antibióticos empregada no tratamento de infecções.

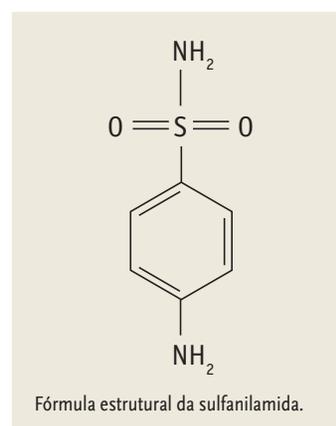
A primeira sulfá sintetizada em laboratório foi a parassulfamidocrisoidina, conhecida como Prontosil, obtida em 1932 pelo químico Gerhard Domagk (1895-1964). Ele testou as propriedades anti-infecciosas dessa substância na própria filha, que estava com uma grave septicemia (infecção generalizada), e salvou sua vida. Por essa descoberta, Domagk recebeu o Prêmio Nobel de Medicina em 1939.



Vários institutos de pesquisa e laboratórios da indústria farma-

cêutica de todo o mundo passaram a investigar as propriedades dessa substância e sintetizar outras que tivessem ação antibacteriana. No Brasil, o Laboratório Paulista de Biologia foi o primeiro a sintetizar, em 1936, a sulfanilamida, uma das sulfas mais importantes e que teve seu mecanismo de ação totalmente esclarecido.

Veja como a sulfanilamida atua: certas bactérias gram-positivas causadoras de várias infecções urinárias, intestinais e outras utilizam uma das vitaminas B existentes em nosso organismo para crescer e se multiplicar. Essa vitamina é o ácido paraminobenzoico, conhecido como Paba, cuja estrutura está representada a seguir.



Compare as estruturas da sulfanilamida com a do ácido paraminobenzoico. Em que se assemelham? Em que diferem?

Como a molécula da sulfá é parecida com a molécula do ácido paraminobenzoico, as bactérias não as diferenciam e interagem com a sulfá em vez de interagir com o ácido paraminobenzoico. Mas, ao interagir com a sulfá, elas não conseguem obter as substâncias de que necessitam para se desenvolver e, com isso, sua multiplicação é interrompida, curando a doença.



Outros antibióticos mais modernos atuam de forma diferente: alteram o código genético das bactérias, impedindo sua multiplicação e sobrevivência.

### Cuidado com os antibióticos!

Ainda que os antibióticos sejam fundamentais para o combate às infecções, eles podem causar muitos problemas se não forem utilizados sob orientação médica ou odontológica. Somente profissionais habilitados podem avaliar o antibiótico ideal para combater determinada doença infecciosa.

Esses fármacos devem ser usados exatamente como foram prescritos, durante todo o período de tratamento, pois, além dos efeitos colaterais, se utilizados incorretamente, provocam o risco de uma superinfecção, causada por bactérias resistentes ao antibiótico.

## ANALGÉSICOS E ANTITÉRMICOS

Esses são os medicamentos mais vendidos sem receita médica, utilizados para aliviar dores e febre. Entre eles estão o paracetamol e o ácido acetilsalicílico.

Embora pareçam inofensivos, podem trazer várias consequências indesejáveis.

### ATENÇÃO!

- O paracetamol é altamente tóxico para o fígado e em caso de superdosagem pode levar à morte.
- O ácido acetilsalicílico atua também como anticoagulante do sangue, podendo levar a hemorragias gástricas, a sangramento excessivo em tratamentos dentários e intervenções cirúrgicas, além de agravar os sintomas da dengue.
- Ambos podem mascarar sintomas de doenças mais graves, que requerem tratamento com outros tipos de fármacos.

## FITOTERÁPICOS

São medicamentos preparados com folhas, raízes, flores, frutos, sementes e outras partes de vegetais que apresentam propriedades medicinais. Alguns desses medicamentos têm sido usados de geração em geração, e não há contraindicações, desde que não haja excessos. É o caso da camomila, da erva cidreira, do maracujá e outros.

Além da produção caseira, já existem indústrias especializadas em produtos fitoterápicos.

Entretanto, vem sendo cada vez mais propagada a ideia de que os fitoterápicos, por serem naturais, se não fazem bem à saúde, também não fazem mal, o que é um grande equívoco. Esses medicamentos são misturas complexas de muitas substâncias químicas, várias delas extremamente tóxicas, que podem causar efeitos colaterais.

Portanto, na utilização dos fitoterápicos, devem ser tomados os mesmos cuidados que se têm com os demais medicamentos.

### APLICAR CONHECIMENTOS

- Enem (2003) Na embalagem de um antibiótico, encontra-se uma bula que, entre outras informações, explica a ação do remédio do seguinte modo:

*O medicamento atua por inibição da síntese proteica bacteriana.*

Essa afirmação permite concluir que o antibiótico:

- a) impede a fotossíntese realizada pelas bactérias causadoras da doença e, assim, elas não se alimentam e morrem.
- b) altera as informações genéticas das bactérias causadoras da doença, o que impede a manutenção e a reprodução desses organismos.
- c) dissolve as membranas das bactérias responsáveis pela doença, o que dificulta o transporte de nutrientes e provoca a morte delas.
- d) elimina os vírus causadores da doença, pois não conseguem obter as proteínas que seriam produzidas pelas bactérias que parasitam.
- e) interrompe a produção de proteína das bactérias causadoras da doença, o que impede sua multiplicação pelo bloqueio de funções vitais.

### DEBATER

Em grupo, debatam o tema “automedicação” e depois apresentem as conclusões para a classe. No debate, levem em conta as seguintes questões:

1. Quais são os riscos da automedicação?
2. Se fosse necessária a apresentação de receita médica para comprar qualquer tipo de medicamento, o sistema público de saúde conseguiria dar conta da demanda?
3. Deveriam ser proibidas as propagandas de medicamentos, no rádio e na TV, assim como são as de cigarro e de bebidas com alto teor alcoólico?

## O eletromagnetismo nosso de cada dia

Esquentar água, iluminar os ambientes, providenciar uma torrada para o café da manhã, falar ao telefone, aspirar o pó, usar a calculadora para ver se o salário vai dar para passar o mês, assistir a um filme em DVD ou a uma partida de futebol ao vivo, ouvir música, enviar e receber uma mensagem eletrônica, sacar dinheiro no caixa automático, preparar uma vitamina de frutas no liquidificador e ir ao centro da cidade de metrô são alguns exemplos de atividades que fazemos graças à eletricidade.



Em cada cômodo da casa, é bem provável que pelo menos um aparelho elétrico esteja funcionando. Imagine que isso acontece na maioria das residências do país todos os dias. Tente imaginar agora a quantidade de energia elétrica necessária para o funcionamento de tantos aparelhos.

Para compreender como a eletricidade é produzida em um gerador e de que modo os diversos aparelhos elétricos a transformam em outro tipo de energia, precisaremos estudar os fenômenos elétricos e também os fenômenos magnéticos, percebendo a íntima relação que há entre eles, a ponto de serem objetos de uma teoria unificada da Física, conhecida como **eletromagnetismo**.

1. Faça uma lista de pelo menos vinte aparelhos elétricos que você usa ou conhece.
2. Que tipo de transformação de energia cada um deles realiza?
3. Você saberia dizer como a eletricidade os faz funcionar?

## APARELHOS ELÉTRICOS PARA DIFERENTES FUNÇÕES

Os aparelhos elétricos são dispositivos construídos para produzir ou utilizar a energia elétrica.

Olhando para sua lista, você pode perceber que cada aparelho atende a alguma necessidade. Podemos, ainda, pensar em termos da transformação de energia que eles realizam.

Por exemplo, há aparelhos com a função de produzir aquecimento, transformando a energia elétrica em energia térmica (em calor). Esses aparelhos são os mais simples e também os que mais consomem energia em virtude de suas altas potências. São constituídos de um pedaço de fio enrolado em formato de espiral chamado **resistor**, que aquece quando a eletricidade o atravessa. Por isso, chamamos esses aparelhos de **resistivos**.



Ilustrações digitais: Conexão Editorial

Há um grupo de aparelhos que se destina a transformar a energia elétrica em movimento, ou seja, em energia mecânica. Usamos esses aparelhos no nosso cotidiano, seja nos afazeres domésticos, seja em ambientes de trabalho, seja em momentos de lazer. Trata-se dos **motores elétricos**.



Ilustrações digitais: Conexão Editorial

Para funcionar, os aparelhos elétricos precisam de uma fonte de energia elétrica. Chamamos de **fontes de energia** os aparelhos que transformam outros tipos de energia em energia elétrica. Uma pilha transforma energia química em energia elétrica quando ligada a um aparelho. Um alternador de automóvel transforma a energia de movimento do carro em energia elétrica para os diversos dispositivos como faróis, indicadores de painel, rádio etc., até mesmo para recarregar a própria bateria do carro.



Nos dias de hoje, os aparelhos elétricos que mais estão em evolução são os relacionados à comunicação ou ao armazenamento de informações. Tais aparelhos permitem a comunicação com uma ou mais pessoas como rádio, TV e telefone, ou ainda o armazenamento de som e imagem como os CDs, DVDs e os MP3. Nós os chamamos de **aparelhos de comunicação**, pois transformam a energia elétrica em sinais codificados.



Os aparelhos elétricos são constituídos por muitos componentes, como fios, chaves, ímãs, diodos, transistores etc. Eles também podem ser chamados de **componentes elétricos**.



### APLICAR CONHECIMENTOS I

- Retome sua lista de dispositivos elétricos da atividade de abertura. Organize-a de acordo com as categorias apresentadas.

- aparelhos resistivos: .....
- motores elétricos: .....
- fontes de energia elétrica: .....
- aparelhos de comunicação: .....
- componentes elétricos: .....

**Atenção:** Há aparelhos que podem ser classificados em mais de um grupo, como um secador de cabelos (sua ventoinha é um motor elétrico e seu resistor aquece o ar).

## 1º GRUPO DE APARELHOS: RESISTIVOS

Vamos estudar as características principais de cada grupo de aparelhos elétricos de sua lista, começando pelos aparelhos resistivos.

### DEBATER I

1. Você já trocou a resistência de um chuveiro elétrico? Se sim, qual foi o procedimento?
2. Caso precise de uma lâmpada que ilumine mais intensamente, como você a escolheria?
3. Imagine a seguinte situação: você possui uma casa muito antiga e precisa trocar a fiação elétrica dela. Qual deve ser a espessura adequada dos novos fios?

### PESQUISAR II

Organizem-se em grupos e providenciem com parentes e amigos:

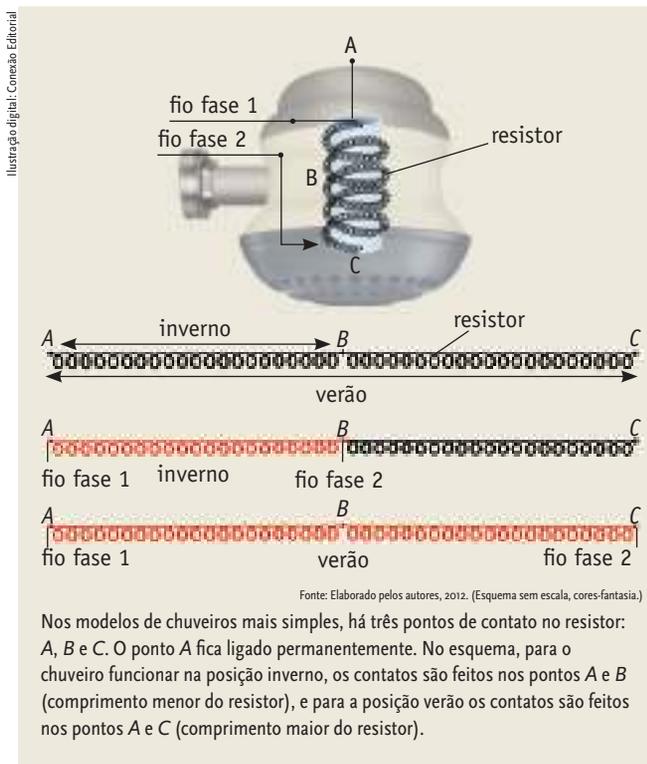
- um **chuveiro elétrico velho** para ser desmontado em sala de aula e um resistor intacto desse chuveiro para observar suas ligações;
- **lâmpadas incandescentes** que estejam funcionando e que apresentam as seguintes características: ser transparentes, do mesmo fabricante, ter mesmo tamanho e mesma tensão, mas com potências diferentes (100 W, 60 W, 40 W, 25 W).

### INVESTIGANDO O CHUVEIRO ELÉTRICO

Observem os dados elétricos estampados na carcaça do chuveiro e respondam.

1. Quais são a tensão e a potência do aparelho?
2. Observem a chave de controle de temperatura do chuveiro. Em qual posição a água esquenta menos e em qual posição ela esquenta mais? Isso corresponde a que potências?
3. Onde se realiza a transformação de energia no chuveiro?
4. Observe o resistor do chuveiro desmontado. Quantos pontos de contato elétrico há no resistor?
5. Como os contatos são ligados quando a chave está nas posições inverno e verão?
6. Por que o chuveiro não liga quando a água não tem muita pressão?

A maioria dos chuveiros funciona sob tensão de 220 V e com duas possibilidades de aquecimento: **inverno** e **verão**. Na posição verão, o aquecimento da água é menor, correspondendo à menor potência do chuveiro. Na posição inverno, o aquecimento é maior, pois corresponde a maior potência.



O circuito elétrico do chuveiro é fechado somente quando o registro da água é aberto. A pressão da água empurra um diafragma no interior do chuveiro, ligando os contatos elétricos do resistor.

O resistor é um fio enrolado, feito de uma liga metálica de níquel e cromo com três pontos de contato, ficando um deles permanentemente ligado. As opções inverno ou verão são obtidas fechando o circuito em comprimentos diferentes do resistor, fazendo que a corrente elétrica percorra um trecho maior (verão) ou menor (inverno) do resistor.

No dia a dia, é comum usarmos a palavra “resistência” para identificar o resistor do chuveiro. Entretanto, na Física, essa palavra está associada à propriedade que os aparelhos têm de se opor à passagem de corrente elétrica. É através da **resistência elétrica** ( $R$ ) que se controla a corrente elétrica dos aparelhos. Quanto maior for a dificuldade à passagem da corrente, maior será o valor da resistência elétrica medida em Ohms (cujo símbolo é a letra grega ômega =  $\Omega$ ) e menor será a corrente.

Logo, para a mesma tensão elétrica, o **comprimento do resistor** está diretamente relacionado à intensidade da corrente elétrica que passa por ele da seguinte maneira:

Comprimento do resistor		Resistência elétrica ( $R$ )		Corrente elétrica ( $i$ )		Aquecimento da água		Potência elétrica ( $P$ )
maior	→	maior	→	menor	→	menor	→	menor
menor	→	menor	→	maior	→	maior	→	maior

fonte: Elaborado pelos autores, 2012

## INVESTIGANDO A LÂMPADA INCANDESCENTE

Observe os dados elétricos estampados nos bulbos das lâmpadas.

1. Compare os filamentos das lâmpadas. O tamanho deles varia de uma lâmpada para outra? A espessura deles varia? Relacione esses parâmetros com as respectivas potências.
2. Acenda as lâmpadas e compare seus brilhos, relacione a espessura do filamento à sua potência.

As lâmpadas incandescentes produzem luz por meio do aquecimento de um filamento de tungstênio. Essas lâmpadas são aparelhos resistivos, pois, embora tenham a função de iluminar, apenas uma fração muito pequena da energia consumida, aproximadamente 5%, é convertida em luz, sendo o restante da energia, 95%, utilizada para aquecer o filamento. Trata-se de uma perda de energia inevitável, pois, sem o aquecimento, esse tipo de lâmpada não ilumina.

Nas lâmpadas de descarga, também chamadas lâmpadas eletrônicas, a luz é produzida graças à excitação de vapores metálicos confinados em um tubo de vidro. Nelas, aproximadamente 70% da energia consumida é usada para produzir luz.

Portanto, elas são bem mais econômicas que as lâmpadas incandescentes. Só para se ter uma ideia, uma lâmpada eletrônica de 20 W de potência apresenta uma luminosidade (medida em lumens) equivalente a uma lâmpada incandescente de 90 W.

As lâmpadas incandescentes são fabricadas a vácuo para evitar a oxidação dos filamentos: o ar é



retirado do bulbo e, em seu lugar, é injetado um gás inerte, ou seja, que em circunstâncias normais não reage com outros elementos, em geral o argônio.

Para um mesmo fabricante, o tamanho do filamento de tungstênio é padrão, seja qual for a potência da lâmpada. Para serem obtidas diferentes luminosidades, o fabricante altera a **espessura** do filamento.

Espessura do filamento		Resistência elétrica ( $R$ )		Corrente elétrica ( $i$ )		Luminosidade da lâmpada		Potência elétrica ( $P$ )
maior	→	menor	→	maior	→	maior	→	maior
menor	→	maior	→	menor	→	menor	→	menor

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

## QUE FIOS USAR NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS?

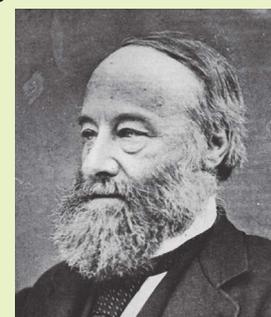
Você já deve ter reparado que todos os aparelhos elétricos esquentam quando ligados. Isso acontece particularmente nos locais onde circula uma corrente elétrica. Percebemos isso ao colocar a mão atrás da televisão depois de um período de funcionamento, por exemplo. O *cooler* (ventoinha) do microcomputador tem a função de ventilar o processador, produzindo um fluxo de ar para dispersar o calor por causa das intensas correntes elétricas nesses circuitos. Portanto, a corrente elétrica ao passar por um fio sempre provoca aquecimento. Quanto maior for a corrente, maior será o aquecimento produzido. Chamamos esse fenômeno de **efeito Joule**.

Para controlar o aquecimento, monitora-se a corrente elétrica por meio de um fio com comprimento e espessura adequados para cada finalidade, como nos resistores dos chuveiros e nos filamentos das lâmpadas incandescentes.

Nem sempre esse efeito inevitável é desejável. Nos fios de cobre da instalação elétrica residencial, caso o aquecimento pelo efeito Joule seja muito intenso, pode acontecer um incêndio. Por isso, é importante que os fusíveis e disjuntores do quadro de distribuição estejam adequados ao tipo de fiação elétrica da instalação, a fim de protegê-la de sobrecargas de corrente.

### Joule: o homem, a medida, o efeito

O inglês James Prescott Joule (1818-1889) trouxe enormes contribuições ao mundo da ciência. Por meio de seus estudos, foi possível consolidar o conceito de energia como a capacidade de realizar um trabalho, o que lhe conferiu, anos após sua morte, a honra de ter seu nome atribuído à unidade de medida de energia (joule).



Wikimedia.org

Em seus trabalhos, Joule concluiu que existe conservação da energia, apesar de haver transformações de formas de energia em outras.

Poucos anos antes dessa descoberta, Joule já havia demonstrado que o calor criado em um circuito elétrico é proporcional à intensidade da corrente elétrica que passa por ele. Ele deduziu, então, que os fenômenos elétricos também seriam outra manifestação da energia.

Mais tarde, em 1900, o alemão Paul Drude apresentou um modelo microscópico para a corrente elétrica, que explicava esse aquecimento. Um fio de metal é um conjunto muito grande de átomos ligados uns aos outros, guardando certa distância entre si. Essa organização forma uma estrutura tridimensional bastante regular, chamada de **rede cristalina**. Nessa rede, cada átomo perde um ou dois elétrons que vagam desordenadamente no interior do metal. São os chamados **elétrons livres**.

Ao ligar esse fio metálico num circuito elétrico alimentado por uma fonte de energia, esses elétrons livres são acelerados em uma mesma direção, aumentando sua energia cinética e movendo-se de forma mais ordenada, dando origem à corrente elétrica. Contudo, movendo-se assim, os elétrons livres aumentam o número de colisões com os átomos da rede cristalina, fazendo-a vibrar mais intensamente. Esse aumento das vibrações é percebido fora do fio como um aquecimento. Ou seja, uma parte da energia fornecida aos elétrons se transforma inevitavelmente em calor.

Esse fenômeno físico recebeu o nome de efeito Joule em homenagem ao homem que trouxe à observação científica pela primeira vez.

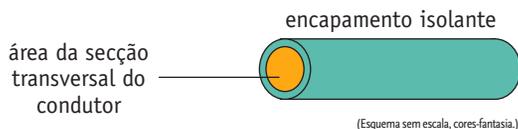


Ilustração original: Correio Editorial

rede cristalina      elétrons livres

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Uma maneira de atenuar o efeito Joule sobre os fios da instalação elétrica é calcular a intensidade da corrente máxima que passará por eles. Se uma corrente elétrica passar por um fio de cobre fino, o aquecimento será maior do que se essa mesma corrente passasse por um fio mais grosso. A tabela a seguir fornece a corrente máxima que pode passar por fios de cobre de diferentes diâmetros sem danificá-los. Nela a espessura dos fios é estabelecida pela área da secção transversal da parte metálica condutora, em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>).



CORRENTE EM FIOS DE COBRE	
Área em mm <sup>2</sup>	Corrente máxima em amperes
1,5	15,5
2,5	21
4	28
6	36
10	50
25	89
30	134

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Suponha que, numa cozinha, se pretenda instalar cinco tomadas e um soquete partindo de uma chave de 110 V, de tal modo que possam ser ligados simultaneamente os seguintes equipamentos: geladeira (400 W), lâmpada de forno (25 W), exaustor (300 W), liquidificador (250 W), micro-ondas (600 W) e lâmpada (100 W). Somando as potências de todos os aparelhos dessa cozinha, teremos uma potência total  $P$  de 1 675 W.

Como todos os aparelhos estarão submetidos à mesma tensão  $U$  de 110 V, o valor da corrente  $i$  que passaria pelo fio caso todos os aparelhos fossem ligados ao mesmo tempo é obtida por meio da expressão:

$$P = i \cdot U \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{1\,675}{110} = 15,2 \text{ A}$$

Para aumentar a segurança da instalação, é recomendado acrescentar 25% ao valor obtido para a corrente:

$$15,2 + (15,2 \cdot 0,25) = 19 \text{ A}$$

Olhando na tabela de fiação, vemos que os fios provenientes dessa chave de distribuição devem ter uma secção transversal de 2,5 mm<sup>2</sup>.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

- Qual é a fiação adequada para a instalação elétrica de um chuveiro 220 V – 2 800 W/4 400 W?

2. Enem (2010) Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.

*O superaquecimento da fiação, em virtude desse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem essa corrente, quando esta atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção.*

*Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulagem da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2 100 W, na posição primavera, 2 400 W e na posição inverno, 3 200 W.*

Gref. Física 3: eletromagnetismo. São Paulo: Edusp, 1993. (Adaptado.)

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulagem de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

- a) 40 A                      b) 30 A                      c) 25 A                      d) 23 A                      e) 20 A

## CÁLCULO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA R

Como já vimos, a corrente elétrica será mais intensa quanto menor for a resistência oferecida pelo meio por onde ela passa. Isso pode ser expresso matematicamente por uma relação entre a tensão elétrica  $U$  da fonte de energia, a corrente elétrica  $i$  que circula pelo circuito e a resistência elétrica  $R$  do aparelho que está ligado. Essa relação é conhecida como **Lei de Ohm**:

$$U = R \cdot i$$

A tensão elétrica é uma propriedade da fonte, como uma ligação de 220 V. A potência elétrica é propriedade do aparelho, definida pelo fabricante, como num chuveiro 220 V – 2 800 W/4 400 W. Se ligarmos esse chuveiro na posição inverno (4 400 W), por ele passará uma corrente de:

$$P = i \cdot U \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{4\,400}{220} = 20 \text{ A}$$

Nós já vimos que, nessa situação, a corrente elétrica está passando apenas por uma parte do resistor. Agora, usando a Lei de Ohm, podemos calcular o valor dessa resistência elétrica:

$$U = R \cdot i \Rightarrow R = \frac{U}{i} = \frac{220}{20} = 11 \, \Omega \text{ (diz-se 11 ohms).}$$

Calcule agora o valor da resistência elétrica em  $\Omega$ , na posição verão desse chuveiro.

### ORIENTAÇÃO PARA O TRABALHO

#### Tecnólogo em eletrônica

Opera na instalação e manutenção de equipamentos e sistemas eletroeletrônicos, tanto naqueles voltados aos sistemas de telecomunicações como na área de automação e processos industriais. Entre suas tarefas está a de instalar centrais de telefonia fixa e móvel, operar decodificador de sinais digitais e adequar programas de computador a sistemas de controle de máquinas industriais.

**Formação escolar exigida:** Curso técnico (3 anos em média).

**Área de atuação:** Esse profissional pode trabalhar em empresas de ramos diversos, como as do setor de telecomunicações, tecnologia digital, equipamentos eletrônicos ou em qualquer outro que utilize esse tipo de equipamento, tanto na produção como nas etapas de instalação e manutenção deles. Se desejar, poderá completar seus estudos em áreas da engenharia.

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Complete a tabela a seguir calculando as grandezas referentes a um chuveiro de 220 V que possui três temperaturas distintas. Calcule também os valores para o momento em que ele está desligado, quando a água flui sem aquecimento.

Temperatura	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente (A)	Resistência ( $\Omega$ )
Alta		7 700		
Média			23	
Baixa				13,75
Desligado	0			

Compare as colunas e observe se a temperatura da água em cada caso corresponde ao comportamento esperado das demais grandezas físicas elétricas.

2. Agora, faça o mesmo para três lâmpadas de potências diferentes ligadas numa tensão de 110 V:

Temperatura	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente (A)	Resistência ( $\Omega$ )
		25		
		60		
		100		

Compare as colunas e observe se a intensidade luminosa de cada lâmpada corresponde ao comportamento esperado das demais grandezas físicas elétricas.

## 2º GRUPO DE APARELHOS: MOTORES ELÉTRICOS

Para compreender o princípio de funcionamento dos motores elétricos, vamos nos concentrar em dois deles: um liquidificador e um carrinho movido a pilha.

### PESQUISAR III

Organizem-se em grupos e providenciem:

- um liquidificador velho ou quebrado, para ser desmontado em sala de aula;
- carrinhos à pilha quebrados ou que não sejam mais utilizados.

### INVESTIGANDO O LIQUIDIFICADOR

A parte externa do liquidificador é geralmente de plástico (isolante). Em seu interior, encontra-se o motor. Com o aparelho desconectado da tomada, façam o que é solicitado nos itens a seguir.

1. Desparafuse sua carcaça para poder observá-lo.
2. Acompanhe os fios do plugue em direção à parte interna do motor. Em qual das partes do motor eles são ligados?

3. Gire o eixo do motor com a mão e identifique o que se move e o que fica parado nele. De que material são feitas essas partes?
4. Encontre a ligação elétrica que existe entre a parte móvel e a parte fixa do motor. De que material ela é feita?

### INVESTIGANDO O MOTORZINHO DE BRINQUEDO

1. Desmonte o carrinho para que seja possível ver seu motor e as engrenagens. Como o movimento do motor é transmitido às rodinhas?
2. Acompanhe os fios elétricos que vêm da pilha. Em que partes eles são ligados?
3. Gire o motor com a mão e identifique o que se move e o que fica parado.
4. Com uma chave de fenda e um alicate, remova a carapaça metálica do motor para investigar seu interior. Veja com mais atenção o que se move e o que fica fixo dentro dele.
5. Aproxime um objeto metálico do motor. O que acontece?

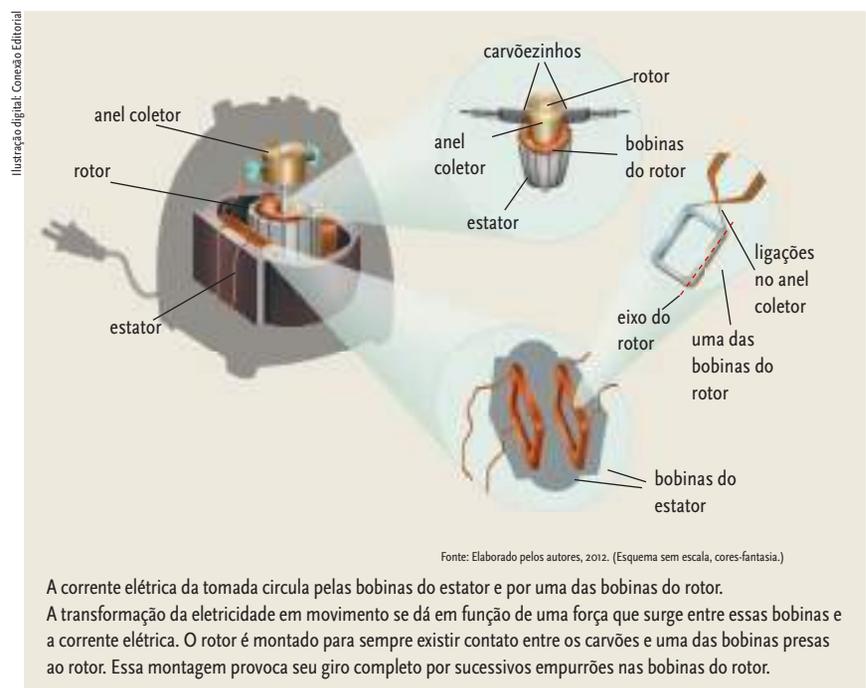
Há duas partes distintas num motor elétrico: uma fixa, chamada **estator**, e outra móvel, que gira num eixo quando o aparelho é ligado, chamada **rotor**.

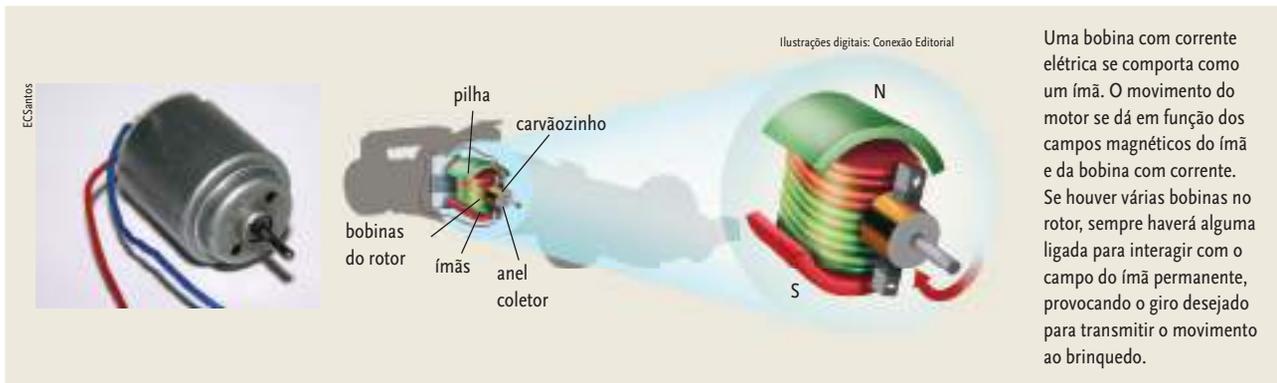
O estator é constituído por fios de cobre envernizados (isolados), formando duas bobinas fixas em torno do rotor.

Este, por sua vez, possui várias bobinas enroladas num eixo, isoladas entre si. Observando com mais atenção, percebemos que no rotor há um cilindro metálico chamado **anel coletor**, formado por placas metálicas separadas entre si por ranhuras. Essas ranhuras separam os contatos elétricos de cada bobina do rotor. À medida que o rotor gira, o anel coletor preso a ele gira junto, fazendo que carvões condutores de eletricidade deslizem pelas placas.

Quando o motor elétrico é colocado para funcionar, forma-se uma corrente elétrica nas bobinas do estator e em uma das bobinas do rotor. Com isso, surge nas bobinas do rotor uma força magnética em função de seu movimento no interior do campo magnético criado pela corrente das bobinas do estator. Ao girar, a bobina do rotor é desligada e outra se liga imediatamente, na mesma posição da bobina anterior, repetindo o procedimento sucessivamente e resultando no giro completo do eixo.

Em motores elétricos pequenos, como os de brinquedos, a parte fixa é constituída por um ou dois ímãs em vez de bobinas estatoras. O rotor, contudo, é semelhante ao que vimos no liquidificador, guardadas as devidas proporções. Essa modificação não altera o princípio de funcionamento do motor, porque uma bobina com corrente elétrica desempenha a mesma função de um ímã.





**EXPERIMENTAR I**

**MOTOR ELÉTRICO**

**Materiais necessários**

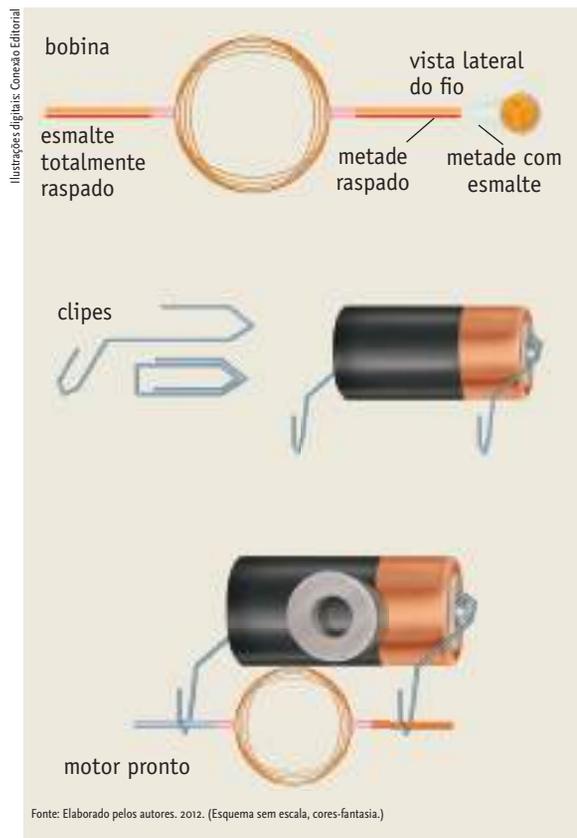
- 90 cm de fio de cobre esmaltado nº 26;
- 2 cliques grandes;
- fita isolante;
- lixa de unha;
- 1 pilha grande de 1,5 V;
- 1 pincel atômico;
- 1 pedaço de ímã de alto-falante.

**Procedimentos para montagem**

1. Para fazer seu motor elétrico, enrole o fio de cobre no corpo de um pincel atômico para montar uma bobina circular. Deixe 3 cm de fio em cada extremidade e certifique-se de que sua bobina esteja bem equilibrada.
2. Remova totalmente o esmalte de uma das extremidades da bobina com uma lixa. No outro lado, remova o esmalte apenas de uma das faces do fio, de modo que uma face tenha esmalte e a outra não.
3. Molde os cliques e coloque-os nos polos da pilha, fixando-os com fita isolante, como mostra a figura a seguir.
4. Prenda o ímã na pilha e coloque a bobina nos ganchos formados pelos cliques, conforme a figura. Certifique-se de que os contatos elétricos estejam perfeitos e que a bobina possa girar livremente nos ganchos. Para fazer o motor funcionar, dê um pequeno impulso de giro na bobina.

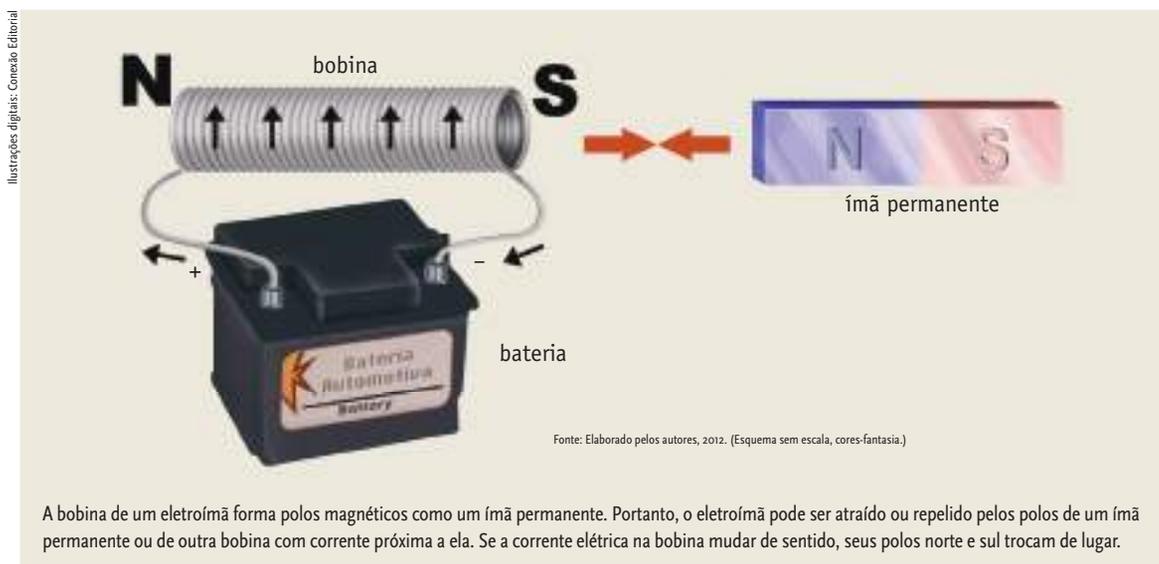
Agora, responda às questões a seguir.

1. O que acontece quando o ímã é retirado do local?
2. Grude o ímã com a outra face voltada para a bobina e repare no sentido do giro. Houve alguma mudança?
3. Qual é o caminho percorrido pela corrente elétrica?



Fonte: Elaborado pelos autores. 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Você deve saber que, se aproximamos dois ímãs, dependendo das polaridades aproximadas, eles terão certo comportamento, pois polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem. Isso evidencia a existência de um **campo magnético** em torno do ímã, criado por ele.



A bobina de um eletroímã forma polos magnéticos como um ímã permanente. Portanto, o eletroímã pode ser atraído ou repelido pelos polos de um ímã permanente ou de outra bobina com corrente próxima a ela. Se a corrente elétrica na bobina mudar de sentido, seus polos norte e sul trocam de lugar.

Não são apenas os ímãs que criam campos magnéticos. Um fio metálico com corrente elétrica também cria campo magnético em torno de si. Chamamos uma bobina ligada a um gerador de eletroímã.

A vantagem é que seu campo pode ser desligado, bastando interromper a corrente elétrica na bobina. Já num ímã permanente, isso não é possível.

A origem do movimento dos motores elétricos está na atração ou repulsão entre dois ímãs, entre uma bobina com corrente e um ímã ou ainda entre duas bobinas com corrente.

Da mesma forma que a agulha de uma bússola se move na presença de um campo magnético de um ímã próximo, o rotor de um motor elétrico gira quando a bobina com corrente sente o campo magnético do estator.

Em nosso motor caseiro, o ímã fez o papel do estator e a bobina com corrente elétrica, o do rotor. A corrente elétrica na bobina produz um campo magnético que interage com o ímã. Se o ímã for invertido, a bobina passa a girar no sentido oposto.

O modo com que removemos o esmalte de uma das extremidades da bobina foi para causar um efeito de liga-desliga na bobina à medida que ela girava, ganhando impulsos nesses ciclos.

### 3º GRUPO DE APARELHOS: FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA

Temos abordado a questão da energia, destacando sua importância na história humana. Vamos agora desvendar os processos de produção de eletricidade, particularmente os que acontecem numa pilha e num gerador de uma usina hidrelétrica.

#### PESQUISAR IV

Em grupo:

- veja com parentes e amigos se eles possuem algum **dinamo de bicicleta** e uma bússola e se podem emprestá-los.

## INVESTIGANDO O DÍNAMO DE BICICLETA

1. Aproxime o dínamo de uma bússola e observe o que acontece. A agulha da bússola se moveu?
2. Mantendo o dínamo em uma mesma posição próxima da bússola, gire lentamente o eixo do dínamo e veja o que acontece à bússola. Que conclusão vocês tiram disso?
3. Desparafuse a porca que fixa o eixo e retire-o com cuidado. O que há dentro do dínamo? Como ele é montado?

Os geradores e os dínamos de bicicleta têm o mesmo princípio de funcionamento. Em ambos, há produção de energia elétrica a partir da energia mecânica. O dínamo da bicicleta é um dispositivo bastante prático, pois acende os faróis dispensando o uso de pilhas e baterias, que são mais caras.

O inconveniente é que eles só fornecem energia se a bicicleta estiver em movimento. Quando ela para, as luzes se apagam.

Quando o dínamo está em contato com a roda da bicicleta, o movimento de rotação é transferido para o seu eixo que, ao girar, produz uma corrente elétrica suficiente para acender os faróis. Um dínamo de bicicleta tem uma montagem muito semelhante à de um motor elétrico de brinquedo, apesar de ter algumas modificações.

Uma delas é a posição dos ímãs: no motor, eles ficam no estator e, no dínamo, ficam no rotor, girando junto do eixo. É por isso que, quando se gira o dínamo próximo da bússola, sua agulha se move. As bobinas no dínamo ficam no estator, envolvendo o rotor e formando um circuito fechado com a lâmpada.

No dínamo, assim como no motor que você construiu, não há contato físico entre o ímã e as bobinas, contudo eles se influenciam mutuamente. Ao girar o eixo do dínamo com o ímã preso a ele, o campo magnético na região das bobinas estatoras varia.

Os elétrons livres do fio sentem a variação desse campo magnético e começam a se mover ordenadamente, estabelecendo uma corrente elétrica no circuito da bobina e acendendo a lâmpada. A produção de eletricidade no dínamo de bicicleta e nas usinas elétricas pode ser enunciada da seguinte forma:

Um campo magnético variável induz no tempo o surgimento de uma corrente elétrica num circuito fechado.



Trata-se de uma das leis fundamentais do eletromagnetismo: a lei da indução eletromagnética, também conhecida como **Lei de Faraday**.

#### APLICAR CONHECIMENTOS IV

1. Enem (2011) O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

*Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.*

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon:

- isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
  - varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
  - apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
  - induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
  - oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.
2. Enem (2010) Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.
- O princípio do funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a:
- corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
  - bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
  - bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
  - corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético.
  - corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

#### DEBATER II

Reúna-se em grupo e discuta com seus colegas as questões a seguir. Depois, apresente os resultados para a classe.

- Com base na explicação do funcionamento do dínamo, como seria constituída uma usina de eletricidade e como ocorre a transformação de energia nela?
- Vocês conseguiriam imaginar a possibilidade de transformar um motor de brinquedo em um gerador de eletricidade?
- Será que o processo de produção de eletricidade na pilha é igual ao do dínamo?

#### EXPERIMENTAR II

##### INVESTIGANDO AS PILHAS

Pegue uma pilha de 1,5 V e ligue seus polos com uma tira de papel-alumínio. O que você percebe? Pegue um fio de palha de aço e ligue nos dois polos da pilha de 9 V. Faça fios cada vez mais grossos com palha de aço e ligue nos polos da pilha de 9 V.

O que você observa de diferente à medida que o fio engrossa? A energia produzida pela pilha necessita de movimento, como acontecia com o dínamo?



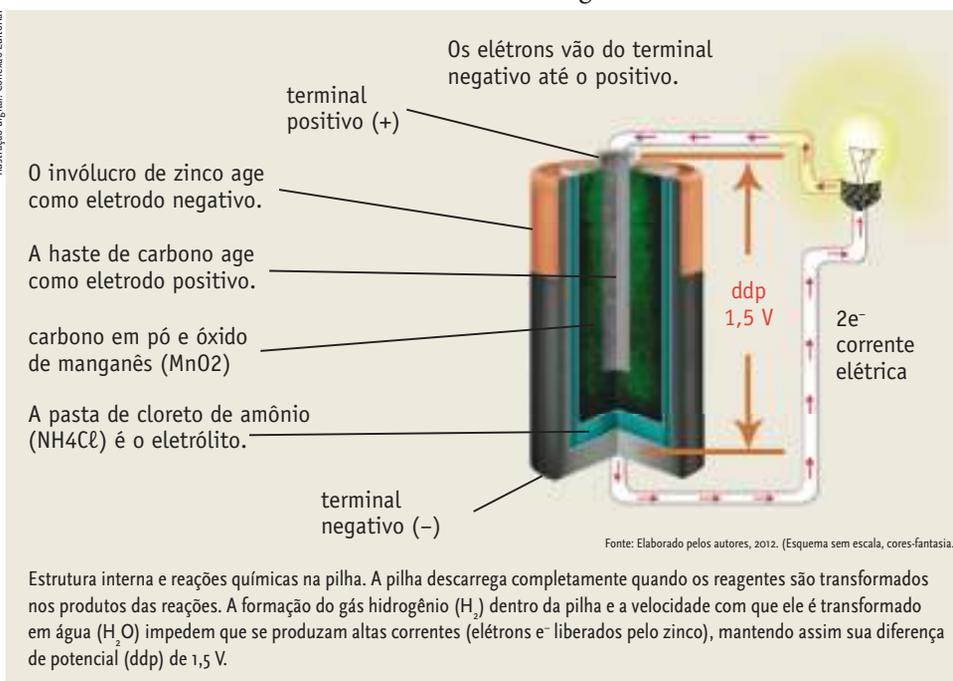
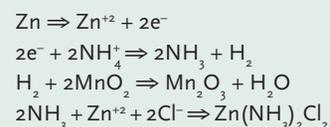
Você acaba de realizar experiências envolvendo o efeito Joule discutido anteriormente, tendo a pilha como fonte de energia. Ao se estabelecer uma intensa corrente elétrica entre os polos da pilha, atravessando o papel alumínio ou a palha de aço, o aquecimento foi tamanho, a ponto de poder fundir a palha de aço.

A pilha é um separador de cargas elétricas. O mesmo acontece com a bateria dos automóveis, dos relógios etc. É pelas reações químicas que acontecem no interior das pilhas e baterias que a corrente elétrica se estabelece no circuito.

As pilhas possuem um polo positivo, em que se acumulam substâncias com carga elétrica positiva (eletrodo positivo) e um polo negativo, em que se acumulam substâncias com carga elétrica negativa (eletrodo negativo).

Contudo, a pilha é montada de tal modo que essas substâncias não conseguem se neutralizar eletricamente dentro dela. Resta apenas o caminho externo, ligando seus polos. Quando isso acontece, o circuito é fechado e, havendo um aparelho elétrico ligado nele, ele passa a funcionar se a corrente elétrica fornecer energia suficiente.

**Reações químicas que ocorrem dentro da pilha**



Toda carga elétrica possui um campo elétrico. O campo elétrico de uma carga pode afetar o comportamento de outra carga que esteja nas suas vizinhanças. É por isso que cargas de mesmos sinais colocadas próximas uma da outra se repelem e cargas de sinais opostos se atraem.

Quando o circuito elétrico está fechado numa fonte de energia, dentro do fio se estabelece um campo elétrico. Esse campo elétrico agirá sobre todas as partículas eletricamente carregadas no fio, causando uma força sobre os elétrons livres. Essa força ordena o movimento desses elétrons, resultando na corrente elétrica.

Quanto maior a intensidade do campo, maior é a tensão elétrica da pilha. A pilha de 9 V é mais eficaz ao queimar a palha de aço do que a pilha de 1,5 V, indicando que o campo elétrico que ela produzia dentro da palha de aço era mais intenso, provocando maior vibração da rede, a ponto de causar a fusão do metal por efeito Joule.

### DEBATER III

Reúna-se em grupos e discuta com seus colegas as questões a seguir. Depois, apresentem os resultados para a classe.

1. A corrente elétrica acontece devido a um campo elétrico provocado pela pilha dentro do fio. Mas, ao se mover no fio, essas cargas elétricas produzem um campo magnético em volta dele. Tente explicar agora o funcionamento do motor de uma furadeira.
2. Com base na atividade do efeito Joule com as pilhas, explique o funcionamento de um fusível.

## 4º GRUPO DE APARELHOS: EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO

Trata-se de um grupo de aparelhos destinado a armazenar, transmitir ou receber informações.

Esses aparelhos enviam e recebem informações através de fios, como o telégrafo e o telefone fixo, e através de ondas eletromagnéticas, como o rádio, televisão, celular, controle remoto etc. O eletromagnetismo é a base do processo de comunicação de todos eles.

Resumindo tudo o que vimos até aqui:

- uma corrente elétrica produz um campo magnético proporcional, em volta do fio;
- uma corrente elétrica pode ser induzida pela variação no tempo de um campo magnético externo;
- toda corrente elétrica num fio é resultado de um campo elétrico formado dentro.

O mundo dos aparelhos elétricos está menos misterioso depois do que estudamos? Tente explicar o funcionamento de outros aparelhos que não foram abordados nesse texto, como: batedeira, secador de cabelos, alternador de automóvel, torradeira etc.

## Mudanças na saúde ao longo da História

Como eram os hospitais quando você era criança? A saúde era um direito de todos ou de poucos? O que será que mudou no Brasil, nessa área, nos últimos cem anos?

Não foi apenas a concepção do que é saúde que mudou: o avanço da ciência no entendimento e na cura de doenças, a melhoria das condições de saneamento e o acesso à alimentação são algumas dessas mudanças.

Vamos conhecer um pouco melhor a história da saúde? Como será que as concepções da ciência mudam ao longo do tempo? E como será que isso se reflete em nosso cotidiano?

### LER CHARGE, TEXTO JORNALÍSTICO E GRÁFICO

A charge a seguir mostra o quanto a varíola, doença que se alastrava com grande facilidade, preocupava a população da época. Observe que há “cabeças de vacas” saindo de várias partes dos corpos das pessoas, uma alusão às lesões causadas pelo vírus da varíola. Mas por que a varíola era representada por “cabeças de vacas”?

Leia o trecho a seguir, extraído do artigo “Varíola: uma doença extinta” do dr. Joffre M. de Rezende, professor da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás, no qual ele explica o porquê dessa representação:

Na região de Gloucestershire, na Inglaterra, onde se localiza a cidade de Berkeley, o gado era acometido com frequência de uma doença com alguma semelhança com a varíola humana, conhecida por *cowpox* (*cow* = vaca; *pox* = varíola). As vacas acometidas por esta doença apresentavam vesículas e pústulas no ubre [mama do animal] e as pessoas que as ordenhavam adquiriam a doença, manifestando lesões semelhantes nas mãos, [...] que desapareciam espontaneamente. [...] As pessoas que adquiriam a *cowpox* ficavam protegidas da varíola humana, conhecida em inglês por *smallpox*.

Disponível em: <<http://usuarios.cultura.com.br/jmrezende/variola.htm>>. Acesso em: 16 fev. 2012.



**O maravilhoso efeito da nova inoculação (1802), de James Gillray (1756-1815), água-forte colorida à mão, século XV.** Desenho satírico mostrando possíveis efeitos da vacinação da varíola.

Compare as ideias expressas no desenho com a notícia do jornal *Folha de S.Paulo*, de outubro de 2011 e depois responda às questões propostas.

# Vacina de gripe tem baixa eficácia, segundo pesquisa

*Imunização mais usada hoje, que leva vírus mortos, funciona em 59% dos casos; ideal para vacinas é 90%. Resultado indica necessidade de novos tipos de vacina, mas imunização ainda é a melhor prevenção*

Ricardo Bonalume Neto, de São Paulo

Não é lá essas coisas, mas é melhor que nada. Um estudo rigoroso das vacinas anuais contra a gripe mostrou que a sua eficácia é bem menor do que se imaginava: 59% de proteção, em vez dos mais de 90% que se espera de uma vacina certinha.

O resultado diz respeito à vacina trivalente, fabricada com o vírus inativado. Esse é o tipo usado nas campanhas de vacinação de gripe sazonal no Brasil.

Mas “59% é bem melhor do que zero”, diz o principal autor da análise, Michael Osterholm, da Universidade de Minnesota, Estados Unidos.

Ele e seus colegas fizeram uma meta-análise (revisão de estudos), publicada [...] na revista médica *Lancet Infectious Diseases*. A equipe foi atrás de ensaios clínicos de vacinas contra a gripe desde janeiro de 1967 até fevereiro de 2011.

Mas, desses 5 707 artigos científicos, apenas 31 correspondiam a todas as exigências. O fundamental era mostrar se havia uma relação direta entre a vacinação e a proteção contra o vírus da gripe. E provar isso com testes clínicos sem dúvidas. “Essa foi a mais abrangente revisão até agora da eficácia das vacinas contra a gripe”, diz Osterholm.

O estudo afirma que, embora a vacina funcione e ainda deva ser recomendada, há dúvidas sobre sua eficácia, especialmente em relação aos maiores de 65 anos.

As campanhas de vacinação contra gripe sazonal no Brasil têm como público-alvo os maiores de 60 anos, os indígenas, as gestantes, os profissionais de saúde e as crianças com idade entre seis meses e dois anos.

## CRIANÇAS PROTEGIDAS

As crianças são um reservatório tradicional do vírus da gripe e transmitem a doença para o resto da comunidade. Logo, a imunização infantil contra a gripe é importante. De acordo com o estudo, seria mais vantajoso usar nas crianças a vacina com vírus vivo e atenuado, em vez da que usa vírus morto, mais comum. A eficácia dessa vacina em crianças com menos de sete anos foi de 83%.

## NOVAS VACINAS

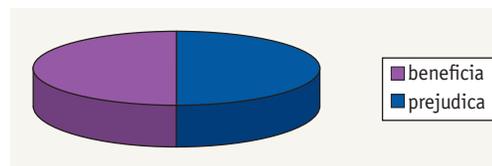
Ainda que falte comprovação para a proteção conferida pela vacina, os autores ressaltam que ela continua sendo a melhor forma de evitar a doença. Mas concluem: “É preciso desenvolver novas e melhores vacinas”.

De acordo com o médico Rubens Baptista Júnior, especialista em medicina preventiva e social e professor na EEP (Escola de Educação Permanente) do Hospital das Clínicas da USP, não há dúvida de que a vacina salva vidas. “É preciso estimar quantas seriam perdidas sem a vacinação”, diz.

Para ele, o resultado, ainda que não ideal, é positivo. “Mas, na população em geral, existe a ideia de que, depois da vacinação, um simples resfriado mostra que não houve efeito. Vacina é para certos casos, como a gripe sazonal; não é para curar resfriados”, lembra o médico.

Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/fsp/saude/sd2610201101.htm](http://www1.folha.uol.com.br/fsp/saude/sd2610201101.htm)>.  
Acesso em: 15 mar. 2012.

1. Analisando em detalhes a caricatura de Gillray, que efeitos a sociedade acreditava que a vacinação traria para quem fosse vacinado?
2. Avaliando a reportagem do jornal *Folha de S.Paulo*, você recomendaria a vacina contra a gripe para crianças e pessoas acima de 65 anos? Por quê?
3. Pergunte a três conhecidos seus se as vacinas beneficiam ou prejudicam a saúde das pessoas que as tomam. Junte as respostas de toda a sua classe e monte um gráfico como o exposto ao lado para demonstrar o grau de confiança atual das pessoas em relação às vacinas.
4. O que você diria que mudou em relação às vacinas nos dois momentos da História?



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

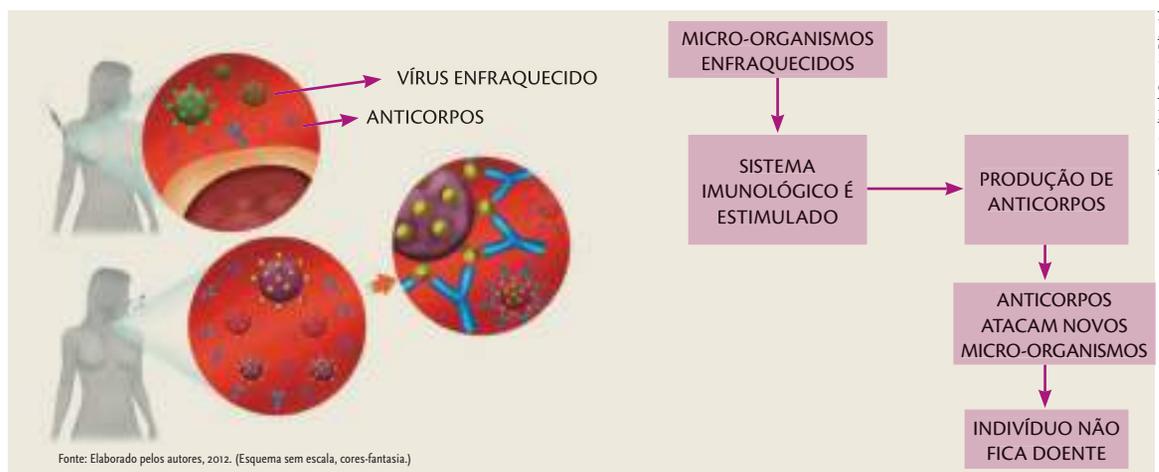
Ilustração digital: Conexão Editorial

## AS VACINAS

Atualmente existe uma série de doenças que podem ser evitadas por meio da vacinação. Mas o que são as vacinas? Vacinas são preparados produzidos com base no próprio agente infeccioso (vírus e bactérias) ou com substâncias produzidas por eles. A vacina da febre amarela, por exemplo, é produzida a partir do próprio vírus enfraquecido.

Como o vírus não está com o seu poder total de infecção, a vacina ativa o sistema imunitário (que é o sistema de defesa do nosso corpo, formado pelos diversos tipos de leucócitos) e faz que o próprio corpo da pessoa vacinada produza anticorpos que combatem a doença e não permitem que ela se manifeste.

Portanto, a vacina acaba impedindo que o indivíduo que tiver contato com um agente infeccioso a manifeste, porque seu sistema imunitário está preparado para combatê-la.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Ilustração digital: Conexão Editorial

As vacinas já são usadas há muitos séculos, embora de maneira mais rudimentar. Os chineses e os povos do Mediterrâneo perceberam que as pessoas que sobreviviam ao ataque da varíola não voltavam a adoecer.

Com isso, passaram a fazer o que chamaram de “variolação”: inseriam algodão com pó de crostas ou com pus nas narinas, vestiam as roupas de doentes, picavam a pele com agulhas contaminadas ou sujavam cortes com secreções dos infectados. No entanto, aproximadamente 2% dos inoculados morriam e muitos acabavam desenvolvendo formas graves da doença.

Só no século XVIII, porém, que um médico inglês desenvolveu as vacinas de forma mais científica. Em 1789, Edward Jenner observou que algumas vacas tinham feridas nos úberes iguais às provocadas pela varíola nos seres humanos e que as mulheres que ordeonavam essas vacas desenvolviam a doença de forma mais leve e se recuperavam mais rapidamente. Jenner passou então a fazer experiências coletando o líquido da ferida de um paciente com varíola e injetando no braço de pessoas que nunca haviam contraído a doença.



Detalhe de representação de Edward Jenner (1749-1823) aplicando a primeira vacina contra a varíola em 1796 (1879), de Gaston Georges Melingue (1840-1914), óleo sobre tela.

Em 1798, Jenner publicou um estudo que inicialmente foi bastante criticado. Por causa do nome da doença, *Variolae vaccinae* (“varíola da vaca”), e da forma de prevenção a ela, é que surgiu o nome **vacina**, utilizado até hoje. Após esse estudo, outros sobre o processo de imunização e sobre o sistema imunitário de seres humanos e animais apareceram, o que impulsionou avanço da medicina preventiva.

Mas foi somente um século depois, com as pesquisas de Louis Pasteur, cientista francês criador do processo de pasteurização, que a relação entre micróbios e doenças foi demonstrada. A primeira vacina criada por Pasteur foi a vacina contra a raiva, transmitida para as pessoas pelos animais da floresta. Durante o século XX, várias vacinas foram criadas.

Hoje em dia, não existem casos de varíola no Brasil (em 1973, o país recebeu a Certificação Internacional da Erradicação da Varíola) e, desde 1980, essa vacina não consta mais do calendário obrigatório de vacinação nacional.

Atualmente, as vacinas são um método bastante seguro para prevenir diversas doenças: paralisia infantil, sarampo, gripe, febre amarela, entre outras. Essas vacinas são oferecidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) para proteger as crianças e os adultos de nosso país.

Por isso, é muito importante guardar o cartão de vacinação, levá-lo a todas as consultas médicas, ficar atento às campanhas do governo e manter as vacinas em dia.



Fernando Favoretto/Ciar Imagens

**Datas de introdução das vacinas mais comuns**

- 1798: Variola
- 1885: Raiva
- 1897: Peste
- 1923: Difteria
- 1927: Tuberculose
- 1927: Tétano
- 1935: Febre amarela
- 1955: Pólio injetável (VIP)
- 1962: Pólio oral (VAP)
- 1964: Sarampo
- 1970: Rubéola
- 1981: Hepatite B

Disponível em: <<http://webpages.fc.ul.pt/~mcgomes/vacinacao/historia/index.html>>. Acesso em: 16 fev. 2012.

Reprodução de uma carteira de vacinação.

**LER CHARGE**



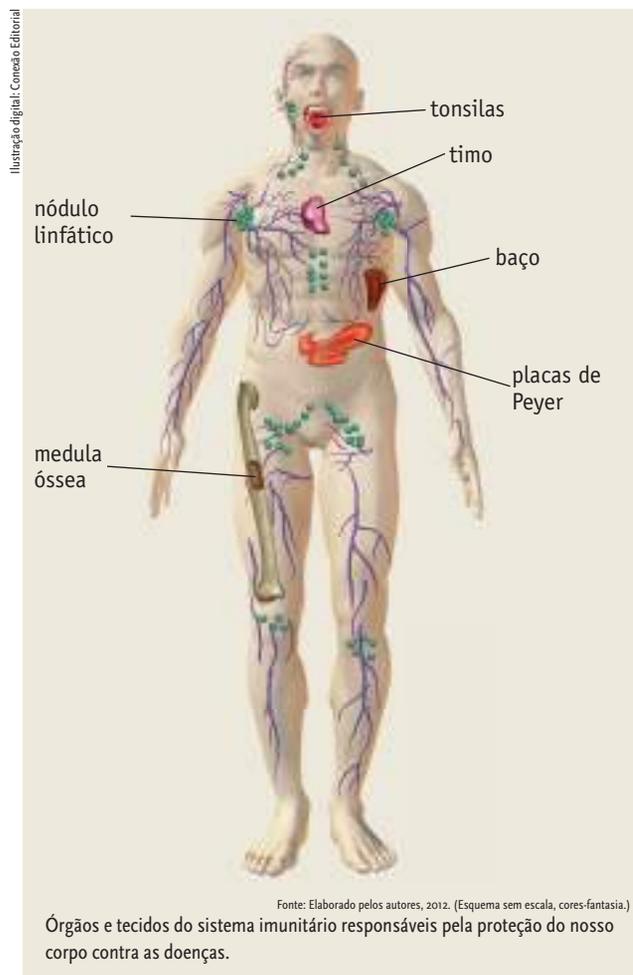
Imagem IOC (OC) 6-37C006-Aterno da Casa de Oswaldo Cruz, Departamento de Arquivo e Documentação

Revolta da população contra a vacinação obrigatória, charge de Leônidas, publicada em *O Malho*, de 29 de outubro de 1904.

1. Faça uma pesquisa sobre a Revolta da Vacina, ocorrida no Brasil em 1904. Traga as informações encontradas para a sala de aula. Em seguida, faça junto com a classe um mural sobre esse episódio da nossa história.
  2. Durante a Revolta da Vacina, por que as pessoas se recusavam a submeter-se à vacinação obrigatória?
- .....
- .....
3. Explique de que maneira a charge expressa o que ocorreu no Rio de Janeiro durante a Revolta da Vacina.
- .....
- .....
- .....

## PESQUISAR

Abaixo estão ilustrados os órgãos do sistema imunitário, que é o responsável por fabricar os anticorpos, que nos defendem das doenças. Escolha um desses órgãos e faça uma pesquisa sobre sua forma de funcionamento. Em seguida, apresente para a classe.



### De que forma o corpo se defende das infecções?

Nosso corpo possui uma série de mecanismos para se defender das agressões causadas por agentes externos, como vírus, bactérias e outros micro-organismos. O primeiro nível de proteção é formado por um conjunto de barreiras naturais contra a entrada desses micróbios, do qual fazem parte a pele, a saliva, o ácido clorídrico do estômago, a acidez do canal vaginal, a cera da orelha externa, o muco presente nas mucosas, a flora intestinal, entre outros.

Se esse primeiro nível for vencido, o nosso corpo apresenta outro mecanismo de defesa. Nos tecidos atingidos, algumas células liberam substâncias responsáveis por aumentar o fluxo sanguíneo da região e provocar a saída de líquidos desses tecidos, o que causa latejamento, vermelhidão, inchaço, aumento da temperatura e dor. A esse conjunto de reações que o nosso corpo desencadeia damos o nome de inflamação. Nesse processo, alguns leucócitos como os neutrófilos e macrófagos migram para essa região e começam a englobar e destruir os micro-organismos.

Caso o nível de proteção anterior também seja vencido, o sistema imunitário aciona o terceiro nível: a produção de anticorpos específicos. Os linfócitos B são os responsáveis pela produção de anticorpos, que são proteínas especiais fabricadas após o sistema imunitário ter reconhecido alguma proteína estranha ao corpo. A essa proteína estranha dá-se o nome de antígeno.

Após o reconhecimento de determinado antígeno pelo sistema imunitário, a medula óssea produz vários linfócitos B, originando numerosas células produtoras de anticorpos específicos, que atuarão e neutralizarão esse tipo de antígeno. Depois que o antígeno é eliminado, algumas dessas células permanecem no organismo, como se fossem a memória da infecção. Caso haja contato, em outro momento, com o mesmo tipo de antígeno, essas células darão início à resposta imune, que será mais rápida e mais intensa que a primeira. É por isso que algumas doenças só acontecem uma vez na vida de uma pessoa, como é o caso de sarampo, rubéola, catapora, entre outras. No caso da gripe, como é uma doença causada por variantes de um mesmo tipo de vírus (*influenza*), as pessoas podem ter vários episódios de gripes durante a vida, já que cada anticorpo produzido pelo organismo é específico para determinado tipo de vírus e não para todos.

## DEBATER

- Escolha uma pessoa com mais de 60 anos e proponha a ela uma entrevista. Faça as perguntas a seguir e acrescente outras que você achar interessante.
  - Como era o sistema público de saúde quando você era jovem?
  - Você tomou vacinas quando criança?
  - Como as doenças costumavam ser tratadas?
  - Como as pessoas conseguiam os remédios?
  - Existiam mais hospitais que atualmente?
- Compare o resultado da sua entrevista com a dos outros colegas da classe e montem um cartaz com a linha do tempo das mudanças na área da saúde ao longo dos últimos anos, com base no ponto de vista dos entrevistados.
- Façam um debate em torno destas perguntas: O que mudou nos últimos anos na história da saúde? O que melhorou e o que piorou?

## AS MUDANÇAS NA CONCEPÇÃO DE SAÚDE

Assim como a forma de as pessoas encararem as vacinas mudou, o que elas acreditam que seja estar saudável e ter saúde também se modificou ao longo dos anos. Antigamente, saúde era reconhecida como o oposto de doença. Se você não estava doente, tinha saúde. Hoje em dia, esse conceito foi ampliado, e se considera que uma pessoa está saudável quando ela tem bem-estar físico, emocional e social.

Ou seja, não apenas a pessoa está fisicamente se sentindo bem, mas também dispõe de alimentação adequada, tem uma moradia digna, acesso a saneamento básico, direito a um trabalho e uma renda que lhe garantam o sustento, entre muitos outros fatores.

Da mesma forma que a concepção de saúde mudou, a forma de se promover a saúde também se alterou com o tempo. Se antigamente saúde era apenas a ausência de doenças, a responsabilidade pela saúde era dos médicos e cientistas que procuravam curá-las: praticava-se a **medicina curativa**. Nos nossos dias, todos os responsáveis pela saúde pública passaram a se preocupar não apenas com a cura das doenças, mas principalmente com a sua prevenção. A essa prática dá-se o nome de **medicina preventiva**.

### PARA CRIAR

O que lhe parece mais adequado: prevenir uma doença ou curá-la depois que se está doente?

Crie uma legenda que descreva a situação representada em cada imagem e indique as que se relacionam com a **cura** e as que se relacionam com a **prevenção** de doenças.

a)



b)



c)



d)



## A MUDANÇA DA SAÚDE SE REFLETINDO NAS CAMPANHAS DE PREVENÇÃO

Mesmo as doenças que têm cura devem ser evitadas. Ficar doente sempre afeta nosso bem-estar e prejudica inclusive aqueles que estão à nossa volta. Por esse e por outros motivos é que os principais serviços de saúde pública mudaram o seu foco e passaram a investir pesadamente na prevenção das doenças, mesmo no caso das epidemias. Vamos analisar um texto produzido pelo Ministério da Saúde sobre a epidemia de HIV/aids.

## Aids no Brasil

Desde o início da epidemia, em 1980, até junho de 2011, o Brasil tem 608 230 **casos registrados** de aids (condição em que a doença já se manifestou), de acordo com o último Boletim Epidemiológico. Em 2010, foram notificados 34 218 casos da doença e a **taxa de incidência** de aids no Brasil foi de 17,9 casos por 100 mil habitantes.

Atualmente, ainda há mais casos da doença entre os homens do que entre as mulheres, mas essa diferença vem diminuindo ao longo dos anos.

A **faixa etária** em que a aids é mais incidente, em ambos os sexos, é a de 25 a 49 anos de idade. Chama atenção a análise da razão de sexos em jovens de 13 a 19 anos. Essa é a única faixa etária em que o número de casos de aids é maior entre as mulheres. A inversão apresenta-se desde 1998. Em relação aos jovens, os dados apontam que, embora eles tenham elevado conhecimento sobre prevenção da aids e outras doenças sexualmente transmissíveis, há tendência de crescimento do HIV.

Quanto à **forma de transmissão** entre os maiores de 13 anos de idade, prevalece a sexual. O restante ocorreu por transmissão sanguínea e vertical (da mãe para o bebê).

Em números absolutos, é possível ver como a redução de casos de aids em **menores de cinco anos** é expressiva. Comparando-se os anos de 1998 e 2010, a redução chegou a 40%. O resultado confirma a eficácia da política de redução da transmissão vertical do HIV. [...]

### Uso de antirretrovirais em gestantes

A taxa de transmissão do HIV de mãe para filho durante a gravidez, sem nenhum tratamento, é 20%. Mas em situações em que a grávida segue todas as recomendações médicas, a possibilidade de infecção do bebê reduz para níveis menores que 1%. As recomendações médicas são: o uso de remédios antirretrovirais combinados na grávida e no recém-nascido, o parto cesáreo e a não amamentação.

O uso de medicamentos durante a gravidez é indicado para quem já está fazendo o tratamento e para a grávida que tem HIV, mas não apresenta sintomas e não está tomando remédios para aids. Nesse caso, o uso dos remédios pode ser suspenso ao final da gestação. Essa avaliação dependerá dos exames de laboratório e de seu estado clínico e deverá ser realizada, de preferência, nas primeiras duas semanas pós-parto, em um serviço especializado.

### Doenças sexualmente transmissíveis

As doenças sexualmente transmissíveis (DST) são transmitidas, principalmente, por contato sexual sem o uso de camisinha com uma pessoa que esteja infectada, e geralmente se manifestam por meio de feridas, corrimentos, bolhas ou verrugas. As mais conhecidas são gonorreia, hepatite B e sífilis.

Algumas DST podem não apresentar sintomas, tanto no homem quanto na mulher. E isso requer que, se fizerem sexo sem camisinha, procurem o serviço de saúde para consultas com um profissional de saúde periodicamente. Essas doenças quando não diagnosticadas e tratadas a tempo, podem evoluir para complicações graves, como infertilidades, câncer e até a morte.

Usar preservativos em todas as relações sexuais (oral, anal e vaginal) é o método mais eficaz para a redução do risco de transmissão das DST, em especial do vírus da aids, o HIV. Outra forma de infecção pode ocorrer pela transfusão de sangue contaminado ou pelo compartilhamento de seringas e agulhas, principalmente no uso de drogas injetáveis.

O tratamento das DST melhora a qualidade de vida do paciente e interrompe a cadeia de transmissão dessas doenças. O atendimento e o tratamento são gratuitos nos serviços de saúde do SUS.

Disponível em: <[www.aids.gov.br](http://www.aids.gov.br)>. Acesso em: 6 jan. 2012.

1. O vírus da aids age no organismo do soropositivo atacando e destruindo as células de defesa do corpo. Baseando-se nessa explicação, redija um pequeno texto que justifique por que os doentes de aids adquirem as chamadas doenças oportunistas.
2. O número de pessoas doentes, ou seja, com aids, é maior, menor ou igual ao número de pessoas infectadas pelo HIV? Quais as diferenças entre essas duas situações? Justifique a sua resposta.

3. Além das medidas que as mães podem adotar para evitar a transmissão vertical, quais hipóteses podem ser levantadas para explicar a redução na taxa de transmissão da mãe para o bebê?
4. Como eram as campanhas do governo na década de 1980? Algum aluno da turma se lembra de alguma dessas campanhas?
5. Procure em postos de saúde cartazes ou folhetos de campanhas sobre aids. Você diria que elas são mais focadas na prevenção ou na cura?

## ANTIGAMENTE GRUPO DE RISCO... HOJE COMPORTAMENTO DE RISCO!

As ideias de quem trabalha com saúde também mudam ao longo dos anos. No início da epidemia de aids, acreditava-se que a doença atingia apenas alguns grupos: homossexuais, usuários de drogas injetáveis ou hemofílicos. Logo se descobriu que essa era uma informação completamente equivocada, uma vez que a aids é uma doença que se transmite por via sexual, através do sangue ou outros fluidos. Portanto não há grupo de risco, mas comportamento de risco: se arrisca quem não se comporta de forma a prevenir a doença.

Hoje sabemos que, qualquer um que se arrisca, assume um “comportamento de risco” e pode ficar doente. A ideia do “grupo de risco” levou muita gente a achar que não adquiriria aids. Assim, essas pessoas não se preveniram e muitas acabaram infectadas, quando na verdade não importa quem você é, mas sim se você se cuida ou não.

AIDS	
Assim pega	Assim não pega
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo vaginal sem camisinha</li> <li>• Sexo anal sem camisinha</li> <li>• Sexo oral sem camisinha</li> <li>• Uso da mesma seringa ou agulha por mais de uma pessoa</li> <li>• Transfusão de sangue contaminado</li> <li>• Mãe infectada pode passar o HIV para o filho durante a gravidez, o parto e a amamentação</li> <li>• Instrumentos que furam ou cortam, não esterilizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo, desde que se use corretamente a camisinha</li> <li>• Masturbação a dois</li> <li>• Beijo no rosto ou na boca</li> <li>• Suor e lágrima</li> <li>• Picada de inseto</li> <li>• Aperto de mão ou abraço</li> <li>• Compartilhamento de talheres ou copos</li> <li>• Assento de ônibus</li> <li>• Piscina, banheiros, pelo ar</li> <li>• Doação de sangue previamente testado</li> <li>• Compartilhamento de sabonete, toalha e lençóis</li> </ul>

Disponível em: <www.aids.gov.br>. Acesso em: 16 fev. 2012.



Cartaz de campanha de prevenção à aids.

Ilustração digital: Luis Moura

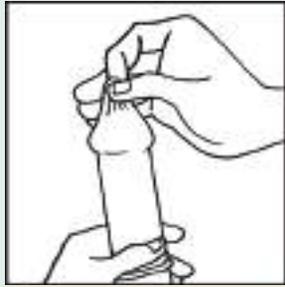
## Preservar a saúde? Use preservativos!

Tem gente que acha que camisinha é só para evitar uma gravidez indesejada. A camisinha é o único método anticoncepcional que também evita doenças. Veja como utilizar de forma correta o preservativo masculino e feminino:

### Como usar camisinha masculina



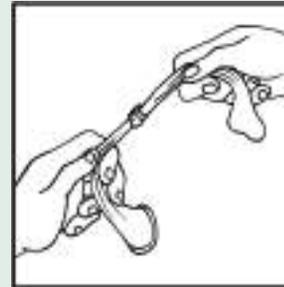
Abra a embalagem com cuidado – nunca com os dentes – para não furar a camisinha. Coloque a camisinha somente quando o pênis estiver ereto.



Desenrole a camisinha até a base do pênis, mas antes aperte a ponta para retirar o ar. Só use lubrificante à base de água. Evite vaselina e outros lubrificantes à base de óleo (podem furar a camisinha).



Após a ejaculação, retire a camisinha com o pênis duro. Fechando com a mão a abertura para evitar que o esperma vazze.



Dê um nó no meio da camisinha e jogue-a no lixo. Nunca use a camisinha mais de uma vez. Usar a camisinha duas vezes não previne contra doenças e gravidez.

Ilustrações digitais: Genesão Editorial

O preservativo masculino é uma capa de borracha (látex) que, ao ser colocada no pênis, evita a transmissão de doenças sexualmente transmissíveis (DST) e, entre elas, a do vírus causador da aids, o HIV. A camisinha pode também evitar a gravidez, agindo assim como um eficiente método contraceptivo.

Atenção:

- Não deixe a camisinha ficar apertada na ponta do pênis. Deixe um espaço vazio na ponta da camisinha que servirá de depósito para o esperma.
- Se ela não ficar bem encaixada na ponta, ou se ficar ar dentro, a camisinha pode rasgar.

### Como usar camisinha feminina

A camisinha feminina é uma “bolsa” feita de um plástico macio, o poliuretano, que é um material mais fino que o látex do preservativo masculino. Essa bolsa recebe o líquido que o homem libera na relação sexual, impedindo o contato direto dos espermatozoides com o canal vaginal e com o colo do útero da mulher, evitando assim a transmissão de doenças sexualmente transmissíveis, a transmissão do HIV e prevenindo a gravidez não planejada.

A bolsa tem 15 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro, sendo, portanto, bem mais larga que o preservativo masculino. Tem, porém, maior lubrificação. Na extremidade fechada, existe um anel flexível e móvel que serve de guia para a colocação da camisinha no fundo da vagina. A borda do outro extremo termina em outro anel flexível, que vai cobrir a vulva (parte externa da vagina).



Encontre uma posição confortável para você – pode ser em pé com um dos pés em cima de uma cadeira, sentada com os joelhos afastados, agachada ou deitada. Segure a camisinha com o anel externo pendurado para baixo.



Aperte o anel interno e introduza na vagina. Com o dedo indicador, empurre a camisinha o mais fundo possível.



O anel externo deve ficar uns 3 cm para fora da vagina – não estranhe, pois essa parte que fica para fora serve para aumentar a proteção (durante a penetração, pênis e vagina se alargam e então a camisinha se ajusta melhor).



Até que você e o seu parceiro tenham segurança, guie o pênis dele com a sua mão para dentro da sua vagina.

Ilustrações digitais: Genesão Editorial

Com o vaivém do pênis, é normal que a camisinha se movimente. Se você sentir que o anel externo está sendo puxado para dentro, segure-o ou coloque mais lubrificante.

Uma vez terminada a relação, retire a camisinha apertando o anel externo. Torça a extremidade externa da bolsa para garantir a manutenção do esperma no interior da camisinha. Puxe-a para fora delicadamente e jogue-a no lixo.

Departamento de DST e Aids do Ministério da Saúde. Disponível em: <[www.aids.gov.br](http://www.aids.gov.br)>. Acesso em: 16 fev. 2012.

## PARA REFLETIR

1. Explique a diferença entre “grupo de risco” e “comportamento de risco”.

---

---

2. Por que atualmente não se fala mais de “grupo de risco”, mas sim de “comportamento de risco”? Justifique sua resposta.

---

---

## QUE SAÚDE QUEREMOS TER NO FUTURO?

Quanta coisa muda com o tempo, não é? O conceito de saúde mudou, a forma de tratar e prevenir as doenças também e até mesmo as leis e as maneiras de participação da população. Já que as coisas mudam, por que não as mudar para melhor?

Estamos satisfeitos com a saúde que temos hoje? Temos hospitais suficientes? A distribuição de remédios dá conta de curar as doenças? E em relação à prevenção? Temos campanhas que educam de modo eficiente os brasileiros e brasileiras em relação aos fatores que promovem a saúde? E todos têm acesso a um ambiente saudável e a condições dignas de vida e moradia?

Se a sua resposta para alguma dessas questões tiver sido um “não”, é sinal de que ainda podemos melhorar as condições de saúde de nossa comunidade. Para isso, o SUS garante em sua lei que haja o controle social, ou seja, a participação das pessoas da comunidade está garantida por lei através dos conselhos municipais de saúde, que contam com a representação popular. Informe-se. O futuro de nossa saúde está em nossas mãos!



Participação de delegados na 5ª Conferência Estadual de Saúde de Roraima (2007).

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### SITES



#### BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE

Esse *site* disponibiliza dicas de saúde, telefones dos disque-saúde, acesso a um acervo científico e a outras bibliotecas virtuais, terminologias da área e informações estatísticas. Nele se encontra uma linha do tempo da saúde e há informações sobre diversos outros temas, como adolescência, aleitamento, economia da saúde, doenças parasitárias, toxicologia, entre outros.

Disponível em: <[bvsmms.saude.gov.br/html/pt/home.html](http://bvsmms.saude.gov.br/html/pt/home.html)>. Acesso em: 16 fev. 2012.



#### PROGRAMA NACIONAL DE DST/AIDS

É o *site* oficial do Ministério da Saúde que informa sobre as doenças sexualmente transmissíveis (DST) e a aids. Também oferece informações sobre legislação, organizações não governamentais que trabalham com o assunto, dados estatísticos e a abordagem da mídia.

Disponível em: <[www.aids.gov.br](http://www.aids.gov.br)>. Acesso em: 16 fev. 2012.

### FILMES



#### E A VIDA CONTINUA

História real com elementos ficcionais sobre o começo da epidemia de aids nos Estados Unidos, a briga pelo título de descobridor do vírus causador da doença e o descalo político em relação à epidemia.

Direção de Roger Spottiswoode. EUA, 1993, 136 min.



#### FILADÉLFIA

O filme conta a história de um advogado que é demitido quando a empresa em que ele trabalha descobre que ele tem aids e a sua luta na justiça para provar que foi demitido por discriminação. História contada de maneira bastante sensível e que aborda de forma competente o preconceito que vivem os soropositivos.

Direção de Jonathan Demme. EUA, 1993, 125 min.

Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica, não somente aqueles que utilizam grandes extensões de terra para a monocultura (cultivo de um único tipo de vegetal), mas também os que têm sua atividade baseada na agricultura familiar, que geralmente utiliza menores extensões de terra para a policultura (cultivo de vários tipos de vegetal em uma mesma área).

Nos centros urbanos desses municípios, que os moradores das zonas rurais costumam chamar de “cidade”, há intenso comércio de máquinas e produtos agrícolas: desde tratores, arados e outras máquinas até agrotóxicos, fertilizantes, corretivos de pH de solos, sementes, entre outros.

Neste capítulo, estudaremos alguns dos conhecimentos químicos sobre esses produtos e como empregar esses conhecimentos tanto para seu uso seguro como para encontrar alternativas para sua substituição e para preservar a vida humana e a diversidade de espécies biológicas.

### AGROTÓXICOS: USOS, CONSEQUÊNCIAS, CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E ALTERNATIVAS DE SUBSTITUIÇÃO

Quando uma área natural, extensa ou não, é destruída para ser transformada em campo agrícola, alteram-se de forma significativa as relações alimentares entre os seres vivos da região devastada. A alteração torna-se mais crítica quando se implanta uma monocultura.

Observe o esquema a seguir, que representa algumas das relações alimentares que existiam em determinada área natural e as que passaram a existir após a conversão dessa área em monocultura. Ela indica a teia alimentar existente no ambiente natural, incluindo os consumidores primários de pequeno porte (roedores e insetos) e os consumidores secundários e terciários, que são maiores que os primeiros e que são dizimados ou afastados do ambiente, quando há desmatamento.

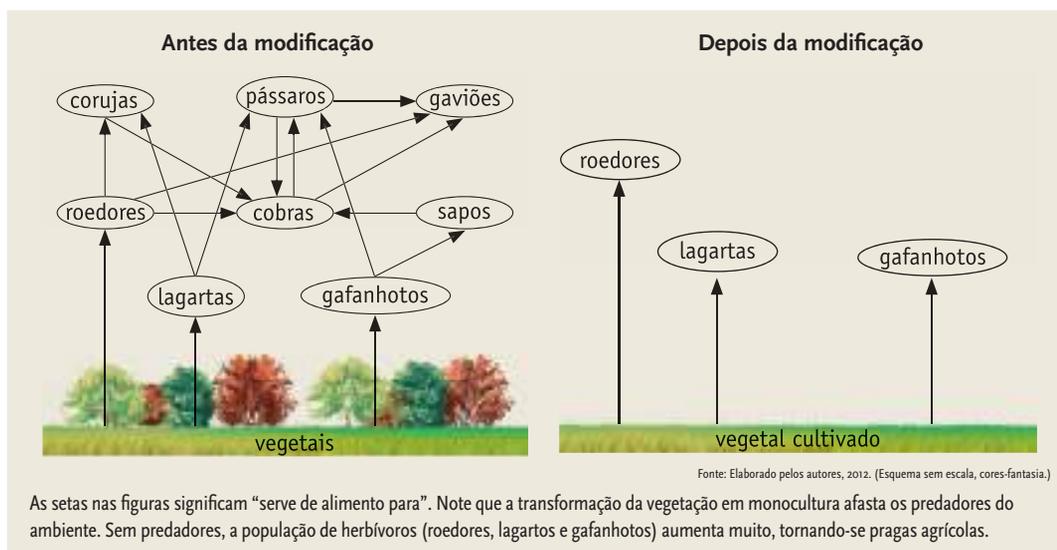


Ilustração digital: Conexão Editorial

Detectado um problema, até mesmo de forma preventiva, as substâncias agrotóxicas são aplicadas em toda a extensão da plantação manualmente, quando a área é pequena, e por tratores ou até aviões, quando a extensão da plantação é grande. Em todos esses casos, além de equipamentos adequados, há necessidade de conhecimento, orientação técnica e cuidados especiais, pois são procedimentos que trazem riscos à saúde das pessoas envolvidas, como os que aplicam os produtos, os moradores locais e os consumidores finais.

O emprego de aviões para a aplicação de substâncias agrotóxicas também necessita de atenção especial: requer muita habilidade dos pilotos, pois os voos são rasantes e qualquer descuido pode levar à queda da aeronave. Além disso, grandes quantidades de agrotóxicos são pulverizadas nas plantações e isso requer rigoroso estudo da velocidade do avião, do sentido e da velocidade do vento e da dosagem do agrotóxico. Caso contrário, o agrotóxico poderá intoxicar o piloto, os agricultores que, do solo, orientam a aplicação e as regiões vizinhas à área pulverizada. Os aviões são especiais e entre eles destaca-se um avião brasileiro: o Ipanema, que, desde 1982, é sucesso no mundo inteiro e, em 2005, começou a ser produzido também na versão a álcool: é o primeiro avião movido a álcool produzido em série no mundo.

#### LER IMAGEM

Observe a imagem e responda à questão.



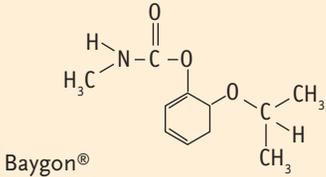
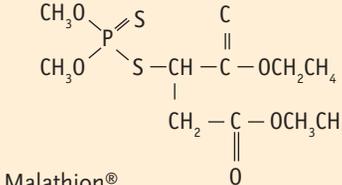
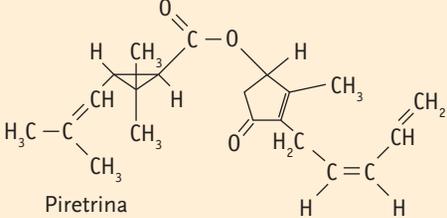
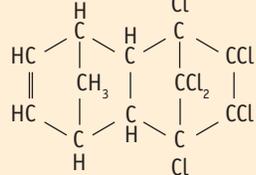
Voo rasante de um avião agrícola aplicando agrotóxico sobre uma plantação de trigo. Pelotas (RS), 2000.

Quais seriam as consequências de realizar uma aplicação aérea de agrotóxicos sem um estudo prévio das condições meteorológicas?

Os agrotóxicos, por um lado, podem afastar as pragas das plantações e, por outro, constituem uma das principais causas de intoxicações humanas.

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS AGROTÓXICOS E SEUS USOS

Os agrotóxicos podem ser classificados por suas características químicas. Os mais conhecidos são os indicados na tabela a seguir.

Classes e características de alguns agrotóxicos				
Classe	Características gerais da classe	Uso	Grupo químico presente	Exemplos
Carbamatos	São lipossolúveis (solúveis nos tecidos gordurosos) e pouco solúveis na água. São menos persistentes no meio ambiente do que os organofosforados.	São empregados como inseticidas, fungicidas e herbicidas.	$\begin{array}{c}   \\ -N-C-O- \\    \\ O \end{array}$ Grupo carbamato	 Baygon®
Organofosforado	São lipossolúveis, não cumulativos nos organismos, persistem no meio ambiente de 1 a 12 semanas, degradam-se por hidrólise (reação com água).	São comumente empregados como inseticidas e acaricidas.	$\begin{array}{c}   \\ -P= \\   \end{array}$ Grupo fosfato	 Malathion®
Piretroides	São derivados da piretrina, um inseticida natural, obtido das flores de piretrum, planta nativa da África. Não se acumulam no organismo, são pouco solúveis nos tecidos gordurosos e permanecem pouco tempo no ambiente.	São empregados no controle de insetos e de certas doenças agrícolas.	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C-O- \end{array}$ Grupo carboxila	 Piretrina
Organoclorados	São lipossolúveis, cumulativos na cadeia alimentar e nos organismos, altamente persistentes à degradação ambiental. Vários estudos demonstraram que muitos produtos pertencentes a esta classe são cancerígenos.	Comumente empregados como inseticidas (formicidas e larvicidas), estão proibidos no Brasil desde 1985.	$\begin{array}{c}   \\ -C-Cl \\   \end{array}$ Grupo organoclorado	 Aldrin®

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

- Circule nas fórmulas estruturais dos exemplos a presença do grupo químico indicado na quarta coluna.

## ALTERNATIVAS PARA SUBSTITUIR AGROTÓXICOS

Há alternativas para o emprego de agrotóxicos ou, pelo menos, para a redução de seu uso. Algumas delas estão indicadas a seguir.

### Drenagem

Grande parte dos insetos procria em águas paradas. A drenagem adequada dessas águas diminui a proliferação de pragas e, portanto, permite a diminuição do uso de agrotóxicos.

### Policultura

O plantio de diversos tipos de vegetais num mesmo campo de cultivo propicia maior equilíbrio de populações de pragas e de seus predadores do que nas monoculturas. Com isso, a plantação fica menos sujeita a ataques de pragas.

### Corredores agrícolas

Têm tido grande sucesso no controle de pragas as técnicas agrícolas que, em vez de desmatar totalmente a área para o plantio, mantêm intacta grande parte da mata nativa do local. As plantações são feitas em corredores ao longo da vegetação natural. Além de preservar mais o meio ambiente, essa técnica reduz drasticamente o uso de agrotóxicos.

### Controle biológico de pragas

Essa técnica consiste em introduzir, nos campos de cultivo, seres vivos que são predadores das pragas, mas não dos vegetais da plantação. Por exemplo, certas vespíngas controlam pragas do tomateiro e do milho.

### Substâncias sexoatrativas (feromônios)

Nas últimas décadas têm sido desenvolvidas diversas pesquisas aplicadas com o intuito de isolar e identificar substâncias responsáveis pela atração sexual dos insetos das mais diferentes espécies. Uma vez isoladas, procura-se determinar sua estrutura química com o intuito de sintetizá-las.

O emprego de feromônios é altamente eficaz para muitas pragas. Uma vez identificada a praga e a substância sexoatrativa, constroem-se armadilhas para atraí-las para determinado local. Uma vez atraídas, aplica-se o agrotóxico exclusivamente nesse local, em vez de aplicá-lo em toda a plantação.

#### DEBATER

Em grupo, discuta quais as vantagens e desvantagens de cada uma das técnicas mostradas neste capítulo e decida quais delas vocês consideram mais eficientes para diminuir o uso de agrotóxicos.

## FERTILIDADE DO SOLO

Todos os vegetais precisam de nutrientes inorgânicos, também chamados nutrientes minerais ou ainda sais minerais, em quantidades adequadas para que possam se desenvolver. Esses nutrientes existem naturalmente no solo e, no caso de matas e outros ambientes de vegetação nativa, são continuamente repostos por processos naturais (atividade de micro-organismos na decomposição de vegetais e animais mortos, por exemplo), garantindo o suprimento necessário para a diversidade de espécies que vivem nesses ambientes.

Entretanto, quando se faz a retirada da vegetação nativa para transformar o terreno em campo de cultivo, acentua-se a erosão do solo, parte dos nutrientes inorgânicos acaba sendo arrastada pelas chuvas para os cursos de água e a reposição por processos naturais é diminuída. Além disso, os novos vegetais plantados requerem quantidades diferentes de nutrientes dos que existiam antes. Para compensar essas diferenças, é necessária a utilização de fertilizantes naturais ou sintéticos.

## QUAIS SÃO OS NUTRIENTES INORGÂNICOS?

Os nutrientes responsáveis pela fertilidade do solo são substâncias que fornecem aos vegetais elementos químicos essenciais ao seu desenvolvimento e à sua sobrevivência.

Os elementos que os vegetais requerem em maior quantidade são o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Em seguida, vêm o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S).

Ainda que em quantidades muito pequenas quando comparadas a esses seis elementos, outros sete são também indispensáveis: zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e cloro (Cl).

Todos eles compõem as moléculas que constituem as plantas. Por exemplo, o nitrogênio e o fósforo são elementos que entram na composição das proteínas de paredes celulares e de enzimas, e o magnésio constitui a parte funcional das moléculas de clorofila, essencial à fotossíntese.

## QUE SUBSTÂNCIAS FORNECEM ESSES ELEMENTOS EM CASO DE INSUFICIÊNCIA NO SOLO?

Uma análise química do solo é um bom procedimento para todos aqueles que pretendem realizar um plantio com sucesso. Por meio dessa análise, pode-se conhecer quais elementos químicos estão faltando e quais estão em excesso para determinados tipos de vegetais, permitindo um controle adequado. Essa análise possibilita também saber se o solo é ácido, neutro ou básico. Isso é importante, porque cada vegetal desenvolve-se melhor em determinados valores de pH.

Uma vez detectada a falta de algum elemento, é preciso que ele seja repostado em quantidade adequada, nem mais nem menos. Os elementos químicos essenciais aos vegetais são fornecidos pela adição de diferentes substâncias químicas. Veja na tabela a seguir quais são essas substâncias.

LER TABELA II

Substâncias químicas empregadas como fertilizantes		
Elemento	Principais substâncias fornecedoras	Fórmulas das substâncias
N	<ul style="list-style-type: none"><li>– amônia</li><li>– sulfato de amônio</li><li>– nitrato de amônio</li><li>– nitrato de potássio (salitre)</li><li>– ureia</li><li>– fosfato de amônio</li></ul>	$\text{NH}_3$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{KNO}_3$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
P	<ul style="list-style-type: none"><li>– fosfato de cálcio</li><li>– mono-hidrogenofosfato de cálcio</li><li>– di-hidrogenofosfato de cálcio</li></ul>	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{CaHPO}_4$ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
K	<ul style="list-style-type: none"><li>– nitrato de potássio</li><li>– sulfato de potássio</li><li>– cloreto de potássio</li></ul>	$\text{KNO}_3$ $\text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{KCl}$

Ca	<ul style="list-style-type: none"> <li>– fosfato de cálcio</li> <li>– mono-hidrogenofosfato de cálcio</li> <li>– di-hidrogenofosfato de cálcio</li> <li>– carbonato de cálcio (calcita, calcário calcítico)</li> <li>– carbonato de cálcio e magnésio (dolomita, calcário dolomítico)</li> <li>– sulfato de cálcio (gesso)</li> <li>– óxido de cálcio (cal viva)</li> <li>– hidróxido de cálcio (cal hidratada)</li> </ul>	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{CaHPO}_4$ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ $\text{CaCO}_3$ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ $\text{CaSO}_4$ $\text{CaO}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Mg	<ul style="list-style-type: none"> <li>– carbonato de cálcio e magnésio (dolomita, calcário dolomítico)</li> <li>– sulfato de magnésio heptaidratado (sal amargo)</li> <li>– óxido de magnésio (magnésia)</li> </ul>	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ $\text{MgO}$
S	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sulfato de amônio</li> <li>– sulfato de magnésio heptaidratado (sal amargo)</li> <li>– sulfato de cálcio hidratado (gipsita, gesso)</li> <li>– sulfato duplo de magnésio e potássio</li> <li>– sulfato de cobre pentaidratado</li> </ul>	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Zn	<ul style="list-style-type: none"> <li>– carbonato de zinco</li> <li>– óxido de zinco</li> <li>– sulfato de zinco</li> </ul>	$\text{ZnCO}_3$ $\text{ZnO}$ $\text{ZnSO}_4$
Cu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sulfato de cobre pentaidratado</li> <li>– fosfato de cobre amoniacal</li> <li>– óxido cúprico</li> <li>– óxido cuproso</li> </ul>	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuNH}_4\text{PO}_4$ $\text{CuO}$ $\text{Cu}_2\text{O}$
Fe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– fosfato ferroso amoniacal</li> <li>– sulfato ferroso heptaidratado</li> </ul>	$\text{FeNH}_4\text{PO}_4$ $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tetraborato de sódio decaidratado (bórax)</li> <li>– ácido bórico</li> </ul>	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_3\text{BO}_3$
Mn	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sulfato de manganês tri-hidratado</li> <li>– óxido de manganês</li> </ul>	$\text{MnSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}$
Mo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– molibdato de amônio di-hidratado</li> </ul>	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Cl	<ul style="list-style-type: none"> <li>– cloreto de potássio (geralmente os solos não necessitam de reposição de cloro)</li> </ul>	$\text{KCl}$

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Observando a tabela, pode-se notar que em muitos casos uma mesma substância fornece mais de um elemento essencial. Escolha cinco dessas substâncias e indique os elementos que cada uma delas fornece.

## ENTENDA O CÓDIGO E A COMPOSIÇÃO DOS FERTILIZANTES NPK

Nitrogênio, fósforo e potássio são os elementos de que os vegetais mais necessitam. Por isso, eles são frequentemente adicionados ao solo, na forma de fertilizantes do tipo NPK (nitrogênio-fósforo-potássio).

Há diversos tipos de fertilizantes NPK à venda, com diferentes proporções desses três elementos. A escolha do mais adequado depende do tipo de vegetal e da composição do solo.

As proporções dos elementos são indicadas, nas embalagens dos fertilizantes, por três números escritos após a sigla NPK. Por exemplo, na embalagem de certo fertilizante, lê-se:

NPK 11 – 8 – 8

A composição do fertilizante, também escrita na embalagem, indica o seguinte:

Nitrogênio total (N) .....	11%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	8%
K <sub>2</sub> O .....	8%

Lendo essa composição, somos levados a acreditar que cada 100 g de fertilizante contém 11 g de nitrogênio (N), 8 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 8 g de K<sub>2</sub>O, mas isso não é bem verdade.

Se observarmos a tabela da página anterior, notamos que não são essas as fórmulas das substâncias empregadas nos fertilizantes.

Aliás, nem poderiam ser, pois átomos de nitrogênio não existem isoladamente. O pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) são substâncias altamente reativas e são de manipulação perigosa. Como entender isso tudo?

Na realidade, o que se faz é um cálculo em que se supõe que todo o nitrogênio do fertilizante esteja na forma de átomos isolados, que todo o fósforo esteja na forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e que todo o potássio esteja na forma de K<sub>2</sub>O.

Relembrando o que foi estudado anteriormente e consultando os valores de massas atômicas na tabela periódica, podemos calcular as proporções de massas em que os elementos estão presentes em uma substância química (fórmulas centesimais). Por exemplo, a massa molecular do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> é:

$$2 \times 31 \text{ (massa atômica do fósforo)} + 5 \times 16 \text{ (massa atômica do oxigênio)} = 142$$

Isso significa que em cada 142 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> há 62 g de fósforo (P).

Logo, os 8 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> presentes em cada 100 g do fertilizante em questão (8%) correspondem na realidade a uma quantidade do elemento fósforo igual a  $8 \text{ g de P}_2\text{O}_5 \times (62 \text{ g de P}/142 \text{ g de P}_2\text{O}_5) = 3,5 \text{ g de P}$ .

Ou seja, a porcentagem do elemento fósforo no fertilizante é 3,5%.

A porcentagem do elemento nitrogênio no fertilizante em questão é 11%, pois, nesse caso, o cálculo considera somente um elemento. Assim, 11 g de nitrogênio correspondem a 11 g do elemento nitrogênio.

- Sabendo que a massa atômica do potássio é 39 e a do oxigênio é 16, calcule a porcentagem do elemento potássio (K) no fertilizante exemplificado (NPK 11 – 8 – 8).

## ESCREVENDO CÓDIGOS DE FERTILIZANTES NPK

O salitre, KNO<sub>3</sub>, é utilizado como fertilizante. Vamos ver qual é o código NPK desse fertilizante.

### Cálculo da % de N total

A massa molecular do KNO<sub>3</sub> é:

$$39 \text{ (massa atômica do potássio)} + 14 \text{ (massa atômica do nitrogênio)} + 3 \times 16 \text{ (massa atômica do oxigênio)} = 101.$$

Logo, em cada 100 g de fertilizante há:

$$100 \text{ g} \times (14 \text{ g de N}/101 \text{ g de fertilizante}) = 13,9 \text{ g, que é aproximadamente } 14 \text{ g.}$$

Logo, o fertilizante contém 14% de nitrogênio e assim o código N do fertilizante é 14 (não se podem colocar casas decimais nos códigos).

### Cálculo da % de $K_2O$

Em cada 100 g do salitre há:

$100 \text{ g} \times (39 \text{ g de K} / 101 \text{ g de fertilizante}) = 38,6 \text{ g}$ , que é aproximadamente 39 g de K.

Logo, o fertilizante contém 39% de K, mas o código considera o teor calculado como  $K_2O$ , então mais cálculos devem ser feitos.

A massa molecular do  $K_2O$  é 114 (pois  $2 \times 39 + 16 = 114$ ).

Logo, os 39 g de K correspondem, em  $K_2O$ , a

$39 \text{ g de K} \times (114 \text{ g de } K_2O / 78 \text{ g de K}) = 57 \text{ g}$ .

Portanto, a porcentagem de  $K_2O$  é 57% e o código K do fertilizante é 57.

### Cálculo da % de $P_2O_5$

Como não há o elemento fósforo nesse fertilizante, a porcentagem é zero. Logo, o código P do fertilizante é 0.

Concluindo, o salitre ( $KNO_3$ ) é um fertilizante cujo código é:

**NPK 14 - 0 - 57**

- Faça os cálculos necessários para justificar por que o código da amônia,  $NH_3$ , é:

**NPK 82 - 0 - 0**

## CONSEQUÊNCIAS DO USO INDISCRIMINADO DE ADUBOS NATURAIS E FERTILIZANTES SINTÉTICOS

Para o desenvolvimento dos vegetais não faz diferença se os nutrientes que estão no solo provêm de adubos naturais (esterco, composto orgânico etc.) ou de fertilizantes sintéticos. Caso sejam aplicados nas quantidades necessárias, serão absorvidos pelas plantas e não causarão problemas. Entretanto, se houver aplicação em quantidades superiores às necessárias, além de prejudicar o desenvolvimento das plantações, esse excesso será mais cedo ou mais tarde carregado pelas chuvas até os cursos de águas naturais.

Acontece então a **eutrofização**, um fenômeno marcado pelo rápido crescimento de populações de algas que, dispondo de grandes concentrações de nutrientes, multiplicam-se rapidamente e passam a recobrir superfícies de lagos e rios, diminuindo a entrada de luz na água e, portanto, prejudicando a fotossíntese de vegetais que vivem em profundidades maiores.

Essa é mais uma razão fundamental para conhecer previamente quais são os nutrientes necessários para recompor o solo e quanto de cada um está faltando.



População de algas na represa Tapacurá, São Lourenço da Mata (PE), 2005.

## APLICAR CONHECIMENTOS

1. Enem (2004) O bicho-furão-dos-citros causa prejuízos anuais de US\$ 50 milhões à citricultura brasileira, mas pode ser combatido eficazmente se um certo agrotóxico for aplicado à plantação no momento adequado. É possível determinar esse momento utilizando-se uma armadilha constituída de uma caixinha de papelão que contenha uma pastilha com o feromônio da fêmea e um adesivo para prender o macho. Verificando periodicamente a armadilha, percebe-se a época da chegada do inseto. Uma vantagem do uso dessas armadilhas, tanto do ponto de vista ambiental como do econômico, seria
  - a) otimizar o uso de produtos agrotóxicos.
  - b) diminuir a população de predadores do bicho-furão.
  - c) capturar todos os machos do bicho-furão.
  - d) reduzir a área destinada à plantação de laranjas.
  - e) espantar o bicho-furão das proximidades do pomar.
2. Enem (2010) Um agricultor, buscando o aumento da produtividade de sua lavoura, utilizou o adubo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com alto teor de sais minerais. A irrigação dessa lavoura é feita por canais que são desviados de um rio próximo dela. Após algum tempo, notou-se uma grande mortandade de peixes no rio que abastece os canais, devido à contaminação das águas pelo excesso de adubo usado pelo agricultor.

Que processo biológico pode ter sido provocado na água do rio pelo uso do adubo NPK?

- a) Lixiviação, processo em que ocorre a lavagem do solo, que acaba disponibilizando os nutrientes para a água do rio.
- b) Acidificação, processo em que os sais, ao se dissolverem na água do rio, formam ácidos.
- c) Eutrofização, ocasionada pelo aumento de fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, que resulta na proliferação do fitoplâncton.
- d) Aquecimento, decorrente do aumento de sais dissolvidos na água do rio, que eleva sua temperatura.
- e) Denitrificação, processo em que o excesso de nitrogênio que chega ao rio é disponibilizado para a atmosfera, prejudicando o desenvolvimento dos peixes.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVRO



#### NATUREZA E AGROQUÍMICOS

Este livro demonstra que tudo o que é utilizado para o controle de pragas, de ervas daninhas ou até mesmo para aumentar a produtividade dos campos pode ser nocivo ao ambiente e ao próprio ser humano se não for usado com critério e parcimônia.

BRANCO, Samuel Murgel. *Natureza e agroquímicos*. São Paulo: Moderna, 2003. (Coleção Desafios).

### SITES



#### AVIAÇÃO AGRÍCOLA

O texto do *site* fala sobre as leis relacionadas a essa importante atividade para a indústria agrícola.

Disponível em: <[www.agricultura.gov.br/vegetal/agrotoxicos/aviacao-agricola](http://www.agricultura.gov.br/vegetal/agrotoxicos/aviacao-agricola)>. Acesso em: 3 abr. 2012.



#### EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)

A Embrapa é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sua missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura.

Disponível em: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>. Acesso em: 3 abr. 2012.



#### FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ)

A Fiocruz, vinculada ao Ministério da Saúde, é uma importante instituição de ciência e tecnologia em saúde da América Latina. Busca promover a saúde e o desenvolvimento social, gerar e difundir conhecimento científico e tecnológico e ser um agente da cidadania.

Disponível em: <[www.fiocruz.br](http://www.fiocruz.br)>. Acesso em: 3 abr. 2012.

Você já precisou tirar uma radiografia? Sabe como é realizado um exame de tomografia computadorizada ou de ressonância nuclear magnética? Não acha fascinante a capacidade de enxergar o interior do corpo sem ter de abri-lo? Mas você tem ideia de quais riscos à saúde estão associados a esses exames?

A aplicação de conhecimentos da Física na Medicina tanto permite a obtenção de imagens do interior do corpo para exames diagnósticos como para o tratamento de doenças graves, como o câncer. A radioterapia é um exemplo desse tipo de tratamento.



Haale Dressler/LOOK foto/Lainstock



Stone/UHB Tur/Gettyimages



Fernando Madeira/Dreamstime.com

As aplicações dos raios X na Medicina são estudadas por uma área chamada radiologia. A radiologia diagnóstica é o ramo da radiologia que utiliza equipamentos para produzir imagens usadas pelos especialistas da saúde para estudo e tomada de decisões sobre o tratamento mais adequado ao paciente. Além disso, os raios X também têm outras aplicações, como o exame do interior das bagagens em aeroportos sem a necessidade de abri-las.

Se você tiver em casa radiografias, exames de tomografia ou de ressonância magnética, traga-os nas próximas aulas para ilustrar as discussões.

### PARA REFLETIR I

1. Comente casos em que você ou algum conhecido necessitou tirar uma radiografia. Como a doença ou o ferimento foi diagnosticado e como seu tratamento foi encaminhado?
2. Você sabe dizer como funciona um tratamento de radioterapia? Como a radiação emitida pela máquina destrói os tumores? Essa radiação é sempre benéfica ou representa algum risco à saúde?
3. Pesquise e escreva a diferença entre ultrassonografia, radiografia, tomografia e exame de ressonância magnética. Em que situação cada um desses exames diagnósticos é indicado?

## O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Uma onda é energia em propagação, uma perturbação que se propaga no espaço. As ondas podem ser mecânicas ou eletromagnéticas. As mecânicas, como o som ou as de uma corda, necessitam de um meio material para se propagarem; já as ondas eletromagnéticas, como as micro-ondas, não necessitam de meio material para se propagar.

Os raios X das radiografias, os raios gama empregados nos tratamentos contra o câncer e os raios ultravioleta provenientes do Sol são tipos diferentes de radiação eletromagnética.

Trata-se, na verdade, de ondas eletromagnéticas, como as que são empregadas nas telecomunicações, as que aquecem os alimentos num forno de micro-ondas ou as ondas de calor dos raios infravermelhos. Com certeza, a experiência mais familiar que temos com as ondas eletromagnéticas é a interação da luz com nossos olhos por meio da visão. Logo, a luz também é uma onda eletromagnética.

Todas essas situações cotidianas são manifestações da interação entre as ondas eletromagnéticas com a matéria, como veremos adiante.

### Características das ondas



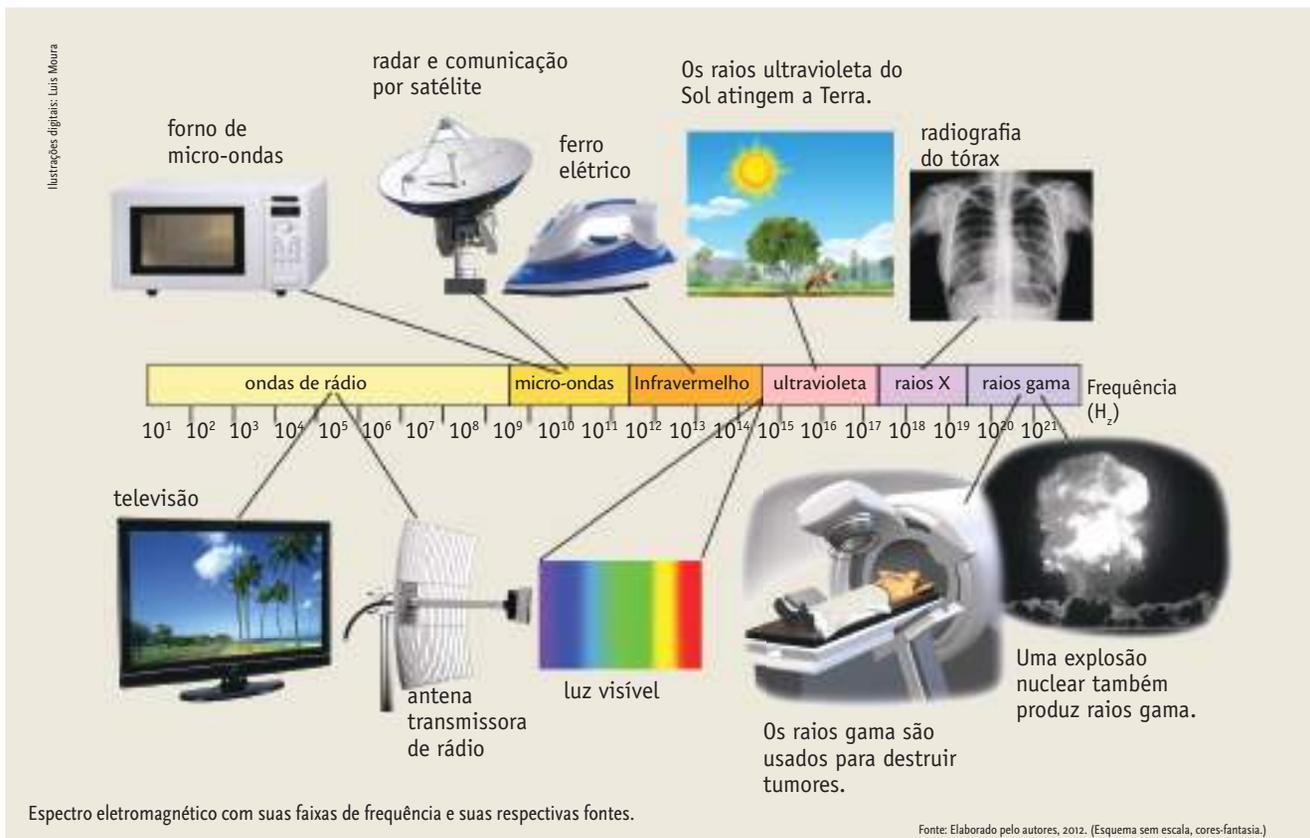
Ilustração digital: Genesio Editorial

- A velocidade de certa onda depende apenas do meio em que ela se propaga.
- A velocidade  $v$  das ondas eletromagnéticas no vácuo é de aproximadamente  $300\,000\text{ km/s} = 3 \times 10^8\text{ m/s}$ .
- A frequência  $f$  de uma onda é definida como o número de oscilações que ela realiza em uma unidade de tempo.
- O comprimento de onda  $\lambda$  é a distância entre dois pontos sucessivos da onda que realizam o mesmo movimento.
- Há uma relação entre o comprimento de onda  $\lambda$ , em metros e sua frequência  $f$ , em hertz:  $v = \lambda \cdot f$ .

### LER IMAGEM

Sendo todas eletromagnéticas, o que diferencia as ondas empregadas na transmissão de rádio das ondas usadas para obter uma radiografia?

Observe as imagens do espectro eletromagnético e converse com os colegas sobre uma possível resposta. Escreva sua hipótese e depois responda às questões a seguir.



- Repare que cada aplicação tecnológica utiliza certo intervalo de frequência de ondas. Observe a tabela a seguir e:
  - localize essas faixas de frequência nela;
  - use a equação da onda ( $v = \lambda \cdot f$ ) e obtenha os comprimentos de onda  $\lambda$  correspondentes às faixas de frequência identificadas; (**Dica:** adote  $v = 3 \cdot 10^8$  m/s)
  - complete a tabela que sintetiza essas informações, especificando também as fontes para cada faixa do espectro.

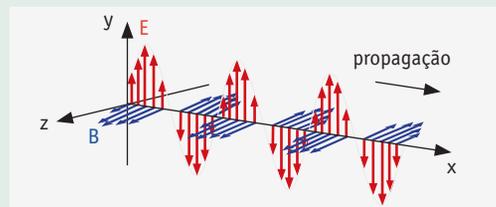
Tipos de onda	Fontes	Faixas de frequência (Hz)	Faixas de comprimento de onda (m)	Objetos detectáveis (dimensões)
Hertzianas		de ____ a ____	de ____ a ____	De edifícios a um repolho (metros)
Micro-ondas		de ____ a ____	de ____ a ____	Insetos (centímetros)
Infravermelho		de ____ a ____	de ____ a ____	Células ( $10^{-5}$ m)
Luz visível		de ____ a ____	de ____ a ____	
Ultravioleta		de ____ a ____	de ____ a ____	Proteínas ( $10^{-7}$ m)
Raios X		de ____ a ____	de ____ a ____	Moléculas e átomos ( $10^{-9}$ m)
Raios gama		de ____ a ____	de ____ a ____	Núcleos e subpartículas ( $10^{-12}$ m)

- Verifique os comprimentos de cada tipo de onda com as dimensões dos objetos que elas detectam. Detectar a onda significa dizer que o objeto é capaz de “perceber” a onda, absorvendo sua energia, como no caso das moléculas de água que são capazes de absorver a energia das micro-ondas do forno, por possuírem um comprimento de onda apropriado. A que conclusão você chegou?
- Objetos minúsculos detectam ondas com altas ou baixas frequências? A dimensão dos objetos e a frequência da onda detectável são grandezas direta ou inversamente proporcionais? E quanto à relação entre a dimensão dos objetos e o comprimento da onda detectável?

### Representação das ondas eletromagnéticas no espaço

As ondas eletromagnéticas são produzidas por cargas elétricas aceleradas. Numa antena emissora de rádio, por exemplo, os elétrons livres da antena são forçados a oscilar para cima e para baixo com certa frequência. Surge então, em volta da antena, um campo magnético variável que, por sua vez, produz, no espaço próximo, outro campo elétrico variável, causando o surgimento de um terceiro e assim sucessivamente. O efeito global disso é uma propagação das ondas eletromagnéticas no espaço, formadas por campos elétricos (E) e magnéticos (B) variáveis e perpendiculares entre si, que se propagam com a velocidade da luz ( $3 \times 10^8$  m/s). Essas ondas transpor-

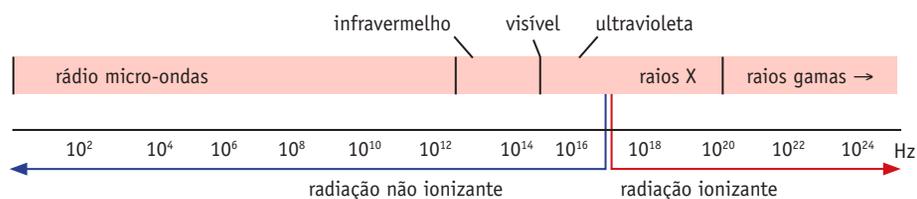
tam as mensagens da emissora, cuja energia é captada pelos rádios receptores que as transformam em corrente elétrica.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

## AS RADIAÇÕES IONIZANTES: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS DE ALTAS ENERGIAS

Podemos dividir o espectro eletromagnético em duas partes: **radiações não ionizantes**, das ondas de rádio até o ultravioleta; e **radiações ionizantes**, compostas pelos raios X e raios gama.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

A energia  $E$  de uma radiação eletromagnética pode ser obtida a partir da **equação de Planck**,

$$E = h \cdot f$$

onde  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , conhecido como **constante de Planck**, e  $f$  é a frequência da radiação, em **Hertz**. Com base nessa equação podemos perceber que a energia da radiação é diretamente proporcional à sua frequência, ou seja, quanto maior a frequência, maior a energia.

Neste capítulo, nos concentraremos nas **radiações ionizantes**. Esse tipo de radiação tem uma energia capaz de arrancar elétrons de átomos ou moléculas, que, por sua vez, passam a ser chamados de íons. Portanto, radiação ionizante é aquela capaz de ionizar átomos ou moléculas.

Observando o esquema da página anterior, percebemos que os raios X começam com frequência próximas a  $10^{17} \text{ Hz}$ . Com a equação de Planck, podemos obter o valor da energia correspondente a essa frequência:  $E = h \cdot f = 6,6 \cdot 10^{-34} \times 10^{17} = 6,6 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ . Portanto, radiações com energias maiores ou iguais a essa são capazes de ionizar átomos e moléculas. Para as radiações ionizantes, é mais prático e comum expressar a energia numa unidade chamada **elétron-volts (eV)**, e  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

- Você seria capaz de converter a energia do raio X calculada de Joules para elétrons--volts? **Dica:** use uma regra de três simples.
- Agora, calcule também o valor da energia para raios gama de  $10^{20} \text{ Hz}$ .

## OS RAIOS X E SUA INTERAÇÃO COM A MATÉRIA

Um médico acostumado a analisar radiografias tem o olhar apurado para identificar lesões, infecções, tumores, fraturas ou outras anormalidades, coisas que nossos olhos leigos dificilmente conseguiriam detectar.



Uma máquina fotográfica capta a luz visível refletida por uma pessoa. Tal processo é diferente de uma radiografia, que é obtida com raios X emitidos por uma fonte e que atravessam o corpo.

Uma fração dos raios X incidentes é absorvida pelos diferentes tecidos do corpo (músculos, ossos, gordura, sangue etc.) e com diferentes intensidades, enquanto o restante atravessa o corpo sem ser desviado. A intensidade da radiação que atravessa o paciente e que consegue atingir a chapa fotográfica produz os contrastes – regiões claras e escuras – formando a imagem do interior do corpo.

A transparência do organismo humano aos raios X varia de acordo com o tecido, e isso se deve, entre outros fatores, à diferença de densidade dos tecidos que constituem o corpo. Tecidos mais densos como os ossos, interagem mais, absorvendo ou espalhando os raios X mais intensamente que os tecidos menos densos, como o sangue ou os músculos.

Densidade de alguns tecidos do corpo e de alguns materiais	
Material	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
Gordura	0,91
Água	1,00
Sangue	1,00
Músculo	1,00
Osso	1,85
BaSO <sub>4</sub>	1,20
Alumínio	2,70
Chumbo	11,34

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

A densidade  $d$  de um material é definida pela relação entre sua massa  $m$  e o volume  $V$  que ela ocupa:  $d = \frac{m}{V}$ . Quanto maior a massa contida numa unidade de volume, maior será a densidade do material. Na tabela acima, podemos verificar que em 1 cm<sup>3</sup> de chumbo há mais massa (11,34 g) que em 1 cm<sup>3</sup> de alumínio (2,70 g). Mas o que isso tem a ver com os raios X?

Quanto mais denso for o meio, mais matéria a radiação encontrará no caminho de sua propagação, tendo mais chances de interagir, transferindo sua energia.

Quanto maior for a energia da onda, maior será o seu poder de penetração em dado meio material. Dependendo da energia dos raios X, eles podem atravessar todo o corpo humano ou ser blindados, bloqueados por materiais mais densos, como chumbo, concreto ou ferro.

### Energia ≠ Intensidade da radiação

A energia da radiação está relacionada à frequência da onda. Já a intensidade da radiação tem a ver com a quantidade de ondas contidas no feixe. Suponha uma situação em que, num dia ensolarado, os raios solares que atravessam a janela de sua sala iluminam uma folha de papel. A folha, totalmente iluminada, se aquece uniformemente, pois a energia das ondas eletromagnéticas do Sol é distribuída por toda sua superfície. Mas, se pegar uma lente convergente e focalizar esses mesmos raios solares num certo ponto do papel, você estará intensificando a radiação naquela região, concentrando toda a energia, que antes estava distribuída,

num único ponto. Como resultado, esse ponto se aquecerá mais que o restante do papel, podendo até pegar fogo.

Resumindo:

Energia → Frequência da onda

Intensidade → Quantidade de ondas no feixe



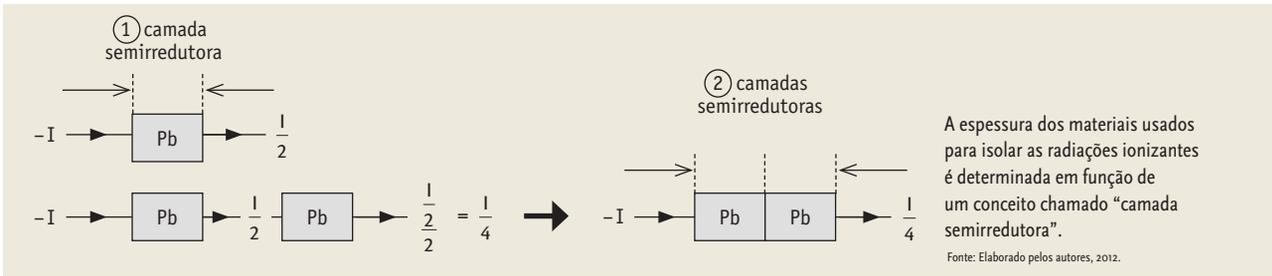
Ilustração digital: Conrado Editorial

É impossível determinar uma espessura que garanta que os raios X ou gama percam toda a sua energia. Entretanto, é possível determinar uma distância de penetração na qual eles têm 50% de chance de interagir. Essa distância é chamada de **camada semirredutora**, que varia conforme o material e o tipo de radiação que incide sobre ele. Por exemplo, a camada semirredutora para raios gama com energia de 0,662 MeV (megaelétron-volt = 10<sup>6</sup>

elétron-volt) é de 0,6 cm para o chumbo, de 3,5 cm para o alumínio e de 8 cm para o tecido humano.

A espessura de um material igual à de uma camada semirredutora reduz a **intensidade da radiação**, que o atravessa à metade.

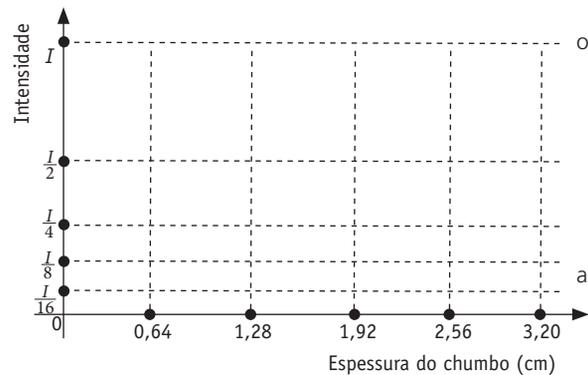
Suponha que um feixe de raios gama com intensidade inicial  $I$  atravesse uma camada semirredutora de chumbo (Pb). A intensidade da radiação que conseguirá atravessar o chumbo, nesse caso, será a metade de  $I$ , ou seja,  $\frac{I}{2}$ . Se aumentarmos a espessura do chumbo para duas camadas semirredutoras, então a intensidade que conseguirá atravessá-la será  $\frac{I}{4}$ . Triplicando a camada semirredutora, a intensidade cai para  $\frac{I}{8}$ , e assim por diante. Repare que a intensidade que atravessa a camada sempre diminui, mas não zera totalmente.



### APLICAR CONHECIMENTOS I

- Utilizando a tabela de densidade, explique como podemos enxergar os ossos dentro do corpo numa radiografia. Por que é difícil diferenciar o sangue dos músculos na radiografia?
- Em alguns exames de imagens do esôfago, do estômago ou dos intestinos, o paciente ingere uma solução à base de  $\text{BaSO}_4$  (sulfato de bário). Veja sua densidade na tabela e explique como isso contribui para a visualização do aparelho digestivo numa radiografia.
- Por que operadores de raios X, dentistas e veterinários usam aventais e luvas de chumbo para se protegerem contra doses excessivas de raios X?
- Qual é a relação entre camada semirredutora e densidade do material?
- Usando a camada semirredutora do chumbo para uma certa intensidade  $I$  da radiação gama citada no texto, monte gráfico ao lado, da intensidade da radiação em função da espessura do chumbo, em centímetros, e responda:

- Qual é a intensidade da radiação que consegue atravessar cinco camadas semirredutoras nesse caso?
- Qual deve ser a espessura de uma parede de chumbo numa sala de radiologia de um hospital, para ser capaz de diminuir intensidade da radiação incidente sobre ela para  $\frac{I}{1024}$ ?
- Essa espessura corresponde a quantas camadas semirredutoras?



## EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE

É mais que sabido que mulheres gestantes devem evitar exames de radiografia, sob risco de prejudicar o desenvolvimento do feto. Além disso, profissionais que lidam com as máquinas de raios X devem usar equipamento de proteção radiológica adequado, para evitar sequelas decorrentes de altas doses de radiação por exposição contínua e sucessiva.

Esses equipamentos devem ser operados por profissionais devidamente capacitados, pois cada tipo de radiografia exige certa intensidade do feixe de raios X. Além disso, esses equipamentos devem passar por manutenções periódicas para garantir a qualidade das imagens e a segurança dos usuários.



A mamografia é capaz de identificar diferentes densidades de tecidos moles na mama, empregando raios X de baixa energia. Com um bom mamógrafo, é possível identificar microcalcificações de 0,1 mm. À esquerda, um exame de mamografia.

A mesma propriedade de interação com a matéria, que permite produzir imagens impressionantes dos órgãos internos do corpo com raios X, apresenta também um considerável risco à saúde, mais especificamente à vida celular. É por isso que os médicos, ao solicitar exames radiológicos, devem levar em consideração os riscos e os benefícios implícitos em cada caso, para não expor o paciente a doses excessivas de radiação sem necessidade.

Nós não somos capazes de perceber a quanta radiação ficamos expostos – ninguém sente absolutamente nada ao tirar uma radiografia. A ação da radiação é microscópica e sua capacidade de afetar as células aumenta de acordo com a dose de radiação recebida. Quanto maior for a dose, maior será o risco.

Nosso corpo tem cerca de 75 trilhões de células. O componente mais importante da célula é o núcleo, onde se situam os cromossomos, formados basicamente por moléculas de **ácido desoxirribonucleico** (ADN ou, em inglês, DNA). A molécula de DNA contém os genes responsáveis pelas informações genéticas ou hereditárias, controlando a reprodução e as funções diárias das células. Uma exposição à radiação ionizante pode matar células e tecidos, levando à morte do organismo ou à indução de mutações em seu material genético.

Algumas dessas mutações podem ocorrer nas células reprodutoras situadas nas gônadas (testículos ou ovários), e resultar em uma transmissão dessas mutações às gerações futuras.

### A tomografia computadorizada

Comparando uma radiografia com uma tomografia, percebemos que na radiografia todos os órgãos são sobrepostos num único plano, dificultando a visualização de detalhes muitas vezes importantes para um diagnóstico mais preciso.

A tomografia (do grego *tomo* = seção, parte, divisão) computadorizada, desenvolvida em 1972, veio solucionar esse problema. Ela permite visualizar com nitidez “fatias” interiores do corpo do paciente com espessura de 10 mm, sem superposições de órgãos adjacentes à região radiografada. Essa técnica consiste em mover, ao mesmo tempo, a fonte de raios X e um conjunto de sensores que captam esses raios em torno do paciente.

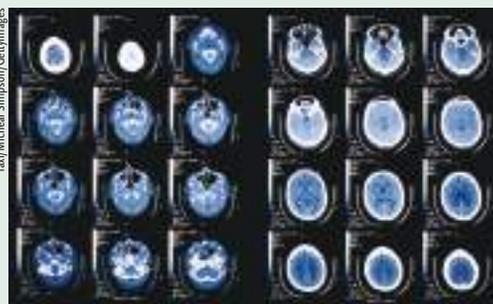
Na câmara tomográfica, o paciente é colocado numa maca, devendo permanecer imóvel enquanto a fonte e os sensores de raios X o circundam nas regiões a serem radiografadas.

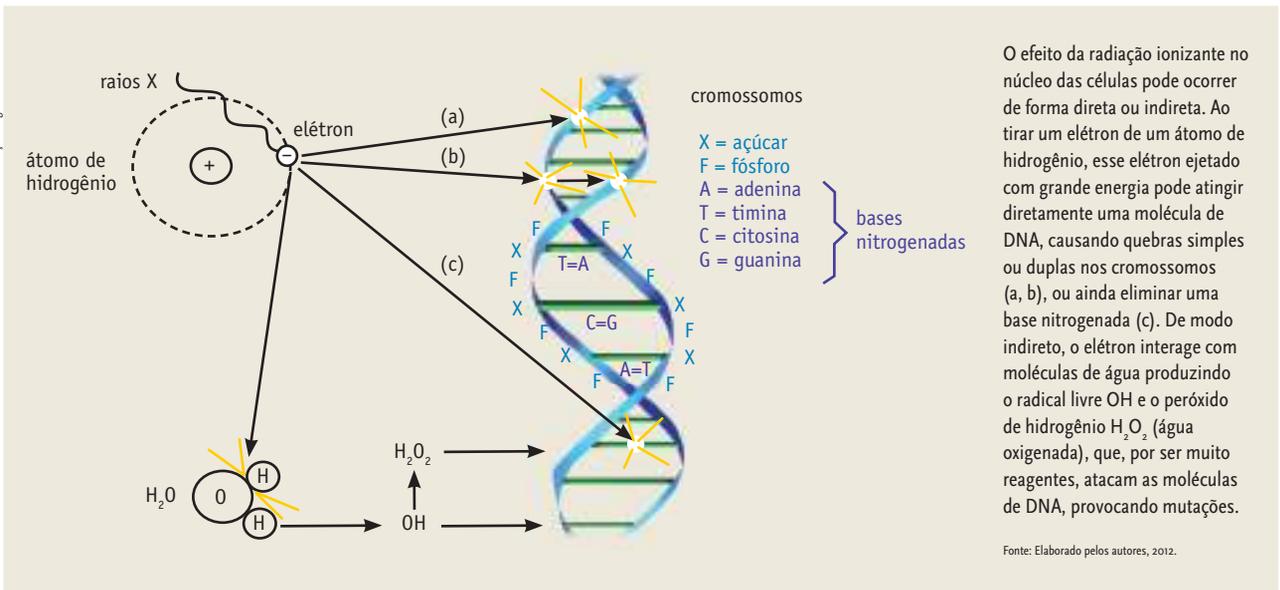
As informações obtidas pelos sensores são enviadas a um computador, que constrói imagens em “corte” da região examinada, como se o paciente tivesse sido fatiado.

3D/Medical.com/Gettyimages



Twitter/Michael Simpson/Gettyimages





O efeito da radiação ionizante no núcleo das células pode ocorrer de forma direta ou indireta. Ao tirar um elétron de um átomo de hidrogênio, esse elétron ejetado com grande energia pode atingir diretamente uma molécula de DNA, causando quebras simples ou duplas nos cromossomos (a, b), ou ainda eliminar uma base nitrogenada (c). De modo indireto, o elétron interage com moléculas de água produzindo o radical livre OH e o peróxido de hidrogênio  $H_2O_2$  (água oxigenada), que, por ser muito reagentes, atacam as moléculas de DNA, provocando mutações.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

**APLICAR CONHECIMENTOS II**

• Encceja (2002) Até 30 anos atrás, eram os dentistas que seguravam o filme de raios X para tirar as radiografias dos dentes de seus pacientes. Hoje em dia, a Organização Mundial da Saúde recomenda que o próprio paciente segure o filme para o exame.

A razão para esta mudança é que a exposição repetida aos raios X aumentava o risco

- a) de o dentista ser contagiado pelo paciente.
- b) de o paciente ser contagiado pelo dentista.
- c) de surgimento de câncer nos dentistas.
- d) de surgimento de câncer nos pacientes.

**PARA REFLETIR II**

1. Pegue uma radiografia e examine-a com atenção. De que parte do corpo foi tirada essa radiografia? O que você consegue ver, de fato, nela? O que significam as regiões claras? E as escuras?
2. Explique por que a visão de raios X do Super-Homem, herói das histórias em quadrinhos, é cientificamente incorreta. **Dica:** Pense em como são produzidas as radiografias.
3. Quais são as diferenças entre uma radiografia e uma fotografia?
4. Como é a sala em que são tiradas as radiografias? Quem opera o aparelho de raios X permanece ao lado do paciente ao tirar a radiografia? Ele usa algum tipo de roupa especial?

**O CÂNCER E A RADIOTERAPIA**

O câncer é definido genericamente como um conjunto de células que perdeu a capacidade de morte programada, conhecida como **apoptose**, por causa de alguma mutação genética.

As células saudáveis de nosso corpo têm um período de vida previamente definido pelo código genético. Milhares de células estão sendo substituídas o tempo todo por novas em decorrência de uma divisão celular conhecida como mitose.

É por meio desse processo que acontece a renovação dos tecidos, regenerações de lesões e o crescimento do indivíduo, no qual as células-filhas são idênticas à célula-mãe,

portando o mesmo código genético. No caso de células cancerosas, a perda da propriedade de apoptose é transmitida geneticamente, resultando no crescimento do tumor, uma vez que essas células não morrem.

O melanoma (câncer de pele) é um dos tumores mais agressivos e capazes de se espalhar pelo corpo (num processo conhecido como **metástase**) pela corrente sanguínea, instalando-se em outros órgãos, como fígado, ossos, cérebro etc. Sua causa mais comum é a excessiva exposição da pele aos raios ultravioleta provenientes do Sol ou de máquinas de bronzamento artificial, em geral desreguladas.

Esse tipo de radiação consegue penetrar em nossa pele até a região da epiderme, onde está a melanina, proteína responsável pela pigmentação, e onde também é estimulada a produção de vitamina D, essencial para a formação e fortificação óssea.

Quando se fala de radiação, também vale a ideia de que a diferença entre o veneno e o remédio é apenas a dose. Portanto, recomenda-se que se evite tomar sol no período das 10 às 16 horas, e, mesmo durante o período adequado, é necessária a utilização de proteção como chapéu, guarda-sol, óculos escuros e filtros solares com fator de proteção solar (FPS) 15 ou mais. O número do FPS representa a fração de radiação solar a que a pele fica submetida. Por exemplo, um filtro solar com FPS 4 faz com que a pele receba  $\frac{1}{4}$  da radiação solar que receberia sem ele.

## TESTE “ABCD” PARA O CÂNCER DE PELE

Ilustrações digitais: Conexão Editorial

A – Assimetria		C – Cor		<p>Uma boa parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol é absorvida pela camada de ozônio, mas a fração que passa pode provocar mutações nos melanócitos, células responsáveis pela pigmentação da pele. Com isso, manchas ou pintas na pele podem evoluir para tumores. O teste ABCD para o câncer de pele ajuda na identificação do tipo de tumor. Ao suspeitar de alguma mancha na pele, deve-se procurar um médico com urgência, pois o melanoma, quando detectado nos estágios iniciais, tem grandes chances de cura.</p>
benigno	maligno	benigno	maligno	
				
simétrico	assimétrico	uniforme	dois ou mais tons	
B – Bordas		D – Diâmetro		
benigno	maligno	benigno	maligno	
				
regulares	irregulares	menor que 6 mm	maior que 6 mm	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

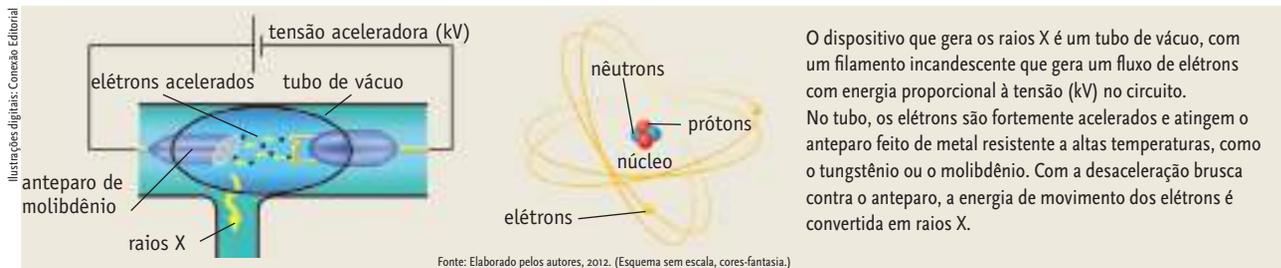
A radioterapia consiste em irradiar as células tumorais com raios X ou raios gama. Programas sofisticados de computador localizam milimetricamente o tumor e determinam a dose certa de radiação a ser aplicada. Assim, os efeitos colaterais são muito menores.

## A ORIGEM DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

Quando uma partícula atômica, como um elétron, se move no vácuo na ausência de forças, sua energia se conserva. Se, porém, ela se choca contra um obstáculo, sua energia se transforma em radiações eletromagnéticas. A frequência da radiação emitida depende da quantidade de energia perdida pela partícula. Quanto maior essa energia, maior a frequência da radiação:  $E = h \cdot f$ .

## A ORIGEM DOS RAIOS X

Os raios X são obtidos por meio de um feixe de elétrons acelerado num tubo de vácuo, vindo a colidir fortemente contra um alvo metálico. Nessa colisão, são emitidos os raios X, cuja energia é proporcional à tensão elétrica que acelerou os elétrons antes da colisão. Para cessar a irradiação, basta desligar a máquina.



O dispositivo que gera os raios X é um tubo de vácuo, com um filamento incandescente que gera um fluxo de elétrons com energia proporcional à tensão (kV) no circuito. No tubo, os elétrons são fortemente acelerados e atingem o anteparo feito de metal resistente a altas temperaturas, como o tungstênio ou o molibdênio. Com a desaceleração brusca contra o anteparo, a energia de movimento dos elétrons é convertida em raios X.

## A ORIGEM DOS RAIOS GAMA

Enquanto os raios X são obtidos de elétrons que colidem fortemente num anteparo, os raios gama são provenientes de núcleos atômicos instáveis, com um excesso de energia que, a qualquer momento, é liberada na forma de radiação. A energia de ligação entre prótons e nêutrons dentro do núcleo é muito maior que a energia na eletrosfera do átomo. Exemplo disso são os efeitos catastróficos causados numa explosão atômica resultante de uma pequena massa de material radioativo. Apenas um quilograma de urânio enriquecido, por exemplo, é capaz de produzir mais energia do que dois milhões de quilogramas de carvão.

### Isótopos e radioisótopos na Medicina

Isótopos são átomos de um mesmo elemento químico (átomos que possuem o mesmo número de prótons), que ocupam a mesma posição na tabela periódica (daí o nome, proveniente do grego *iso* = mesmo, e *topos* = lugar). No entanto, eles têm o número de nêutrons diferente.

Os isótopos radioativos, ou radioisótopos, por serem instáveis e emitir radiações, têm vários usos na Medicina terapêutica e diagnóstica, na indústria, produzindo radiografia de peças metálicas (gamagrafia), e na agricultura, usando traçadores radioativos para estudo do metabolismo de plantas e controle de pragas.

Sabe-se, por exemplo, que qualquer isótopo do iodo é absorvido pelo organismo humano principalmente na tireoide, onde se concentra. Essa glândula, situada no pescoço, libera hormônios responsáveis pelo metabolismo das diversas células do nosso corpo e sua função depende muito da forma como o iodo é por ela absorvido. Uma disfunção na tireoide pode gerar o hipotireoidismo (baixa produção de hormônios) ou hipertireoidismo (excessiva produção hormonal).

O iodo possui 53 prótons em seu núcleo. O isótopo estável do iodo é o iodo-127 (53 prótons + 74 nêutrons). Contudo, o radioisótopo iodo-131 (53 prótons + 78 nêutrons) é usado tanto como traçador radioativo para fins diagnósticos em exames de cintilografia, quando ingerido pelo paciente em pequenas doses, como em tratamento terapêutico para eliminar células malignas da tireoide, quando então são ministradas doses mais robustas e com alta atividade. Passando um detector pela frente do pescoço do paciente, pode-se observar se o iodo foi muito ou pouco absorvido em relação ao padrão normal e como ele se distribui na glândula.

O detector, semelhante ao tomógrafo, capta a radiação emitida na desintegração do iodo-131 concentrado na tireoide e envia sinais elétricos para um computador que produz a imagem cintilográfica, mapeando o funcionamento da tireoide em tempo real.

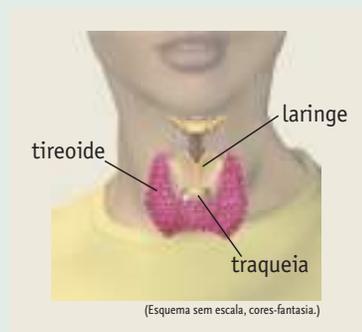


Ilustração digital: Conexão Editorial

Chris Piner/Science Photo Library/latinstock

A radioatividade foi descoberta pelo físico francês Henri Becquerel, em 1896. Em seus estudos, Becquerel verificou que sais de urânio emitiam radiação semelhante aos raios X, impressionando chapas fotográficas. A radioatividade é um processo no qual um núcleo com Z prótons e N nêutrons se transforma em outro núcleo com Z e N diferentes.

Essa transformação é chamada desintegração nuclear, sendo acompanhada por emissão de radiação. Por esse motivo, esses átomos instáveis são chamados radionucleotídeos.

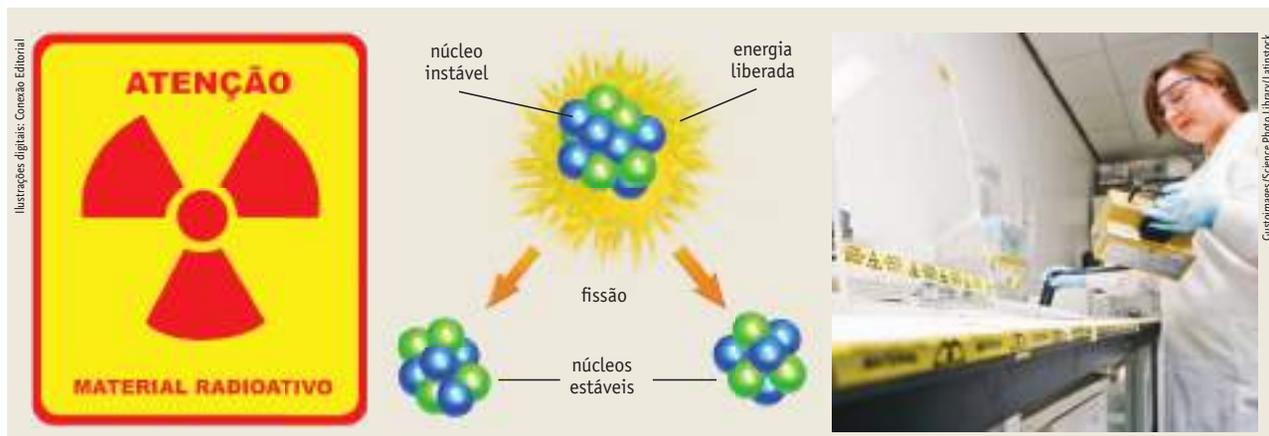
O homem sempre conviveu com a radioatividade. Na superfície terrestre, pode ser detectada energia proveniente de raios cósmicos e da radiação solar. Nas rochas, encontramos elementos radioativos, como o urânio-238, o tório-232 e o rádio-226. Até mesmo em vegetais pode ser detectada radioatividade: o espinafre, a cenoura, a batata e a banana, por exemplo, contêm potássio-40, elemento também encontrado no leite que bebemos.

Nos seres orgânicos em geral (vivos ou mortos), existe o carbono-14. No nosso sangue e nos nossos ossos, portanto, encontram-se potássio-40, carbono-14 e rádio-226.

Nosso corpo é capaz de corrigir as alterações genéticas decorrentes de pequenas doses de radiação natural, mas, quando se juntam a ela doses artificiais de radiação, nossas células começam a correr riscos de não mais conseguir se regenerar.

## A MEIA-VIDA DOS RADIONUCLEOTÍDEOS

É impossível prever quando um núcleo radioativo vai se desintegrar, mas é possível determinar o tempo em que metade de uma amostra radioativa se desintegra. Chamamos esse tempo de **meia-vida física** do material radioativo. O raciocínio para compreender o conceito de meia-vida é exatamente o mesmo usado para o conceito de camada semirredutora, que vimos anteriormente. Por exemplo, a meia-vida do céσιο-137 é de trinta anos. Isso significa que em 2017, trinta anos depois do acidente de Goiânia (GO) – ocorrido em 1987, quando uma pessoa abriu sem saber um recipiente que o continha –, a atividade do céσιο, ou seja, a quantidade de desintegrações do material radioativo terá se reduzido à metade. Em 2047, por sua vez, as desintegrações terão caído para  $\frac{1}{4}$  da quantidade de desintegrações na época do acidente, e assim por diante.



O diagrama ilustra o processo de fissão nuclear. À esquerda, há um símbolo de alerta amarelo com o texto 'ATENÇÃO' no topo e 'MATERIAL RADIOATIVO' na base, contendo o símbolo do trifólio vermelho. À direita, um diagrama mostra um 'núcleo instável' (representado por uma aglomeração de partículas azuis e verdes) que se divide em dois 'núcleos estáveis' e libera 'energia liberada'. O processo é rotulado como 'fissão'. À direita do diagrama, há uma fotografia de uma pessoa em um laboratório manipulando equipamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

Em hospitais, clínicas, universidades, usinas termonucleares, indústrias e centros de pesquisa, pode-se encontrar o símbolo do trifólio, que representa um alerta para material radioativo. Isso significa que no local há substâncias que realizam fissão nuclear, liberando grande quantidade de energia. Os elementos radioativos, entretanto, quando bem manipulados, podem ser muito úteis. Por exemplo, o céσιο-137 e o cobalto-60 são muito utilizados em tratamento de tumores cancerosos ou em bombas usadas na esterilização de insetos nocivos à agricultura.

## GRÁFICO DE MEIA-VIDA

## Materiais necessários

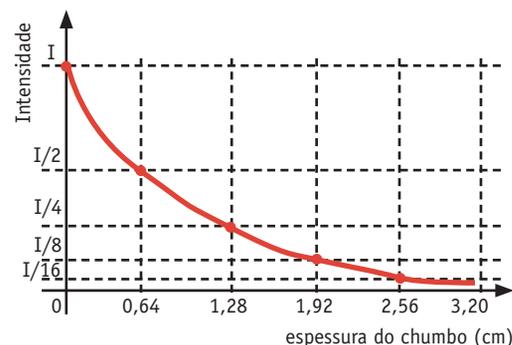
- 100 moedas iguais ou 100 fichas plásticas iguais em que se possam distinguir suas faces (que representarão os átomos do material radioativo)
- papel milimetrado

## Procedimento

1. Jogue as moedas sobre a mesa e separe as que caíram com a cara para cima. Conte as moedas que sobraram.
2. Com as que sobraram, repita o procedimento até completar 10 jogadas ou até acabarem as moedas.
3. Construa uma tabela relacionando o número das jogadas ( $1^a$ ,  $2^a$ ...  $10^a$ ) com a quantidade de moedas restantes a cada jogada. Lembre-se de que, no início, antes da primeira jogada, o número de moedas era 100.
4. No papel milimetrado, monte um gráfico colocando, no eixo  $x$ , o número de jogadas e, no eixo  $y$ , a quantidade de moedas que restaram a cada jogada.

Agora, responda às questões propostas a seguir.

1. Compare o gráfico montado com o gráfico da camada semirredutora ao lado. Tratam-se de gráficos semelhantes ou muito diferentes?
2. A partir do conceito de meia-vida descrito no texto, o que significa, nesta analogia, o número de jogadas e o número de moedas restantes a cada jogada?
3. Qual é a meia-vida de sua “amostra de moedas radioativas”? Compare com os dados obtidos pelos colegas. **Dica:** Veja no gráfico o número de jogadas necessárias para restar metade da quantidade de moedas original.



## IRRADIAÇÃO E CONTAMINAÇÃO

**Irradiação** é a exposição de um objeto ou um corpo à radiação, o que pode ocorrer a distância, sem necessidade de contato. Na teleterapia, por exemplo, o câncer é irradiado a partir de uma fonte de cobalto-60 hermeticamente fechada e blindada num cabeçote de proteção feito de chumbo e aço inoxidável, para impedir a passagem de radiação. No momento da utilização, a fonte é deslocada de sua posição “segura” para a frente de um orifício, que permite a passagem de um feixe de radiação concentrado sobre a região a ser “tratada” ou irradiada. Após o uso, a fonte é recolhida novamente para a posição “segura”.

**Contaminação**, radioativa ou não, caracteriza-se pela presença indesejável de um material em um local onde não deveria estar. No caso de materiais radioativos, a contaminação gera irradiações. Descontaminar um local significa retirar dali o material contaminante. Sem ele, o lugar não apresentará irradiação, nem ficará radioativo.

Portanto, irradiação não contamina, mas contaminação irradia.

**Tecnólogo em radiologia**

Esse profissional responde pela operação de diversos equipamentos de diagnóstico por imagem. As imagens podem ser usadas na área médica, industrial e de engenharia. Na Medicina, em exames de raios X ou de ressonância magnética, ajudam a identificar alterações e patologias em órgãos internos do corpo humano. Nos ramos da Engenharia, o trabalho do tecnólogo é identificar, localizar e corrigir defeitos em estruturas metálicas e tubulações ou na fuselagem de aeronaves por meio de aparelhos rastreadores. Em indústrias farmacêutica e alimentícia, esse profissional atua com físicos e engenheiros de alimentos na

operação de fontes radioativas empregadas na esterilização de medicamentos e alimentos. Pode também realizar pesquisas para melhorar a qualidade das imagens e a segurança dos aparelhos.

**Formação escolar exigida:** Curso técnico (em média 3 anos e meio).

**Área de atuação:** Esse profissional pode atuar em hospitais, clínicas e laboratórios, operando equipamentos de diagnóstico por imagem e cuidando do controle de qualidade dessas imagens. Pode também atuar em setores de vendas de equipamentos ou em radiologia veterinária. Se desejar, pode completar sua formação em ramos da engenharia.

**A Ressonância Nuclear Magnética (RNM)**

Trata-se de outro tipo de exame médico por imageamento dos tecidos internos do corpo, desenvolvido a partir de 1983. A RNM não usa radiação ionizante, mas sim ondas de rádio, não oferecendo, portanto, qualquer risco à saúde.

O paciente é colocado no interior de um campo magnético muito intenso, capaz de alinhar todos os núcleos dos átomos de hidrogênio do corpo, como se fossem ponteiros de uma bússola. Uma onda eletromagnética da faixa das ondas de rádio provoca um tipo de vibração nesses átomos de hidrogênio, fazendo-os vibrar na mesma frequência das ondas emitidas. Essa ressonância dos núcleos do hidrogênio é captada por sensores em volta do paciente, produzindo sinais elétricos que são processados por um programa de computador e imagens semelhantes às da tomografia computadorizada.

Assim como a tomografia de raios X, a RNM produz imagens de qualquer plano ("fatias") do corpo. Contudo, quando comparadas em geral as imagens de ressonância magnética oferecem mais nitidez e contraste.

A RNM permite enxergar a circulação sanguínea dentro do crânio, a medula espinhal e suas raízes nervosas no interior da coluna vertebral, ou ainda as cartilagens, os músculos e os tendões dentro do sistema esquelético.

Por seu princípio de funcionamento, esse exame tem uma limitação: ele só pode ser utilizado para avaliar lesões em tecidos que possuam água em sua composição. Os ossos não podem ser examinados por esse exame, pois têm muito pouca água, não vibram e aparecem na imagem do computador como uma mancha escura. A grande nitidez dos tecidos moles se deve ao fato de o hidrogênio ser o elemento químico mais abundante no organismo, por fazer parte da molécula de água, que constitui cerca de 75% do nosso corpo.

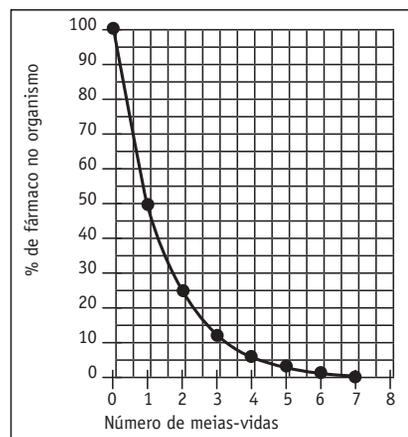
Outra limitação desse exame é que pessoas que possuem próteses metálicas sensíveis a campos magnéticos, marca-passos, cliques cirúrgicos, aparelhos de audição etc. não podem realizá-lo, pois esses elementos seriam bruscamente arrancados do corpo da pessoa, atraídos pelo forte campo magnético produzido no interior da cavidade.



**APLICAR CONHECIMENTOS III**

- Enem (2007) A duração do efeito de alguns fármacos está relacionada à sua meia-vida, tempo necessário para que a quantidade original de fármaco no organismo se reduza à metade. A cada intervalo de tempo correspondente a uma meia-vida, a quantidade de fármaco existente no organismo no final do intervalo é igual a 50% da quantidade no início desse intervalo. O gráfico a seguir representa, de forma genérica, o que acontece com a quantidade de fármaco no organismo humano ao longo do tempo. A meia-vida do antibiótico amoxicilina é de 1 hora. Assim, se uma dose desse antibiótico for injetada às 12 horas em um paciente, o percentual dessa dose que restará em seu organismo às 13h30 será aproximadamente de:

- a) 10%
- b) 15%
- c) 25%
- d) 35%
- e) 50%



Fonte: FUCHS, Flávio Danni; WANNMACHER, Lenita. *Farmacologia clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. p. 40.

Ilustração digital: Planeta Terra Design

Como seria a sua cidade ideal? O que é para você uma boa cidade para se viver? No século XXI assistimos a um grande crescimento de muitas cidades brasileiras. Isso cria novas necessidades e coloca o desafio de oferecer condições adequadas de vida para uma grande população. Para começar a estudar o tema, vamos compreender o que significa ser um município saudável.

## MUNICÍPIOS E COMUNIDADES SAUDÁVEIS

O movimento Municípios e Comunidades Saudáveis (MCS) tem o objetivo de unir o poder público (prefeitura, secretaria de saúde, de transportes, de obras etc.), as lideranças locais e a população para pensar sobre como todos gostariam de que fosse a cidade onde vivem, planejar a conservação do que ela tem de bom e solucionar seus problemas.

Resumindo, um município saudável segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) é aquele que investe para melhorar de modo contínuo o seu ambiente físico e social, com a participação ativa da comunidade.

Com base nesse conceito, a OMS lançou, em 1980, uma proposta mundial de **Cidades Saudáveis**. Atualmente, mais de mil cidades em dezenas de países europeus participam do movimento. Na América Latina, essa proposta ganhou força a partir dos anos 1990, com o nome de MCS. Hoje essa proposta já vem sendo implantada em mais da metade dos países latino-americanos, inclusive no Brasil.



Toronto, Canadá, 2008.

Inicialmente, a proposta de cidades saudáveis foi colocada em prática na cidade de Toronto (Canadá), depois migrou para outras cidades do país e, posteriormente, para a Austrália e o continente europeu.

## Cidades saudáveis

Para a OMS, um município se torna saudável quando seus líderes políticos, organizações locais e cidadãos comprometem-se e iniciam o processo de melhorar contínua e progressivamente as condições de saúde e a qualidade de vida dos habitantes do local. Assim, por meio de discussões entre a sociedade e os dirigentes, são criadas iniciativas sustentáveis e parcerias entre as cidades (o que é denominado de “rede de cidades”), além de políticas públicas visando à promoção de saúde em cada região.

Cada cidade deve elaborar um projeto próprio, que irá complementar o sistema público de saúde, mas não substituí-lo. Cada plano de trabalho deve ter ações intersetoriais que incluam melhoria do meio ambiente (como qualidade do ar e saneamento básico, no caso das regiões urbanas); desenvolvimento de serviços de saúde nas áreas carentes e controle e prevenção de doenças específicas da região. “A OMS age como uma fonte de recursos técnicos e de informações, promovendo o uso de metodologias, de instrumentos e de capacitação para o desenvolvimento das propostas do movimento”, explica Marylin Rice, consultora regional de municípios da Opas de Washington (EUA).



Moradores de rua mostram desequilíbrio social.

RIGHETTI, Sabine. Condições ambientais e bem-estar social são fatores que influenciam a saúde da população. *Ciência Cultura*. São Paulo, n. 2, 2004. v. 56. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252004000200004&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252004000200004&script=sci_arttext)>. Acesso em: 22 fev. 2012.

1. Por que a proposta da OMS afirma que uma cidade só se torna mais saudável quando o plano de trabalho é pensado pelos líderes políticos, pelas organizações locais e pelos cidadãos do município ou da comunidade?  
.....  
.....
2. Quais são as principais ações que devem estar presentes em um plano de trabalho?  
.....  
.....
3. Justifique por que a proposta da OMS considera que os governantes junto com a comunidade devem primeiramente olhar para a sua realidade física e social e só depois fazer o planejamento de iniciativas que construam municípios e comunidades saudáveis.  
.....  
.....
4. Espera-se que o conceito de saudável seja o mesmo em todas as cidades em que a proposta da OMS esteja implementada? Justifique.  
.....  
.....
5. Leia na tabela a seguir o que a rede de municípios de alguns países latino-americanos elegeram como iniciativa para alcançar um padrão mais saudável:

PADRÃO SUSTENTÁVEL	
País	Iniciativa
Peru	Formação de comitê para lidar com os efeitos causados pelo El Niño.
Costa Rica	Limpeza das cidades e aumento da coleta de lixo reciclável.
Cuba	Conscientização para o consumo de alimentos saudáveis.
Colômbia	Campanhas pela redução do consumo de álcool e contra o porte de armas.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Você diria que essas iniciativas estão coincidindo com a proposta da OMS? Justifique.

6. A definição de saúde presente na lei do SUS diz que “a saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer, o acesso aos bens e serviços essenciais”. Levando em conta os fatores apresentados a seguir, escreva algumas iniciativas que seu município poderia desenvolver em relação a cada um dos aspectos abaixo para se tornar mais saudável.

- alimentação;
- moradia;
- saneamento básico;
- meio ambiente;
- trabalho;
- renda;
- educação;
- transporte;
- lazer;
- acesso aos bens;
- acesso aos serviços essenciais.

## PROMOÇÃO DA SAÚDE

Um dos principais objetivos de um município ou uma comunidade para se tornar saudável é a promoção da saúde da população. Mas o que entendemos disso? Estamos falando apenas de evitar doenças?

Não. Na verdade, quando falamos de promoção da saúde, temos de pensar em vários fatores que afetam e muitas vezes determinam a saúde das pessoas e de suas comunidades, como: condições de vida e de trabalho (renda, grau de instrução, educação, tipo de trabalho, hábitos alimentares, ambiente físico, políticas públicas etc.); condições de lazer (existência de locais de lazer e eventos adequados para as diversas faixas etárias); estrutura de suporte psicossocial (grupos e comunidades de autocuidado, redes familiares e sociais de apoio para diferentes grupos sociais, como crianças, adolescentes, gestantes, idosos etc.) e outros.

Para avaliar como andam esses fatores em uma comunidade, nada melhor que as próprias pessoas que a formam. A estratégia do movimento MCS parte do princípio de que, para alcançar um estado adequado de bem-estar físico, mental e social, cada um de nós deve ser capaz de analisar o local onde vive, perceber suas necessidades e atuar de forma a promover mudanças, com o apoio da prefeitura, das secretarias e das demais lideranças.

A participação comunitária é o que garante o sucesso e a longa duração dos projetos de MCS. Sem essa participação, as ações planejadas e realizadas muitas vezes não são exatamente aquelas que as pessoas precisam. Ou também, quando ocorre troca de prefeito, em geral mudam-se as prioridades e muitas ações em andamento deixam de acontecer. Mas, se

os indivíduos estão envolvidos com as necessidades do município e há participação social, as ações são escolhidas por quem será beneficiado e, mesmo que mude o governo, a comunidade pode exigir da nova administração que execute o plano já pensado.

Segundo a definição encontrada na *Carta de Ottawa para a Promoção da Saúde* (de 1986), “a promoção da saúde consiste em capacitar a população para melhorar as suas condições de saúde e aumentar o seu controle sobre elas”. Ou seja, nós mesmos somos os responsáveis por promover a saúde de nossa comunidade ou município. Para isso, temos de nos organizar e fazer alianças com o poder público.

## A ÁGUA E A SAÚDE

A água tem papel fundamental na nossa saúde e de toda a população. Pense no seu dia a dia: quantas coisas você faz que utilizam água? Além de o nosso corpo precisar que tomemos água diariamente, nós a utilizamos no preparo de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na limpeza do local onde vivemos, nos processos industriais e nas atividades de lazer. A água garante a saúde física, mental e social.

Infelizmente, nem todas as pessoas têm acesso à água, e muitas têm acesso a uma água imprópria para o consumo. Ela pode, portanto, gerar impactos positivos ou negativos na saúde de uma população, de acordo com sua quantidade ou qualidade.

Dados do IBGE (2008) demonstram que, no Brasil, 22,4% dos domicílios não contam com rede de distribuição de água. São quase dez milhões de casas que não recebem água tratada, o que obriga seus moradores a buscá-la em poços, açudes ou outros locais, nem sempre fontes adequadas ao consumo. Essa realidade gera diversas doenças e outros agravos, contribuindo negativamente para a saúde da população.

A ausência de tratamento de esgotos também é outro fator que prejudica muito a saúde dos brasileiros, pois, entre outras coisas, aumenta a poluição da água que depois será consumida. Mais da metade dos domicílios no Brasil não dispõe de uma forma satisfatória de tratamento de esgoto, o que impacta negativamente a saúde das pessoas e o meio ambiente.

Segundo dados do SUS, estima-se que, anualmente, ocorram cerca de 700 mil interações hospitalares relacionadas com a água e a falta de saneamento básico. E o que podemos fazer para mudar esse quadro? Conhecer a realidade da região onde vivemos, organizar discussões comunitárias sobre a questão do abastecimento de água e do saneamento básico, participar dos Conselhos de Saúde do município e reivindicar que as autoridades políticas alterem essa situação são algumas das possíveis soluções.



Maurício Simionetti/Pulsar Imagens

### Irrigação de horta em Mogi das Cruzes (SP), em agosto de 1989.

A água é o principal recurso para a produção de alimentos. O uso de água de boa qualidade na agricultura atua positivamente na saúde de todos os seres vivos.



Ricardo Azeite/Pulsar Imagens

### Mulheres sertanejas com lata de água na cabeça, em Ouricuri (PE), em 2004.

A má distribuição de água contribui negativamente para a saúde de milhares de brasileiros. Quem não tem acesso à água em seu domicílio precisa se deslocar diariamente para obter esse importante recurso natural.

## PARA REFLETIR I

1. Se considerarmos os meios de contato do ser humano com a água, podemos dividir as doenças relacionadas a ela em quatro grandes grupos. Veja:

Grupos	Exemplos
Doenças de veiculação hídrica	Cólera, febre tifoide, diarreia aguda, hepatite infecciosa, amebíase, giardíase e doenças relacionadas a contaminantes radioativos e químicos
Doenças cujos vetores se relacionam com a água	Malária, dengue, febre amarela, xistose (esquistossomose) e filariose
Doenças relacionadas à falta ou ao mau uso da água	Tracoma, escabiose, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose e verminoses intestinais (tricuríase, enterobíase, ancilostomíase e ascaridíase)

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Verifique no posto de saúde da região onde você mora quais dessas doenças ocorrem na sua comunidade e anote-as.

2. Em posse desses dados, debata com seus colegas uma possível solução para cada uma dessas doenças.
3. Pesquise dados estatísticos de sua região e do Brasil sobre as seguintes doenças: diarreia aguda, dengue, esquistossomose e verminoses. Em seguida, com seus colegas, montem um gráfico de barras e comparem a situação da região com a do país.
4. Montem um jornal com toda a turma para falar da relação entre a saúde e a água. Escolham um nome para a publicação e dividam-se para escrever as seguintes matérias:
  - a relação entre água, saúde e doenças;
  - a oferta de água em nossa região;
  - benefícios da água para a promoção de nossa saúde;
  - principais doenças relacionadas à água que ocorrem em nossa região;
  - o que podemos fazer para melhorar nossa situação local, regional e do país?

Não se esqueça de que os textos de um jornal devem ser interessantes e fáceis de ler, além de conter informações pesquisadas em fontes confiáveis.

5. A lei do SUS (Lei nº 8.080) prevê que em todos os municípios existam Conselhos Municipais de Saúde com a participação de pessoas da comunidade. Pesquise na lei quais são as atribuições desse Conselho.
6. Caso você participasse do Conselho de Saúde de seu município, quais discussões você colocaria em pauta?
7. O que muda em uma cidade que passa a distribuir água e a coletar e tratar o esgoto de seus domicílios?

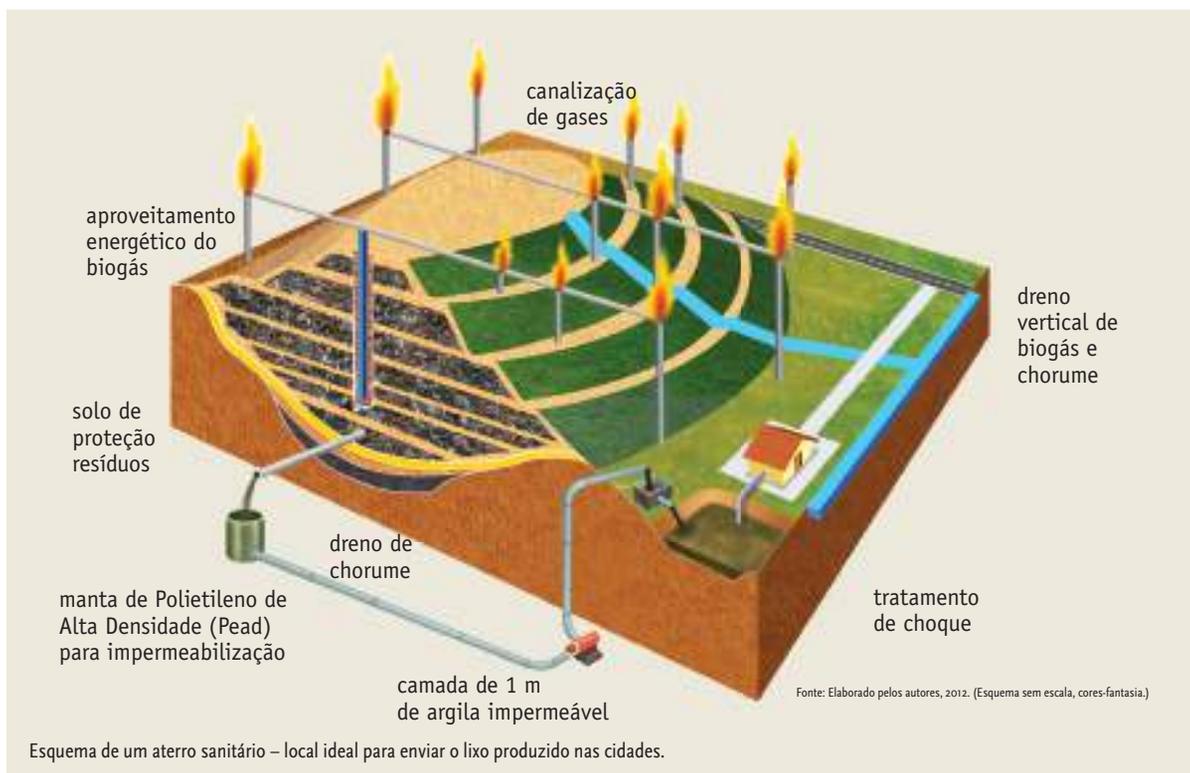
## LIXO: OUTRO DESAFIO PARA UMA CIDADE SAUDÁVEL

Para onde vai o lixo que produzimos em nossas casas? Você já parou para pensar nisso? O correto seria que todo o lixo produzido fosse enviado a um aterro sanitário – que é um terreno preparado para recebê-lo sem contaminar o meio ambiente.

Infelizmente, no Brasil, mais da metade do lixo produzido não vai para aterros sanitários (dados do IBGE, *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, 2008, p. 60). E para onde vai todo esse lixo? Para os depósitos, também chamados de lixões, onde os resíduos se acumulam e apodrecem sem nenhum tratamento.

Esses lixões causam a poluição do solo, da água que bebemos e do ar, sem contar que permitem a proliferação de muitos seres vivos que causam doenças ao ser humano. Os lixões trazem ainda mais um problema: são a forma de sustento de uma população desempregada, que corre grande risco de se machucar e adquirir doenças no contato com todo tipo de lixo.

Nesse caso, não adianta “jogar o lixo para debaixo do tapete”! Descobrir para onde está sendo levado o lixo da sua rua, denunciar lixões clandestinos aos órgãos de controle ambiental e pressionar o prefeito e os vereadores para construir aterros sanitários são atitudes que qualquer cidadão pode e deve tomar para a saúde de sua cidade e de sua família.



## PARA REFLETIR II

1. Cite três vantagens de se jogar o lixo em um aterro sanitário em vez de em um lixão.
2. Está correto dizer que os micro-organismos se alimentam de lixo? Justifique.
3. Geralmente associamos os micro-organismos – principalmente as bactérias – às doenças. Mas apenas 2% deles são agentes causadores de doenças. A maioria dos micro-organismos é benéfica aos seres vivos. Retomando tudo que você aprendeu até agora sobre esse assunto, faça uma pesquisa sobre os benefícios que os micro-organismos podem trazer aos seres humanos.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### SITE



#### ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE (OPAS)

Além de diversas informações relativas à área de saúde geral, o *site* apresenta um *link* sobre promoção de saúde, no qual temas, como ambientes saudáveis, desenvolvimento humano e sustentável, municípios saudáveis, participação comunitária e outros assuntos podem ser aprofundados

Disponível em: <[www.opas.org.br](http://www.opas.org.br)>. Acesso em: 22 fev. 2012.

### FILME



#### NARRADORES DE JAVÉ

O filme – rodado em Gameleira da Lapa, cidade do interior da Bahia – conta a história de um povoado ameaçado de ter as suas terras inundadas pela chegada das águas de uma represa. A comunidade desse povoado, chamado Javé, se reúne para tentar contar a história da cidade, escrita por Antônio Biá (José Dumont), para transformá-lo em patrimônio histórico, para que não possa ser inundado. Com muito bom humor, o filme mostra a importância da participação comunitária e ajuda a refletir sobre mobilização e formas de coletivizar as decisões.

Direção de Eliane Caffé. Brasil, 2003, 100 min.

Descobertas e invenções  
de substâncias, misturas e  
transformações químicas

Neste capítulo, vamos estudar aspectos históricos sobre descobertas e invenções relacionadas à Química que modificaram bastante o modo de vida das pessoas, de maneira que é hoje difícil imaginar como seria possível viver sem elas. Por exemplo, você já imaginou como seriam os meios de transporte se não houvesse pneus? Como se produzia fogo antes da invenção dos fósforos? Como seriam os registros de fatos se a fotografia não tivesse sido inventada? Você já pensou como seria submeter-se a uma cirurgia ou a um tratamento odontológico sem anestesia?



Você já imaginou como seriam as nossas vidas sem os objetos de plástico e metal que usamos em nosso dia a dia?

Evidentemente, seria impossível tratar em um único livro dos aspectos históricos relacionados a todas as substâncias e misturas que fazem parte de nossa vida. Por isso, neste capítulo, serão abordados apenas alguns exemplos, mas que darão uma boa ideia de como era o modo de pensar no contexto social de diferentes épocas.

## DESCOBERTA OU INVENÇÃO?

No decorrer de sua história no planeta Terra, o ser humano conseguiu sobreviver em ambientes hostis. Certamente, esse fato está relacionado às **descobertas** e às **invenções** que lhe permitiram se defender de seus inimigos naturais, abrigar-se do frio e das chuvas e obter alimento.

Assim, por exemplo, o ser humano, durante esse tempo, conseguiu desde selecionar, entre os alimentos disponíveis na natureza, quais poderia ingerir sem problemas e quais eram venenosos ou provocavam mal-estar, até produzir máquinas que modificaram completamente seu modo de vida, como a máquina a vapor.

Você acha que o ser humano descobriu ou inventou a máquina a vapor? Descobriu ou inventou os alimentos que não lhe eram tóxicos?

Embora muitas vezes sejam confundidos, os termos “descoberta” e “invenção” têm significados diferentes, ainda que uma descoberta possa ser feita a partir de uma invenção e vice-versa. Fala-se em **descoberta** quando se observa e se controla algo que já existia, mas não se sabia dessa existência; fala-se em **invenção** quando algo novo é criado, diferente daquilo que existia. Assim, por exemplo, o ser humano **descobriu** e aprendeu a controlar o fogo, mas **inventou** dispositivos que pudessem provocá-lo, como os fósforos de segurança.

Você já descobriu algo? Inventou algo? Relate para seus colegas.

Muitas descobertas e invenções foram feitas de forma intencional a partir de observações cuidadosas, buscando-se encontrar respostas a questões previamente levantadas. Outras ocorreram por puro acaso, ou seja, foram totalmente acidentais. Outras ainda ocorreram da forma que alguns autores chamam de “serendipidade”, palavra ainda não incorporada à Língua Portuguesa, que vem do termo inglês *serendipity* e indica uma situação na qual alguém encontra algo diferente daquilo que estava procurando descobrir ou inventar.

Algumas descobertas e invenções com essas características serão apresentadas a seguir.

## CHARLES GOODYEAR E A VULCANIZAÇÃO DA BORRACHA

A borracha natural é uma espécie de goma mole e pegajosa quando está em temperaturas mais altas, e dura e quebradiça, quando em temperaturas baixas. Ela se forma espontaneamente quando a seiva, chamada de **látex**, é expelida pela seringueira (*Hevea brasiliensis*), uma árvore nativa da Amazônia.

Esse material já era conhecido pelos povos indígenas sul-americanos antes da chegada à América da expedição comandada por Cristóvão Colombo, em 1492. Com essa borracha, os indígenas produziam bolas que utilizavam em jogos e brincadeiras.

Os exploradores espanhóis levaram para a Europa certa quantidade dessa goma, que, por muito tempo, mostrou-se inútil, até que Joseph Priestley (1733-1804), um dos descobridores do oxigênio, observou que a borracha servia para apagar marcas de lápis, na época bem diferentes dos de hoje. Surgiu daí a nossa conhecida borracha de apagar.

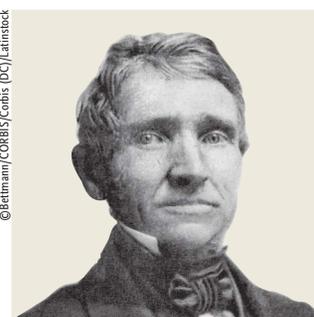
O estadunidense Charles Goodyear fez, entre 1830 e 1839, várias pesquisas para descobrir uma maneira de tratar a borracha para que ela resistisse a variações de temperatura, pois ela ficava dura e quebradiça nos dias frios e mole nos dias quentes.

Depois de inúmeras tentativas, fazendo diversas misturas e testando diversos procedimentos, o acaso acabou ajudando Goodyear: uma porção de uma mistura, de borracha com enxofre, caiu acidentalmente em um fogão quente. Ele notou que a borracha não derreteu, ficando apenas chamuscada. Levou esse material para o frio intenso que fazia fora da casa e viu que não ficou rígido e quebradiço.



Delfim Martins/Pulsar Imagens

Extração do látex da seringueira, que é a fonte natural da borracha, em Xapuri (AC), em junho de 2008.



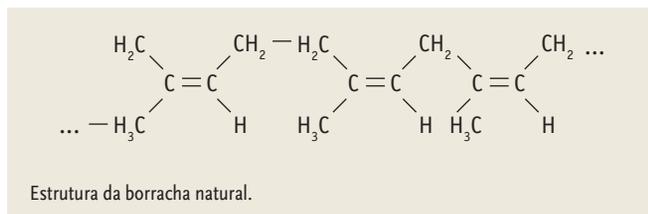
@Betmann/CORBIS/Cobis (DC)/Latinstock

Charles Goodyear (1800-1860).

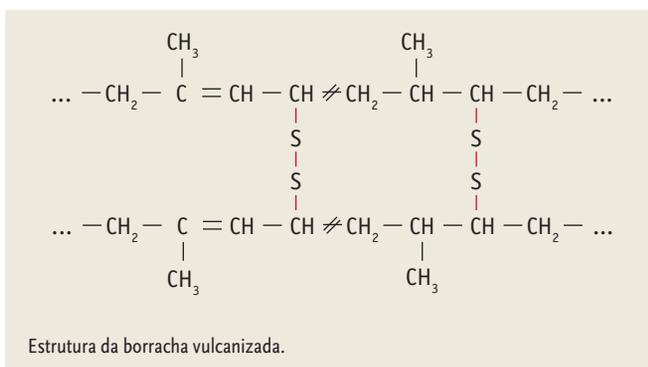
A partir daí, tudo ficou mais fácil: foi só descobrir qual era a temperatura e o tempo de aquecimento ideais para obter a melhor qualidade possível para a borracha. Em homenagem ao deus mitológico do fogo, Volcano, Charles Goodyear chamou esse processo de **vulcanização**.

## QUE A VULCANIZAÇÃO FAZ NA ESTRUTURA DA BORRACHA?

A borracha natural é um polímero, ou seja, uma grande molécula formada por longas cadeias de átomos, cuja estrutura é representada a seguir.



Com o aquecimento da mistura da borracha com enxofre (S), átomos desse elemento se intercalam entre as cadeias de átomos que formam a borracha natural, unindo-as, tornando a borracha mais estável, de modo que fique rígida o suficiente para não amolecer no verão e mole o suficiente para não enrijecer no inverno. A figura a seguir mostra a estrutura da borracha vulcanizada.

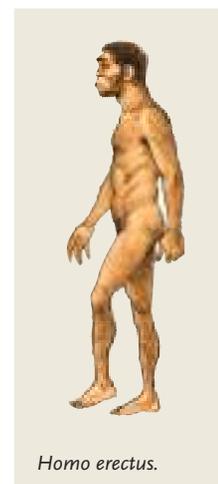


Atualmente, a maior parte da borracha utilizada no mundo é sintetizada a partir de derivados de petróleo e vulcanizada por aquecimento com enxofre.

## DESCOBERTAS E INVENÇÕES SOBRE A ARTE DE FAZER FOGO: DAS PEDRAS AOS FÓSFOROS

O uso do fogo pelo ser humano vem de 500 mil anos atrás, época em que viveu um de nossos ancestrais: o *Homo erectus*.

Entretanto, durante muito tempo, o ser humano apenas soube como utilizar o fogo produzido pela natureza. Foi só por volta de 12000 a.C. que ele conseguiu criar formas de produzi-lo atritando pedras: as faíscas geradas pelo atrito caíam sobre folhas e gravetos secos fazendo-os incendiar-se. Com isso, era possível acender, além de fogueiras, lamparinas primitivas feitas com pedras ou conchas, empregando como combustíveis óleo e gordura animal e pavios feitos com fibras vegetais.



Por volta de 8000 a.C., surgiu um novo procedimento para fazer fogo: o movimento giratório de uma haste de madeira em um entalhe também feito de madeira (fornalha) com folhas, gravetos ou serragem secos: o calor gerado pelo atrito fazia a serragem, as folhas e os gravetos se inflamarem. Esse método de fazer fogo ainda é utilizado por certos povos primitivos e até o século XIX era utilizado em diversas partes do mundo.

Todos os procedimentos usados para iniciar o fogo eram realizados somente com materiais combustíveis como encontrados na natureza. Data do século XIV o emprego de uma solução de álcool, obtido de fermentação seguida de destilação, com nitrato de sódio. Com essa solução, embebiam-se cordões que, após a secagem, serviam de mechas. Essas mechas eram incendiadas com fagulhas provenientes de atritos de pedras.

## ○ SURGIMENTO DOS FÓSFOROS

Para que você possa entender melhor a história dos fósforos, vamos apresentar algumas informações sobre o elemento químico fósforo, no quadro a seguir.

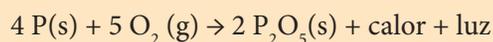
### O elemento químico fósforo

O elemento fósforo não existe na natureza como substância simples (constituída somente por átomos do elemento fósforo), mas formando compostos (fosfatos de cálcio, magnésio e outros) presentes nas rochas fosfáticas, nos ossos, nos dentes e nas cartilagens de animais. Entretanto, pode ser obtido como substância simples, na forma elementar, a partir desses materiais naturais.

O fósforo elementar é obtido no estado sólido, principalmente sob três variedades diferentes: fósforo branco, fósforo vermelho e fósforo preto, sendo as duas primeiras as mais comuns.

O fósforo branco é altamente inflamável, espontaneamente, em presença de oxigênio, produzindo fogo e fumaça bastante tóxica, constituída por  $P_2O_5$  (pentóxido de difósforo) sólido disperso no ar. Por isso, deve ser mantido isolado do ar. O fósforo vermelho é mais estável e o preto mais ainda, porém de obtenção muito mais difícil e mais cara. Essa diferença de comportamento deve-se a diferentes arranjos dos átomos de fósforo nos sólidos.

O elemento fósforo foi introduzido nos palitos em 1830 pelo francês Charles Sauria. Ele conseguiu produzir palitos cuja cabeça era feita com fósforo branco e recoberta com goma ou cera. Ao remover a cobertura, os palitos inflamavam-se imediatamente, por causa da combustão do fósforo:



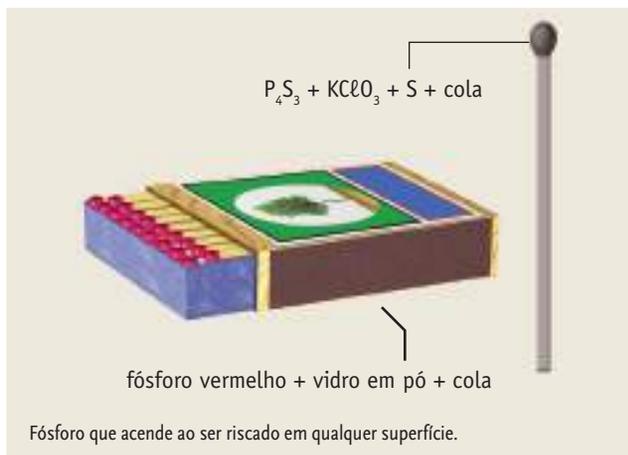
Entretanto, a manipulação do fósforo branco, por ser extremamente perigosa, provocava graves intoxicações e até mortes, principalmente nas pessoas que produziam esses palitos.

Em 1890, foram criados, na França, fósforos que se acendiam ao ser atritados em qualquer superfície, amplamente utilizados no século XX, principalmente nos Estados Unidos (eram palitos que se acendiam ao ser riscados em uma sola de sapato, por exemplo).



Produção de fogo por atrito. Botswana, 1970-1990.

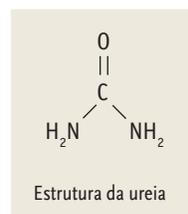
A cabeça desses palitos era constituída por trissulfeto de fósforo ( $P_4S_3$ , substância que se inflama facilmente com leve atrito), enxofre (S), que também é combustível, clorato de potássio ( $KClO_3$ , que fornece oxigênio para a combustão) e cola.



Nos fósforos de segurança mais comuns atualmente, o que acontece é o seguinte: ao riscar a cabeça do palito na lixa, tanto o fósforo que está na lixa como o clorato de potássio se transformam simultaneamente: o fósforo vermelho entra em combustão originando  $P_2O_5$ , com geração de calor, e o clorato de potássio se decompõe produzindo oxigênio. Assim, resinas que formam os aglutinantes e a madeira entram em combustão, inflamando o palito.

## SÍNTESE DA UREIA: UM MARCO NA EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

A ureia é atualmente um dos mais importantes fertilizantes do solo. Anualmente, no Brasil, cerca de 1 milhão de toneladas dessa substância é produzida somente para ser usada como fertilizante, amplamente empregado em grandes plantações comerciais. A ureia, um macronutriente presente nos vegetais, é uma fonte de nitrogênio. Para crescer, as plantas precisam do elemento N, que é componente das proteínas (membranas celulares, diversos hormônios e enzimas), bem como dos DNA ou RNA – ácidos desoxirribonucleico e ácido ribonucleico. A fórmula molecular da ureia é  $CO(NH_2)_2$  e sua fórmula estrutural está representada ao lado.



A ureia, também conhecida como carbamida, é uma substância branca, muito solúvel em água (a 25 °C, cada mL de água dissolve 1 g de ureia, aproximadamente), que se funde a 132,7 °C e tem densidade igual a 1,32 g/cm<sup>3</sup>. Ela é produto do metabolismo de compostos nitrogenados em diferentes organismos animais, excretada por células e eliminada pelos rins. Foi descoberta e descrita em 1773, por Hillaire M. Rouelle.

Na época da descoberta da ureia e até as décadas iniciais do século XIX, predominava uma corrente de pensamento denominada **vitalismo**, cujos seguidores acreditavam que os organismos dos seres vivos eram dotados de certo “princípio vital” que conferia a eles (e só a eles) o poder de produzir os compostos de carbono neles presentes.

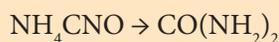
Em 1807, um dos mais importantes nomes de toda a história da Química, o suíço Jöns Jacob Berzelius, resumiu essa forma de pensar, classificando as substâncias químicas em dois grandes grupos: as **orgânicas** e as **inorgânicas**. O primeiro grupo incluía qualquer substância produzida por organismo vivo, animal ou vegetal. O segundo incluía as substâncias dos seres não vivos, ou seja, do reino mineral.

Berzelius, assim como a maioria dos químicos da época, acreditava que as substâncias orgânicas eram mais complexas do que as inorgânicas e continham uma “força vital”, que podia passar de um ser vivo a outro, mas nunca para o reino mineral, razão pela qual não se poderia sintetizar em laboratório uma substância orgânica a partir de uma substância inorgânica.

Entretanto, um jovem alemão, nascido em 1800, chamado Friedrich Wöhler, que se doutorou em Medicina pela Universidade de Heidelberg, mas que tinha seu principal interesse nos minerais, foi aconselhado por um renomado químico, Leopold Gmelin, que já havia sido médico, a abandonar a Medicina e dedicar-se à Química.

Wöhler mudou-se para Estocolmo, Suécia, onde foi estudar e trabalhar com Berzelius. Em 1828, em suas pesquisas, ele procurava obter cianato de amônio puro,  $\text{NH}_4\text{CNO}$ , uma substância tipicamente inorgânica, a partir da mistura de soluções aquosas de cianato de potássio,  $\text{KCNO}$ , e sulfato de amônio,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , substâncias também tipicamente inorgânicas.

Ao aquecer a mistura para tentar cristalizar o composto esperado, obteve cristais de outro que conhecia bem: a ureia, uma substância tipicamente orgânica. Isso porque o cianato de amônio por aquecimento transforma-se em ureia:



Esse resultado, que começou a decretar o fim do vitalismo, abriu as portas para um novo e imenso campo de trabalho: a síntese das chamadas substâncias orgânicas, em laboratório, sem a necessidade dos “princípios vitais”.

Entretanto, muitos vitalistas ainda resistiram e só foram definitivamente vencidos em 1845, quando o químico alemão Hermann Kolbe sintetizou a substância orgânica ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , que é a substância característica dos vinagres, com base em seus elementos: carbono, hidrogênio e oxigênio.

A partir de então, a chamada Química Orgânica, embora ainda mantenha esse nome em quase todos os cursos e livros didáticos de Química, passou a ter outro significado: a Química dos compostos de carbono e não mais a dos compostos produzidos por seres vivos.

Graças a essa mudança no modo de pensar, foi possível sintetizar diversas substâncias hoje indispensáveis ao ser humano, inclusive à sua própria sobrevivência: vitaminas, anestésicos, corantes, antibióticos, hormônios, bem como muitos outros produtos obtidos por via artificial.

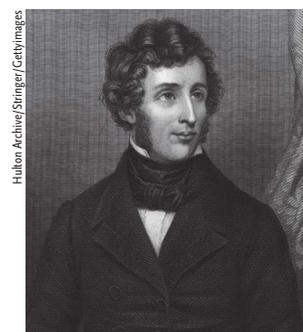
## O CORANTE DOS JEANS: UMA BREVE HISTÓRIA DO ÍNDIGO

As calças e outras roupas *jeans*, em diversos modelos e aspectos, estão entre as mais usadas em todo o mundo, por pessoas de todas as idades, do campo e da cidade. Essa grande popularização se deve, não só ao tecido com que são confeccionadas, mas principalmente ao corante *indigo blue* empregado em seu tingimento.

O texto a seguir traz um pouco da história desse corante.



Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) foi um dos mais importantes químicos de todos os tempos, adepto do vitalismo.



Friedrich Wöhler (1800-1882).



Os jeans têm seu sucesso relacionado ao corante índigo.

### Obtenção do índigo

O corante índigo, hoje amplamente utilizado no tingimento dos tecidos jeans, é conhecido há pelo menos 4 000 anos e têm-se evidências de seu uso ao longo do tempo. Há, por exemplo, referências escritas em sânscrito; restos de tecidos tingidos com esse corante foram encontrados em múmias no Egito e em túmulos dos Incas, no Peru.

A principal fonte desse corante, até o início deste século, foi uma planta chamada *Indigofera sumatrana*, existente na Índia, em diversas outras regiões da Ásia e no oeste da África. Para obtê-lo, as folhas das plantas eram colocadas em tonéis com água e esperava-se um tempo para sua fermentação. Obtinha-se, assim, um líquido incolor que, por agitação, era bem misturado com o ar. Nesta etapa formava-se o índigo, um material sólido, de cor azul, que se depositava no fundo dos tonéis. Esse material era separado por filtração e comercializado sob a forma de uma pasta úmida ou de um pó seco. Esse processo ilustra o emprego de separação de misturas para se obter uma substância.

Até o final do século XIX, o cultivo da *Indigofera sumatrana* e a produção do índigo foram feitos em larga escala na Índia, que passou a ter esse corante como um de seus principais itens de exportação. Na América, os Estados Unidos também passaram a produzir e exportar o corante.

O ano de 1897 foi um marco na produção do índigo; a Alemanha, com um investimento da ordem de cinco milhões de dólares, desenvolveu uma tecnologia para fabricação sintética desse corante, a partir de uma substância chamada anilina. Foi então que se iniciou uma grande competição entre o corante natural e o sintético. Este último “ganhou a briga”, tanto pelo preço, como por apresentar uma tonalidade mais constante.

AMBROGI, Angélica; LISBÔA, Julio Cezar Foschini; SPARAPAM, Elisabete Rosim. *Química para o magistério*. São Paulo: Harbra, 1995. p. 21.

## PESQUISAR

Consultando a internet e livros, faça uma pesquisa sobre a história de uma das seguintes descobertas e/ou invenções relacionadas à Química. Procure classificá-la como acidental, resultante de pesquisas direcionadas ou “serendípica”.

Será interessante que você e seus colegas escolham itens diferentes para pesquisar e depois troquem os resultados da pesquisa. Alguns exemplos: anestesia, sabão, náilon, bronze, alumínio, detergente biodegradável, fogos de artifício, penicilina e fotografia.

Para realizar a pesquisa na internet, entre no buscador com uma das palavras ou expressões acima e as palavras *história*, *química*, *invenção* ou *descoberta*.

Se não encontrar uma página que apresente todas as informações que você procura, poderá encontrá-las por partes e preparar o seu texto. Se achar uma página que contenha informações mais completas, faça um resumo.

## APLICAR CONHECIMENTOS

1. Em que trechos do texto sobre a obtenção do índigo você identifica a ocorrência de transformações químicas? Destaque-os.
2. Analise as seguintes afirmações e decida se cada uma é verdadeira (V) ou falsa (F).
  - ( ) O conhecimento sobre o fato de as células-tronco poderem ser utilizadas para regenerar tecidos é exemplo de invenção feita pelo ser humano.
  - ( ) A obtenção do corante artificial índigo é exemplo de descoberta acidental.
  - ( ) A síntese da ureia com base no cianato de amônio contribuiu para a mudança de um modo de pensar na ciência daquela época.

## PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

### LIVROS



#### A COLHER QUE DESAPARECE

Nesse livro o autor trata de vários aspectos ligados à descoberta dos elementos químicos e suas propriedades, relacionando-as ao contexto histórico de cada época, do ponto de vista político-social.

KEAN, Sam. *A colher que desaparece*. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.



#### DESCOBERTAS ACIDENTAIS EM CIÊNCIAS

O livro aborda diversas descobertas e invenções decorrentes de “serendipidade”. O título original em inglês é justamente *Serendipity*.

ROBERTS, Royston M. *Descobertas acidentais em Ciências*. 2. ed. Campinas: Papyrus, 1995.

### SITE



#### ALLCHEMY WEB

Traz várias notícias e informações relacionadas à Química. É também um *site* de busca sobre aspectos diversos referentes a essa área da Ciência.

Disponível em: <[www.allchemy.iq.usp.br](http://www.allchemy.iq.usp.br)>. Acesso em: 18 out. 2012.

Samuel Gross, um cirurgião norte-americano, disse a seguinte frase no final do século XIX: “Tudo o que sabemos com algum grau de certeza é que não sabemos de nada”. Tal frase nos mostra o quanto o ser humano busca o conhecimento e muito pouco sabe a seu respeito.

Desde tempos imemoriais o ser humano está atrás de respostas a três perguntas que não calam suas angústias existenciais: de onde viemos, quem somos e para onde iremos. Algumas respostas surgiram, mas a inquietação continua – o que se sabe é muito pouco para dar conta de todas as explicações.



Philadelphia Museum of Art, Pensilvânia, EUA. Foto: The Bridgeman Art Library/Keystone

Retrato de Samuel Gross (1875), de Thomas Cowperthwait Eakins (1844-1916), óleo sobre tela, 243,8 × 198,1 cm.

**DEBATER**

A Ciência pode explicar tudo? O conhecimento que o ser humano acumulou ao longo dos séculos está concluído? Em duplas, discuta a respeito dessas duas questões. Faça referência a algum tema já discutido em outros capítulos.

## A BUSCA DE EXPLICAÇÕES

A humanidade busca, de todas as formas, explicações, científicas ou não, que possam esclarecer as origens, as transformações e o futuro daquilo que conhece e desconhece. E mesmo em relação ao desconhecido, o ser humano trabalha com sua imaginação para levantar hipóteses explicativas aos fenômenos que observa ou àqueles que não são observáveis, como o átomo.

Pensar é uma característica exclusivamente humana. “Penso, logo existo”, já dizia o filósofo e matemático francês René Descartes, morto em 1650. E Sócrates, no século V a.C. já dizia: “Só sei que nada sei”.

Mas como será que aconteceu esse pensar? Poderíamos chamá-lo de pensamento científico? Será que os primeiros seres humanos já eram “fazedores” de ciência? Para descobrirmos isso, é preciso viajar no tempo.

## VIDA HUMANA PRÉ-HISTÓRICA

Há humanos na superfície do globo há mais de um milhão de anos. Houve uma época remotíssima – as idades glaciais, em que grande parte da Terra estava coberta por camadas de gelo, da qual se tem algumas esparsas informações, graças a vestígios de pedaços de pedras lascadas – líticos – que foram usados como ferramentas.

CHASSOT, Attico. *A Ciência através dos tempos*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. p. 12.

Dos períodos glaciais se têm poucas informações, mas os outros períodos, os “tempos líticos”, já nos trazem mais dados por meio do estudo de fauna e flora fossilizadas, e de trabalhos em pedras.

As investigações com os fósseis, localizados e datados, permitem que tenhamos informações valiosas dos demais períodos.

Na Pré-história, o ser humano já se utilizava de um galho de árvore ou de um fêmur como armas ou como instrumentos para colher um fruto em lugares altos.

Pedras eram objetos próprios para serem atirados, bem como para dar golpes. Aos poucos, pedras, ossos e madeiras foram recebendo outras formas e utilidades: eram talhadas para que tivessem superfícies cortantes, e com essas “lâminas” os seres humanos podiam afinar galhos, transformando-os em objetos pontudos.

Outros materiais, como unhas, garras, chifres, dentes, conchas e fibras vegetais, eram aproveitados na construção de objetos e, com o couro dos animais, podiam fazer martelos, arcos, peneiras, trituradores, raspadores.

Com essa habilidade, transformavam materiais da natureza em objetos que cumprissem determinada função. Nessa época, o ser humano dava utilidade aos objetos naturais, mas ainda não alterava a sua composição, a matéria-prima era a mesma.

O ser humano fez outras descobertas: o uso do sal na conservação dos alimentos, o que permitia a armazenagem de uma caça proveitosa para os períodos de escassez, no inverno principalmente; a secagem de frutos e a fermentação dos sucos das frutas são técnicas que o auxiliaram na mudança de uma postura nômade, caçadora, para uma vida mais sedentária e menos arriscada.



Arpão com farpas entalhadas, da França, 12000 a.C.

Ilustração Digital: Conexão Editorial

O maior feito tecnológico para os nossos antepassados mais remotos foi a capacidade de produzir e conservar o fogo, o que deve ter sido uma tarefa difícil e perigosa.

Com a sua descoberta, aos poucos, os seres humanos foram desenvolvendo práticas relacionadas ao preparo de alimentos, fermentação, curtimento do couro, tingimento e vitrificação, o que representou umas das primeiras experiências com a transformação de uma substância em outra.

Há cerca de dez mil anos, o ser humano começou a criar animais e a plantar, em vez de simplesmente caçar os animais e extrair os vegetais que encontrava na natureza. Começa o processo de interferência na natureza.

O estudo das plantas fez parte dos primeiros conhecimentos da humanidade, que necessitava selecionar raízes, caules, folhas, frutos e sementes destinados à alimentação, vestuário, construção e remédios. [...] O arroz já era cultivado na China há 5 mil anos a.C. A cevada, o linho e o trigo também foram culturas desenvolvidas em tempos remotos.

CHASSOT, Attico. *A Ciência através dos tempos*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. p. 17.

A relação entre as técnicas utilizadas na agricultura e o aumento das colheitas levou o ser humano ao aperfeiçoamento de técnicas agrícolas e à capacidade de obter maior quantidade de alimentos numa extensão de terra menor. A partir de então, o ser humano precisou trabalhar a terra – arar, cavar, semear, ceifar – o que exigiu a criação de novos instrumentos agrícolas.

Para que os seres humanos se transformassem em pastores e agricultores foram necessárias grandes mudanças em sua postura. Isso facilitou a obtenção de alimentos, mas também os obrigou a entender os ciclos da natureza, para ter, cada vez mais, independência das condições ambientais. Eles tiveram de ser muito bons observadores dos diferentes ciclos da vida, dando início, nesse momento, aos primórdios da Biologia.

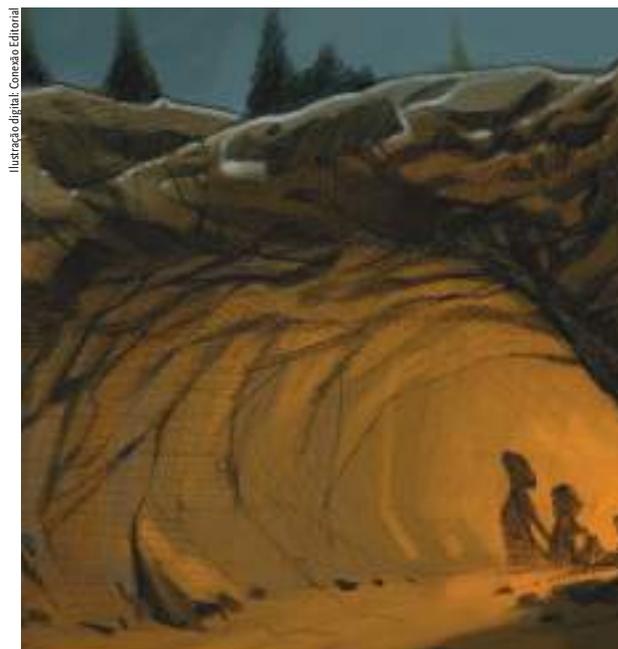


Ilustração digital. Conselho Editorial

Em Tsoukoudian, na China, gerações de *Homo erectus*, entre 460 000 e 230 000 a.C., viveram permanentemente em profundas cavernas de pedra calcária, como a ilustrada, aquecidas por fogueiras que também forneciam o calor para o cozimento e protegiam contra animais selvagens.

#### PARA REFLETIR I

As técnicas de conservação de alimentos utilizadas na Pré-história ainda são usadas hoje em dia? Quais delas você conhece?

## REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

Mais bem equipado, o ser humano foi se apropriando cada vez mais dos recursos do ambiente, modificando-o a seu favor. Para ter sucesso, precisou ser cada vez mais observador de seu entorno, estabelecendo relações entre os fenômenos da natureza, levantando hipóteses, experimentando, antecipando, concluindo e, acima de tudo, registrando todas as etapas que o levaram a conseguir alcançar seus objetivos.

Nos últimos dez mil anos, várias descobertas e invenções foram feitas e todas, sem exceção, foram e são até hoje muito importantes, não só para aquele momento, mas como forma de acúmulo de conhecimentos.

Durante muito tempo, a Ciência, tal como a conhecemos hoje, caminhou a passos lentos, uma vez que as explicações ou dados científicos eram pautados em observações pessoais, generalizadas ou não, quase sempre dependentes de fenômenos naturais e sob a forte influência religiosa. Por exemplo, no antigo Egito, há 4000 anos a.C., astrônomos identificaram várias constelações, as quais eram relacionadas com os deuses de sua mitologia. Essas observações não visavam o estudo dos ciclos do Sol ou da Lua, mas eram muito necessárias como marcadores de tempo.

Apesar da falta de metodologia científica, os egípcios utilizavam algumas técnicas sofisticadas, como a que possibilitou a colocação de 2,3 milhões de pedras, cada uma com até 2,5 toneladas na pirâmide de Quéops e o gerenciamento do trabalho de mais de cem mil operários, mantendo-os afastados de doenças como disenterias, tifo e cólera, comuns naquela época por causa das precárias condições de higiene. Algumas pesquisas apontam que eram usados rabanete, alho e cebola como inibidores naturais de bactérias causadoras dessas doenças.

Dando um salto de quase três mil anos, chegamos à cultura grega. São numerosos os pensadores dessa época, na qual Ciência e Filosofia não andaram separadas. Mas, mesmo assim, as concepções a respeito da natureza continuavam sendo pautadas em observações pessoais. Heráclito considerava que o universo era formado por quatro elementos: ar, água, terra e fogo. Se trouxermos Heráclito para os tempos de hoje, poderíamos afirmar que não estaria errado, já que os quatro elementos poderiam ser substituídos por estado gasoso, líquido, sólido e energia, respectivamente. O registro da Filosofia e da Ciência produzidas pela humanidade teve como grande colaborador Aristóteles, cuja influência permanece viva até o século XIII, quando surgem grandes universidades na Europa. São nelas que o saber começa a ser sistematizado, mas ainda sob uma forte tutela da Igreja católica durante a Idade Média europeia.

O Renascimento, o movimento artístico, literário e científico, considerado como o início da Idade Moderna, começou no século XIII na Itália e espalhou-se pela Europa nos séculos XV e XVI. Caracterizava-se pela visão humanista do ser humano e pelo começo da ruptura com o pensamento religioso.

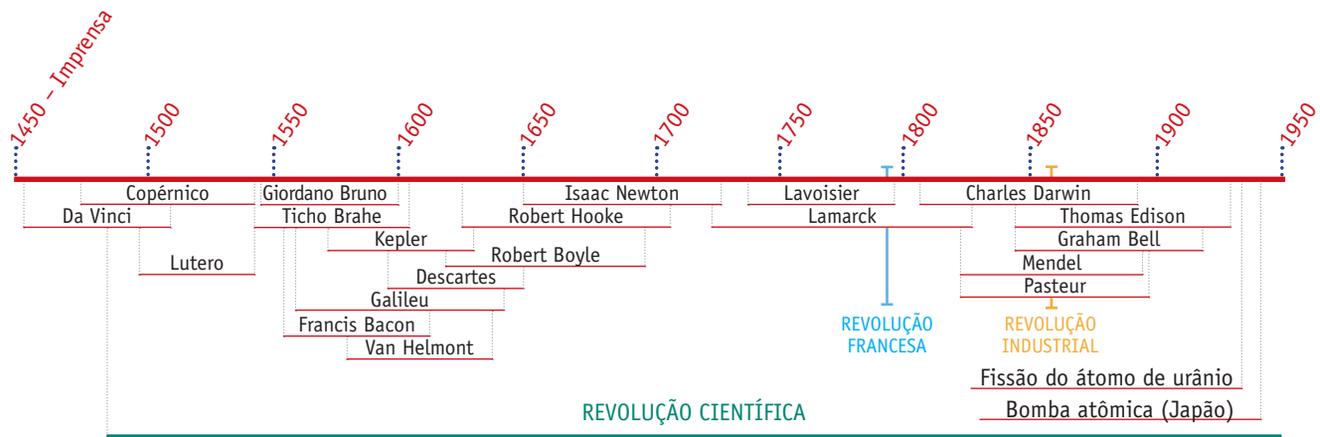
Foram séculos de intensa produção científica, e a Reforma protestante contribuiu de maneira significativa para o surgimento da escola como a conhecemos hoje. É nesse período que a ciência abandona os dogmas religiosos e as explicações míticas e se embasa:

- em observações e descrições de fatos ou fenômenos;
- no levantamento de hipóteses explicativas para esses fatos ou fenômenos;
- na testagem dessas hipóteses;
- na reavaliação das hipóteses levantadas diante dos resultados obtidos nas experimentações;
- nas conclusões com base na análise desse processo;
- nas generalizações.

A produção de conhecimentos científicos passou a ser realizada de uma perspectiva mais racional, mais tecnológica, seguindo uma série de protocolos experimentais e registrando, passo a passo, todas as etapas desse pensar e fazer científico. Nesse período, ocorreu o que se denomina de Revolução Científica, com o surgimento de diversos modelos de métodos científicos.

A linha do tempo a seguir destaca desde meados do século XV até o século XX, alguns importantes cientistas. Por falta de espaço e de tempo, selecionamos alguns deles que tiveram grande relevância no campo da ciência.

Todos esses pesquisadores tiveram muita importância em vários campos da ciência: Química, Física, Matemática, Filosofia e Biologia. Como o nosso foco são as ciências biológicas, vamos citar três desses cientistas – Mendel, Darwin e Pasteur, com trabalhos em Genética, Evolução e Microbiologia, respectivamente.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

#### PESQUISAR I

1. O que fizeram estes três cientistas (Mendel, Darwin e Pasteur), cada um em seu campo de atuação, para merecerem destaque na linha do tempo? Faça uma pequena pesquisa sobre os trabalhos desenvolvidos por eles, observando, principalmente, a forma com que os conduziram.
2. O que diferencia os estudos desses três cientistas das práticas do ser humano primitivo?
3. E dos estudos dos egípcios e dos gregos?
4. Observando a linha do tempo, na sua opinião, por que há um grande número de pesquisadores entre os anos de 1550 e 1700 e entre 1800 e 1950?

## A CÉLULA – UMA BREVE E ÍNTIMA HISTÓRIA DA VIDA

Entre todas as descobertas já realizadas pelo ser humano, atualmente, o conhecimento da célula e de sua fisiologia está provocando, tanto no meio acadêmico como na população em geral, grandes polêmicas, principalmente em relação às questões éticas decorrentes do desenvolvimento dessa tecnologia.

A célula é a menor estrutura viva de um organismo e dela dependem todos os seres vivos, acelulares (como os vírus), uni, multi e pluricelulares.

A história do conhecimento sobre a célula coincide, não por acaso, com a história do microscópio, já que esse instrumento é utilizado para visualizar a maioria das células. À medida que aumentava a qualidade e potência do microscópio, mais se conseguia saber sobre as estruturas celulares.

Atribui-se a invenção do primeiro aparelho de observação do mundo microscópico – que ainda não era um microscópio – a um funcionário público holandês, Anton Van Leeuwenhoek,

em meados do século XVII. Ele desenhava e produzia lentes e, com elas, fez descobertas muito importantes, como a primeira observação e descrição das hemácias, das bactérias, dos fungos, dos espermatozoides e muitos outros elementos celulares, tanto no solo como na água. Talvez seja o leigo com o maior número de publicações científicas na época.

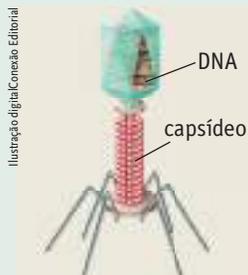
O inglês Robert Hooke, um contemporâneo de Anton van Leeuwenhoek, fez as primeiras observações do que ele achava serem as células de um ser vivo – a cortiça da casca de uma árvore.

O que Hooke não sabia é que o que ele chamou de “pequena cela” (**célula**), pensando se tratar de um espaço vazio, não era na verdade uma célula, mas o “esqueleto” de celulose de uma célula vegetal morta. O nome célula, como unidade do ser vivo, não foi mudado e é utilizado até hoje, e essa denominação não se aproxima da complexidade de interações entre suas estruturas nem as revela.



Células de cortiça (células mortas) de vegetal ampliadas cem vezes.

**Acelulares (ausência de célula):** os vírus são formados por um envoltório de proteína (capsídeo) e pelo material genético em seu interior, podendo ser DNA ou RNA. Sua estrutura não apresenta nenhuma membrana. Discute-se se deve ser considerado como ser vivo ou não. Quando se encontra dentro de uma célula hospedeira, reproduz-se, formando várias réplicas de si mesmo. Quando no ambiente, fora de alguma célula, não se reproduz, nem apresenta alguma forma de metabolismo celular (trabalho da célula).



Vírus bacteriófago.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012. (Esquema sem escala, cores-fantasia.)

**Multicelulares:** são seres vivos formados por mais de uma célula, mas que não mantêm alguma forma de dependência entre elas. São as esponjas-do-mar (poríferos).

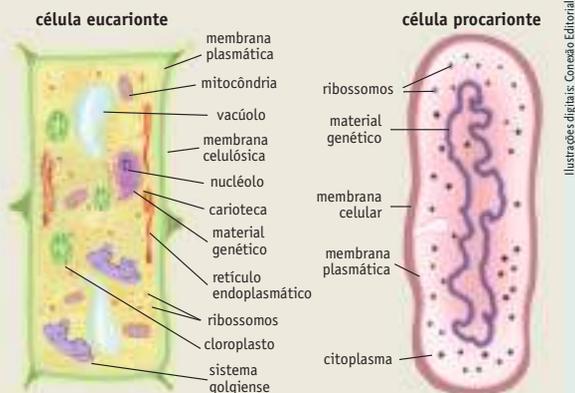


Esponja-do-mar.

**Unicelulares (uma célula):** são seres vivos formados por apenas uma única célula, com núcleo organizado e sistemas de membranas (unicelular eucarionte) ou sem núcleo organizado e sem sistema de membranas (unicelular procarionte).

São unicelulares procariontes: bactérias e algas azuis.

São unicelulares eucariontes: protistas (protozoários e algas unicelulares) e algumas espécies de fungos.



Esquema de célula eucarionte (vegetal) e procarionte (bactéria).

**Pluricelulares:** são seres vivos formados por mais de uma célula, com íntima relação de interdependência entre elas. São todos os outros seres vivos que não estão contidos nos outros grupos. Alguns exemplos:



Exemplos de seres pluricelulares: bromélia e borboleta.

Em sua opinião, antes da invenção do microscópio, como os cientistas e leigos justificavam o fato de as pessoas ficarem doentes, se não sabiam da existência de micro-organismos patogênicos (os causadores de doenças)?

## A ORIGEM

O fato de conseguir visualizar os micro-organismos, que até então, de acordo com o que se acreditava, não existiam, trouxe uma série de questões sobre esses seres. Como surgiram? Como crescem? Como se reproduzem?

Há várias hipóteses e teorias a respeito, todas elas frutos de deduções, observações e experimentações científicas. Nessas ideias, assim como em outras em que a origem é o foco da discussão, as questões religiosas aparecem e contribuem, de forma significativa, para aumentar a polêmica.

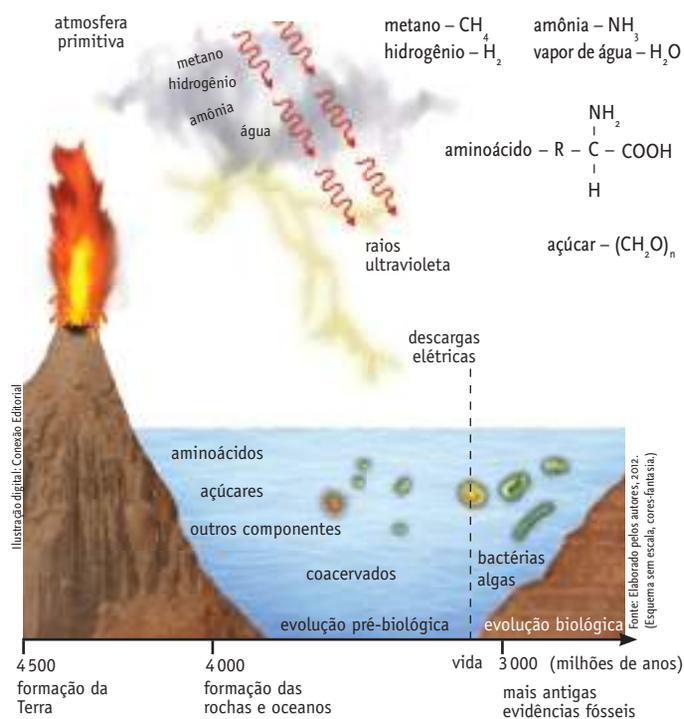
Na concepção religiosa, a hipótese criacionista para a origem de seres vivos uni ou pluricelulares – muito bem detalhada na Bíblia, no Antigo Testamento – continua sendo válida

Na concepção evolucionista, há uma série de outras explicações. Uma delas, a de Oparin e Haldane, propunha a hipótese de que a vida na Terra teria se iniciado a partir de moléculas orgânicas presentes na atmosfera primitiva que, jogadas pelas chuvas nos oceanos, ao combinarem-se com substâncias inorgânicas, originaram a vida.

Observe a figura acima. Ela mostra as condições da Terra primitiva, há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, quando o planeta havia acabado de surgir.

Em 1929, esses dois cientistas, Alexandre Oparin (russo) e John Haldane (inglês), publicaram uma das hipóteses sobre a origem da vida. Segundo eles, a atmosfera primitiva era formada essencialmente por quatro gases: hidrogênio, vapor de água, amônia e metano. Esses compostos teriam reagido de forma espontânea e, nessas reações, os átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio se combinaram e recombinaram por diversas vezes, formando as primeiras moléculas orgânicas.

A energia necessária para que essas reações acontecessem vinha das radiações solares (raios ultravioleta), das descargas elétricas e do calor proveniente de regiões vulcânicas da crosta terrestre. Após sua formação na atmosfera primitiva, as primeiras moléculas teriam sido transportadas pelas chuvas para rios, lagos e oceanos onde se acumularam em grandes quantidades. Como a concentração dessas moléculas era muito alta, ocorriam muitos choques entre elas, originando outras reações químicas, de forma espontânea.



Desse modo, em um espaço de tempo que não conseguimos precisar e em condições muito especiais, ocorreu a transformação de moléculas simples em moléculas mais complexas, originando todos os tipos de moléculas orgânicas necessárias ao aparecimento da vida.

Algumas dessas moléculas, as proteínas, se aglutinaram espontaneamente, formando pequenos grupos, que, envolvidos por uma película de água, individualizaram-se, mas continuaram a realizar trocas de substâncias com o meio onde viviam.

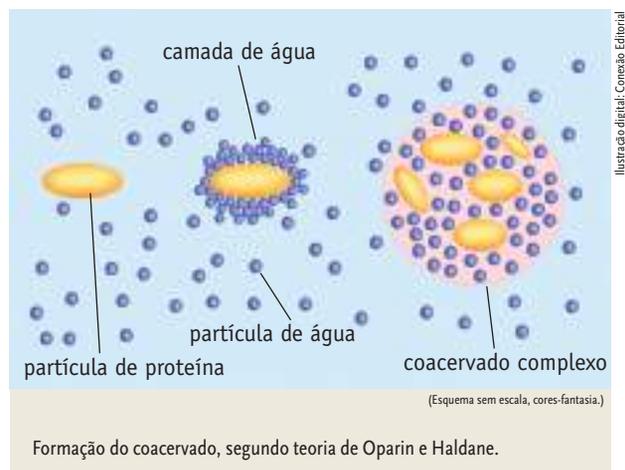
A essa estrutura, que ainda não era um ser vivo, deu-se o nome de *coacervado*. Acredita-se que os coacervados existiam em mares muito rasos na superfície do planeta.

Como as trocas entre o coacervado e o meio eram constantes, podem ter ocorrido, em determinados coacervados, combinações entre as proteínas e outras substâncias, como açúcares e compostos nitrogenados. Essas trocas podem ter originado uma série de moléculas orgânicas e, entre elas, uma molécula muito especial e essencial para a caracterização do ser vivo: o DNA.

A partir do momento em que esse coacervado adquire a molécula de DNA, ele consegue se dividir e já pode ser chamado de **ser vivo**, provavelmente unicelular, com uma estrutura interna muito simples, como a de uma bactéria. Portanto, de acordo com essa teoria, o surgimento do ser vivo confunde-se com o surgimento da célula.

Na atmosfera primitiva, segundo a teoria de Oparin e Haldane, não havia gás oxigênio nem gás carbônico, essenciais para que dois processos vitais aconteçam: a respiração aeróbica e a fotossíntese. Esses primeiros seres vivos, ao surgirem, provavelmente faziam respiração aeróbica ou faziam a fermentação, que independe da presença de gás oxigênio.

Todo organismo fermentador produz, em larga escala, gás carbônico como subproduto da sua forma de conseguir energia. Esse gás, acumulado na atmosfera, muda as condições ambientais e permite a sobrevivência de organismos que podem utilizá-lo em algum processo de obtenção de alimento.



### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. O primeiro ser vivo era dependente da presença de gás oxigênio? Justifique sua resposta.

---

---

2. Se ele fosse um organismo fermentador, teria condições de sobreviver? Justifique sua resposta.

---

---

3. Depois de milhares ou milhões de anos, quais alterações esses seres vivos provocaram nas condições ambientais? Justifique sua resposta.

---

---

4. Que processo biológico é o responsável pelas alterações que você citou na questão anterior?

5. De que forma a existência e a permanência desses processos no ambiente poderiam alterar a composição da atmosfera?

6. Como a atmosfera foi bastante modificada em relação à sua composição original, que tipos de seres vivos – tendo em vista a obtenção de alimento e energia – podem sobreviver nessa nova situação?

### ○ APARELHO DE MILLER

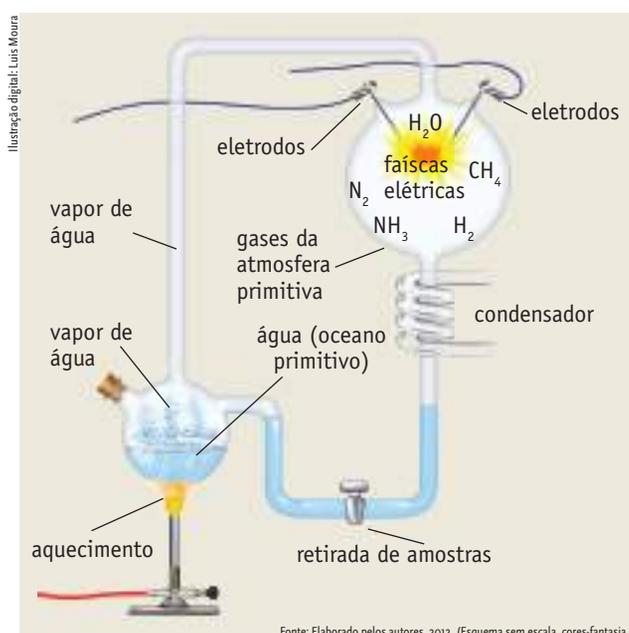
Oparin, em 1929, não conseguiu provar a sua teoria, mas, em 1953, o estadunidense Stanley Miller (1930-2007), na Universidade de Chicago, projetou e construiu um aparelho que, ao reproduzir as condições da Terra primitiva, tentava provar a hipótese do surgimento de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas.

O aparelho era de vidro e composto de dois balões interligados por dois tubos. Em um dos balões ficavam os gases que, pela hipótese de Oparin, faziam parte da atmosfera primitiva. Esses gases foram fortemente aquecidos e submetidos a descargas elétricas. O outro balão de vidro continha água e também foi aquecido.

O objetivo era simular no primeiro balão, em pequena escala, as chuvas permanentes que caracterizaram a atmosfera primitiva – o vapor de água subia por um dos tubos, passava pelo balão com os gases, liquefazia-se no condensador e retornava pelo outro tubo. O aparelho ficou funcionando durante uma semana, com todas as supostas condições da Terra primitiva sendo mantidas de forma muito precisas. Passado esse período, Miller observou que várias substâncias novas apareceram, entre elas o aminoácido, molécula orgânica simples e essencial para a formação de uma proteína, que é, por sua vez, uma molécula complexa e parte integrante da célula de qualquer ser vivo.

Em 1957, Sidney Fox (1912-1998) conseguiu, por aquecimento de uma mistura de aminoácidos, formar algumas proteínas de cadeia curta – o que evidencia, mais uma vez, a hipótese de Oparin.

Em 2008, a teoria de Oparin e Haldane foi testada mais uma vez: a equipe de Yoshihiro Furukawa, pesquisador da Universidade de Tohoku, no Japão, elaborou um experimento que pudesse demonstrar a possibilidade de moléculas inorgânicas se combinarem e formarem moléculas orgânicas, mas de forma diferente da que Miller havia proposto em seu experimento.



O cientista considerou que a atmosfera primitiva, ainda em formação, não era tão densa como a que existe hoje e que, por conta disso, permitia a passagem e a colisão de muitos meteoros e meteoritos com a superfície terrestre. Esses objetos, ao sair do espaço e entrar no campo gravitacional da Terra, também entravam em contato com os gases da atmosfera primitiva, que os transformavam em verdadeiras “bolas de fogo”, caindo em direção ao solo e aos mares primitivos. Yoshihiro e sua equipe acreditavam que as alterações de temperatura e pressão provocadas pelos choques dos meteoros poderiam ser as responsáveis pela possibilidade de recombinação entre as substâncias existentes nos mares daquela época.

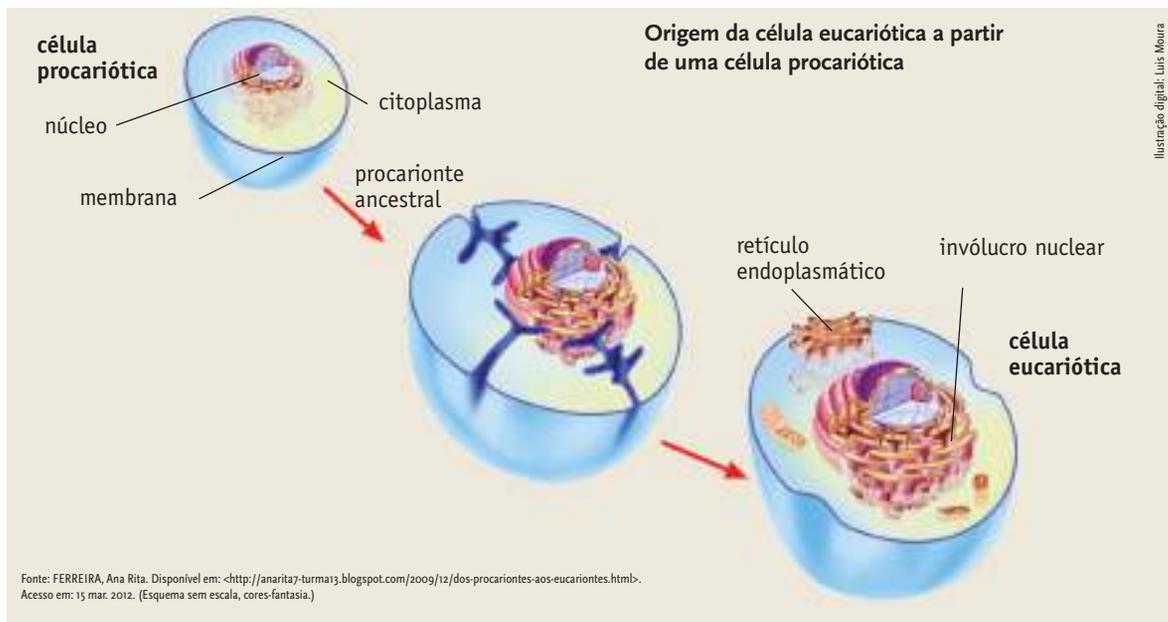
Para testar sua hipótese, o pesquisador japonês fez uma simulação dessa situação, na qual provocou a colisão de um objeto composto de ferro e carbono com uma mistura de água e amoníaco – substâncias provavelmente existentes nos mares primitivos – a uma velocidade superior a 7 000 km/h. Após a colisão, Yoshihiro mediu a temperatura e analisou a composição da mistura aquosa e encontrou, além dos surpreendentes 2 700 °C, uma alteração na composição dessa mistura: surgiram moléculas orgânicas – aminoácidos e ácidos graxos –, presentes atualmente na composição de qualquer ser vivo.

Dessa forma, a equipe japonesa contribuiu para que a teoria de Oparin e Haldane ganhasse mais força e credibilidade e, com isso, que mais uma página do livro da origem da vida na Terra fosse escrita.

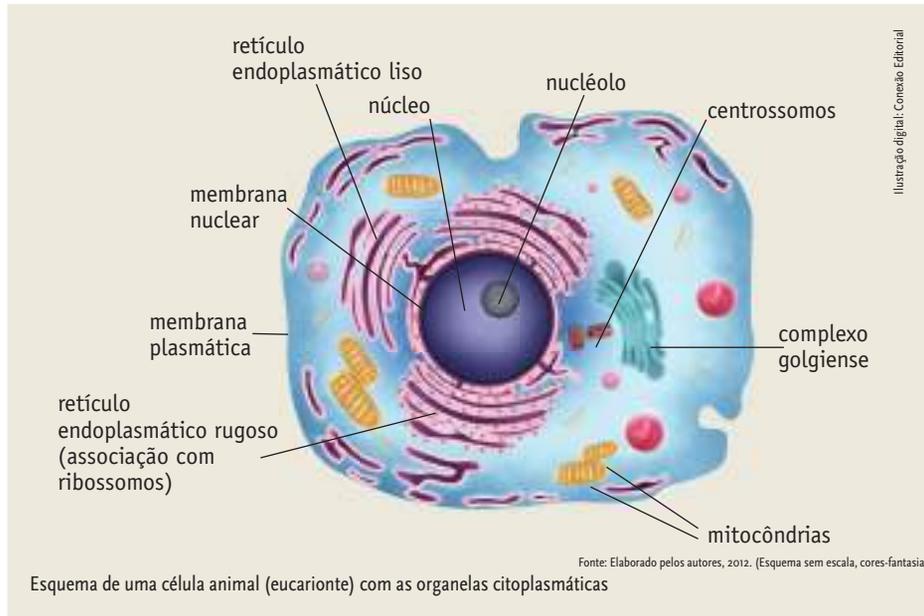
## EVOLUÇÃO CELULAR

Até agora, neste capítulo, você entrou em contato com ideias que a comunidade científica tem sobre a origem da célula. Mas será que a célula de hoje é semelhante àquela surgida há pelo menos 3,5 bilhões de anos? Vamos conhecer um pouco da evolução celular para entender o que aconteceu com a célula desde o seu surgimento até os dias de hoje.

Acredita-se que a primeira célula procariótica era composta de uma membrana que a circundava, pelo material genético e por algumas inclusões no citoplasma, em sua região interna. A transformação de célula procariótica em célula eucariótica se iniciou quando a membrana citoplasmática começou a sofrer invaginações (entradas) em direção ao interior da célula.



Na figura a seguir, observamos a representação de uma célula e de suas organelas.



As estruturas formadas a partir da invaginação da membrana são como canais que atuam na comunicação entre o citoplasma e o meio exterior à célula, promovendo trocas de substâncias produzidas por elas ou necessárias ao seu metabolismo. O retículo endoplasmático liso exemplifica essa função.

O retículo endoplasmático rugoso tem esse nome por ter se associado a pequenas estruturas chamadas **ribossomos**, responsáveis pela síntese de proteínas dentro da célula. São esses canais que produzem e conduzem as proteínas através do citoplasma.

Células associadas à produção de substâncias como leite, suor, saliva, bile e hormônios possuem o retículo endoplasmático rugoso bastante desenvolvido. Em alguns casos, parte das substâncias produzidas nas células é armazenada em “bolsas achatadas” (o complexo golgiense), nas quais aguardam o momento de serem liberadas. Portanto, o complexo golgiense é o grande armazém de substâncias produzidas pela célula e é bem desenvolvido nas mesmas células que apresentam retículo endoplasmático com alta produção de substâncias.

Nesse esquema, uma organela citoplasmática chama a atenção, por não ser dependente do sistema de membranas da membrana plasmática – as mitocôndrias. São estruturas responsáveis pela respiração celular, ou seja, pela quebra da glicose, obtenção de energia e produção de gás carbônico. A evolução de uma célula fermentadora para uma célula aeróbica dependeu do surgimento das mitocôndrias.

Algumas hipóteses foram levantadas e a mais aceita pelo meio científico é a de que, no processo de evolução celular, a mitocôndria não era essa estrutura, mas sim uma bactéria que já conseguia quebrar a glicose na presença de oxigênio.

Da mesma forma que as células podem incorporar substâncias do ambiente, uma célula incorporou essa bactéria e, como não foi destruída, passou a encontrar substâncias nutritivas fornecidas pela célula e continuou produzindo energia a partir da glicose. Com o tempo, essa bactéria incluída, por possuir DNA próprio, conseguiu reproduzir-se, espalhando-se pelo citoplasma, e a célula, ao se reproduzir, conseguiu transmitir essa bactéria também para as células-filhas.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

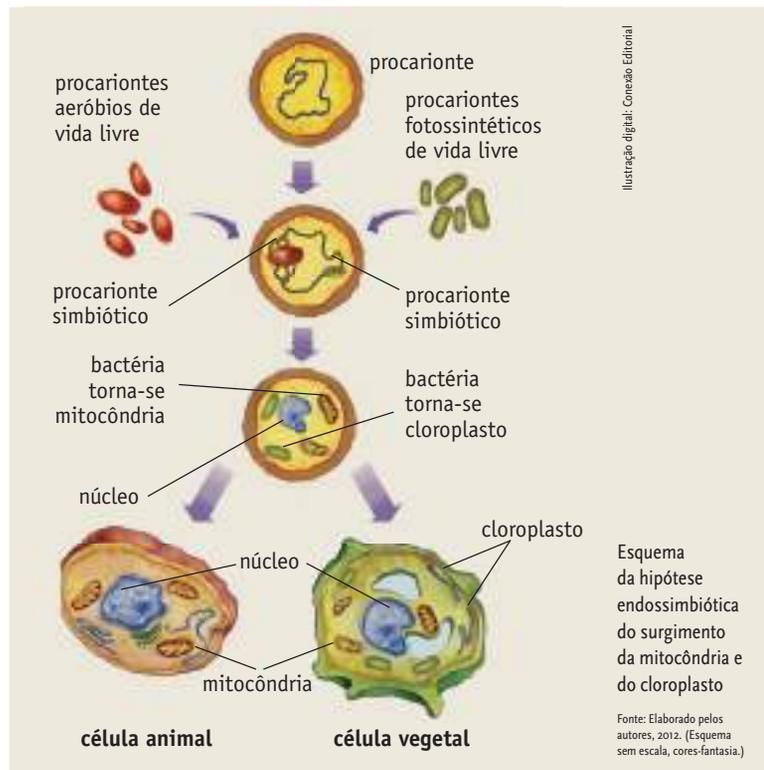
1. Que células de seu corpo provavelmente têm o retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido? Justifique sua resposta.  
.....  
.....
2. Entre uma célula muscular, uma célula nervosa e uma célula do fígado, qual ou quais devem ter o complexo golgiense mais desenvolvido? Por quê?  
.....  
.....
3. Como as mitocôndrias surgiram, se elas não fazem parte do sistema de membranas da célula? Por que podemos afirmar que elas não se formaram com base nesse sistema?  
.....  
.....

## PESQUISAR II

Faça uma pesquisa a respeito do número de mitocôndrias nas diversas células do nosso corpo e responda à seguinte questão: Se a pessoa sedentária começasse a praticar esportes, o que aconteceria com o número de mitocôndrias em suas células musculares?

A prova de que a mitocôndria não é originada do sistema de membranas da célula veio da observação de que essas estruturas se reproduzem independentemente da célula, sugerindo que tenham material genético próprio.

Experimentos confirmaram essa hipótese e, atualmente, aceita-se que as mitocôndrias foram estruturas incorporadas, e não produzidas pelas células, já que seu DNA é diferente do DNA presente no núcleo da célula. Essa hipótese explica também o surgimento do cloroplasto – estrutura responsável pela fotossíntese – na célula vegetal.



## NÚCLEO CELULAR

É no núcleo que encontramos o material genético da célula, o DNA, presente na grande maioria dos seres vivos. O DNA, sigla em inglês para ácido desoxirribonucleico, é o responsável pelas características internas (metabolismo) e pelas externas (características físicas) dos seres vivos. É visto em microscópios ópticos como filamentos, em números variáveis, de acordo com a espécie do ser vivo.

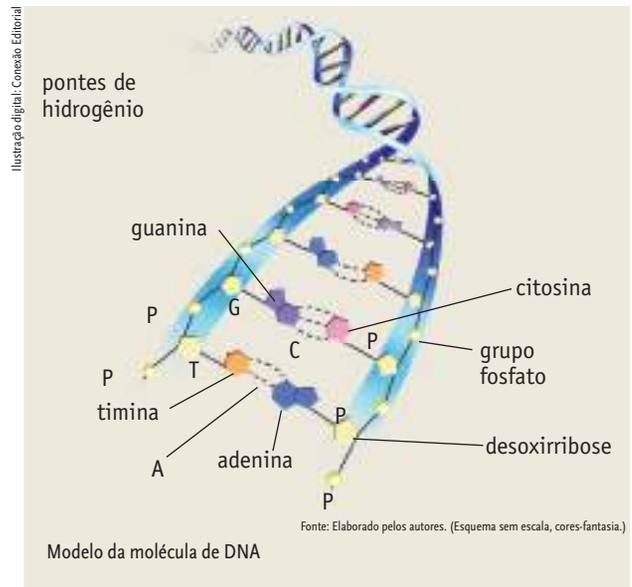
Observe a tabela.

Espécie	Número de cromossomos
Ser humano	46
Milho	20
Ervilha	14
Drosophila	8
Minhoca	32
Caracol	24
Dália	64
Tatu	64
Cavalo	64

Fonte: Laboratório de genética da Universidade Federal de Viçosa. <www.ufv.br/dbg/labgen/crom.html>. Acesso em: 6 mar. 2012. (Adaptado.)

Apesar de o número de cromossomos ser o mesmo para a dália (flor), o tatu e cavalo, esses seres vivos são completamente diferentes entre si, pois o tamanho dos cromossomos, os genes e a sequência com que esses genes estão distribuídos nos cromossomos são muito diferentes.

O DNA é um ácido nucleico formado por duas sequências de moléculas de desoxirribose (tipo de carboidrato), grupos fosfatos (PO<sub>4</sub>) e bases nitrogenadas (adenina, citosina, guanina e timina) ligadas por pontes de hidrogênio (energia), na forma de uma escada retorcida. Veja ao lado o modelo de uma molécula de DNA.



## A ORIGEM DA DIVERSIDADE

Sabemos que mais de um milhão de espécies de seres vivos já foi estudada, descrita e catalogada. Entretanto, segundo pesquisas publicadas na revista científica *PLoS Biology* em agosto de 2011, pesquisadores consideram que existam mais de seis ou sete milhões de espécies ainda não catalogadas. Quais as explicações para essa quantidade? E para essa diversidade?

Desde a antiguidade, filósofos procuravam justificativas que pudessem explicar essas dúvidas. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) acreditava que os animais se originariam do cruzamento e também da decomposição da terra. Entre as plantas, ele acreditava acontecer o mesmo: algumas se desenvolveriam de sementes e outras por geração espontânea, ou seja, do apodrecimento da terra ou de certas partes vegetais.



Na Idade Média, época em que a Igreja católica exercia grande poder sobre a sociedade, colocava-se nas mãos de Deus o poder da criação de todas as coisas, inclusive de todos os seres vivos existentes. Segundo a teoria do criacionismo, Deus era o criador e os seres vivos, as suas criaturas.

Essa teoria é chamada de fixista, pois não admite que os seres vivos se transformaram ao longo do tempo, ou seja, os seres vivos mantinham as mesmas características desde sua criação.

Na virada da Idade Média para a Idade Moderna, com a crise vivida pela Igreja católica durante o Renascimento europeu, as ideias de Aristóteles voltam a ganhar força, inclusive nas grandes universidades europeias do século XII.

Van Helmont (1577-1644), médico, botânico e fisiologista belga, achava que era possível produzir camundongos a partir de uma receita: camisa suja de suor, germe de trigo e vasilha com água, tudo isso colocado em um porão escuro por 21 dias. Durante muito tempo essa receita foi validada por falta de uma metodologia científica para acompanhar o experimento.

### PARA REFLETIR III

1. Por que surgiam camundongos a partir dessa “receita”?
2. O que você poderia fazer para provar que a “receita” de Van Helmont não originaria camundongos?

## TEORIAS A PARTIR DO SÉCULO XVIII

O século XVIII é caracterizado por grandes avanços científicos. Muitos pesquisadores passaram a investigar fenômenos a partir de determinados métodos científicos e não confiavam mais nas impressões que eventualmente poderiam ter. Nessa época começa a se discutir nos meios acadêmicos o princípio da imutabilidade das espécies (fixismo) proposto pelos filósofos da Antiguidade e religiosos da Idade Média.

Um desses pesquisadores, o conde de Bufon (1707-1788) defendia a teoria de que os seres vivos não são os mesmos, nem apresentam as mesmas características de seus antepassados. Segundo ele, os seres vivos sofreram transformações em suas características para acompanhar as transformações do ambiente. Assim, as características que não acompanhavam as transformações do ambiente eram eliminadas com o tempo.

Bufon alegava, por exemplo, que, na espécie humana, o tamanho reduzido do apêndice vermiforme (órgão localizado no encontro do intestino delgado com o intestino grosso) fora causado por sua inutilidade para o organismo humano e que, a tendência era de que esse órgão deixasse de existir em nosso corpo.

Erasmus Darwin, avô de Charles Darwin e contemporâneo de Bufon, achava que o ambiente tinha o papel de “forçar” o aparecimento de características e que, portanto, não haveria o surgimento de características desfavoráveis, já que o ambiente sempre agiria de forma a proporcionar o surgimento de traços certos para o ambiente certo.

Ele explicava que o urso-polar se tornou branco por que o ambiente em que ele vivia (polo Norte) era branco e forçou o aparecimento dessa cor de pelagem. Como o animal ficou branco, essa característica era passada para todos os seus descendentes.

## LAMARCK E A LEI DO USO E DESUSO

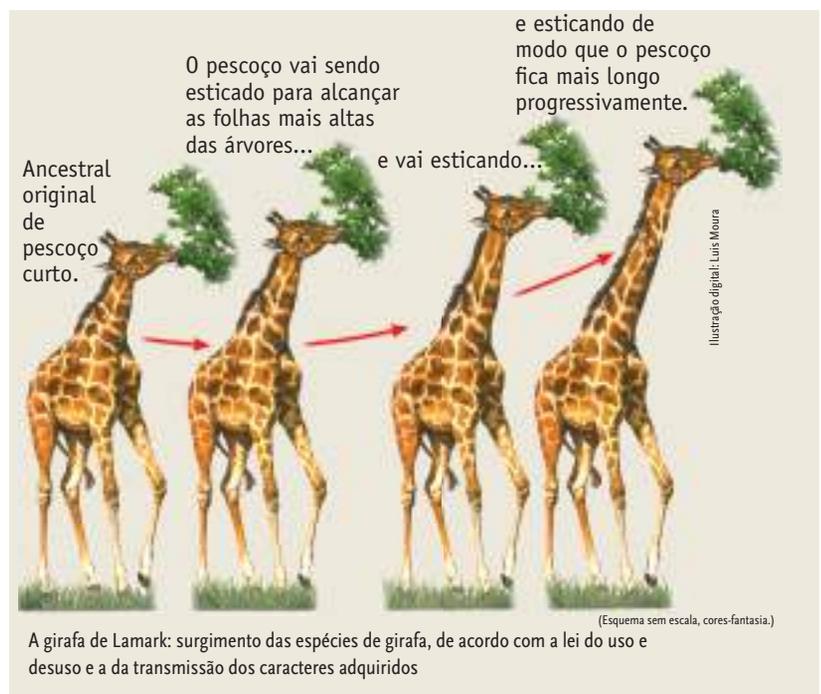
Outro pesquisador, Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavalheiro de Lamarck (1744-1829), que viveu na mesma época que Bufon e Erasmus Darwin, acreditava na teoria de transformações das espécies, mais tarde chamada de teoria evolucionista. Indo além do aspecto teórico, foi o primeiro a realizar experimentos (apesar de pouco controlados) para provar que as transformações ocorridas com os seres vivos eram intencionais e o homem poderia induzi-las.

Lamarck provava sua ideia por meio da seleção artificial de alguma característica que quisesse preservar em determinado animal. Os criadores de animais comprovavam sua teoria, ao escolher alguns animais, com determinadas características, para serem os reprodutores da fazenda de criação.

Para Lamarck, o ambiente criava a necessidade de mudança nos seres vivos, o que levava a uma alteração na forma de esse ser vivo se relacionar com o ambiente. Dessa forma, alguns órgãos seriam mais utilizados que outros, o que levaria a um maior desenvolvimento dos órgãos mais usados (lei do uso e desuso) e, portanto, ao surgimento de novas características no ser vivo, que, por sua vez, levaria à formação de uma nova espécie. Outra afirmação de Lamarck é que as alterações nas características, seja as que desaparecem, seja as que permanecem, são transmitidas aos descendentes, ou seja, ocorre a transmissão dos caracteres adquiridos.

O exemplo mais conhecido de Lamarck é a explicação para o tamanho do pescoço das girafas: fósseis davam indícios de que as primeiras girafas não possuíam pescoço tão comprido quanto as da época.

Como elas precisavam comer folhas localizadas nas árvores mais altas, Lamarck concluiu que elas foram esticando o pescoço até ele chegar ao tamanho que é atualmente. Seguindo esse raciocínio, quanto mais livros um homem ler durante a vida, melhor será a sua visão. Essa seria a herança dos caracteres adquiridos, o que evidentemente não ocorre, como veremos quando estudarmos as ideias defendidas por Charles Darwin.



## DARWIN E A TEORIA DA EVOLUÇÃO

O inglês Charles Robert Darwin (1809-1882), conhecedor das ideias de seu avô, mas membro de uma família muito religiosa, que acreditava na imutabilidade das espécies, fez uma viagem em torno do mundo de 1831 a 1836. Essa viagem foi feita em um navio chamado Beagle, pertencente à marinha inglesa, que tinha por objetivo fazer o levantamento cartográfico da América do Sul e estudar o arquipélago de Galápagos, situado a 1 000 km da costa do Equador no Pacífico, para a possível instalação de uma base naval.

Nessas ilhas, Darwin passou mais de um mês coletando dados, percepções e observações que permitiram, mais tarde, a elaboração da teoria da evolução e do livro *Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida*, publicado somente em 1859, mais de vinte anos após sua viagem. A demora na publicação foi devida aos conflitos internos de Darwin com a religião, além das críticas feitas pelas igrejas cristãs e por vários cientistas que ainda adotavam o criacionismo e fixismo como explicação para a origem da diversidade de seres vivos.

Das ideias de Darwin sobre a origem das espécies se destacam:

- as características surgem ao acaso e não são frutos da necessidade de o ser vivo sobreviver a determinado ambiente;
- o meio exerce um papel fundamental na manutenção do ser vivo no ambiente, pois realiza a seleção natural. O meio “escolhe” as características do ser vivo mais favoráveis a ele. Não é o ambiente que força o aparecimento de determinada característica;
- se determinada característica foi aprovada pelo ambiente, o ser vivo que a apresenta pode sofrer uma adaptação, o que significa que, além de sobreviver, pode se reproduzir e, pela reprodução, transmitir as características surgidas ao acaso para seus descendentes.

Mais recentemente, na década de 1930, devido às descobertas sobre o material genético das células (DNA) e suas implicações na determinação das características de um ser vivo, surge uma nova base explicativa para a teoria da evolução concebida por Darwin (**o neodarwinismo**). Observe a seguir as principais diferenças e semelhanças entre as três teorias sobre o surgimento da diversidade biológica.

	Lamarckismo	Darwinismo	Neodarwinismo
<b>Ambiente</b>	É o agente causador das modificações. Uma alteração no meio ambiente provoca o aparecimento de novas características que permitem a adaptação a esse ambiente. Essa relação está explicitada na lei do uso e desuso e na lei das transmissões dos caracteres adquiridos.	É o agente que no processo de seleção natural determina os seres vivos que sobrevivem e os que são eliminados.	Quando há uma alteração do ambiente, as populações portadoras de genes que originam variações favoráveis são naturalmente selecionadas por esse ambiente.
<b>Variabilidade genética</b>	Não acontece. De acordo com a teoria, novas espécies aparecem por evolução, devido à perda ou ao ganho de características por necessidade do ser vivo.	Ocorre dentro da mesma espécie, gerando o aparecimento de seres vivos diferenciados em relação aos pais.	A existência de variabilidade genética dentro da mesma espécie possibilita a atuação da seleção natural.
<b>Mecanismos de evolução</b>	Advindos do ambiente e das necessidades dos seres vivos.	A seleção natural dos seres vivos permite a sobrevivência daqueles com as características mais favoráveis para determinado ambiente e a sua reprodução.	É semelhante ao darwinismo, pois também defende a seleção natural das espécies e a sobrevivência daqueles com as melhores características para determinado ambiente.
<b>Transmissão das características</b>	Os pais transmitem aos descendentes as características adquiridas.	As características surgidas ao acaso, se aprovadas pela seleção natural, são herdadas dos antepassados e passadas para os descendentes.	É semelhante ao darwinismo, mas afirma que a seleção natural atua sobre o material genético dos indivíduos de uma população.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2012.

Certamente, você já se emocionou com a beleza de uma obra de arte ou até mesmo com uma fotografia tirada num passeio em família.

Você percebeu que essas imagens têm muitas figuras diferentes?

Uma figura pode ser simplesmente a impressão que as coisas produzem ou, ainda, pode ser entendida como a representação de imagens por meio de desenhos, gravuras, fotografias etc.

As figuras têm muitas qualidades, dentre as quais podemos destacar sua forma e sua planicidade. Dificilmente essas qualidades aparecem sozinhas numa figura, mas sim combinadas, o que certamente nos garante sua grande diversidade e beleza.



*A feira II* (1925), de Tarsila do Amaral (1886-1973), óleo sobre tela, 45,3 × 54,5 cm.



*O ovo ou Urutu* (1928), de Tarsila do Amaral, óleo sobre tela, 60 × 72 cm.

### AS FORMAS GEOMÉTRICAS E AS EMBALAGENS

Você observa as coisas ao seu redor? Normalmente, as figuras que compõem a paisagem por onde transitamos nos passam despercebidas.

Figuras presentes no nosso dia a dia podem, muitas vezes, ser vistas como objetos geométricos: uma laranja, uma caixa de fósforos, uma bola de futebol, entre outras.

Se procurarmos observar esses objetos com mais cuidado, descobriremos coisas interessantes, como o fato de não apresentarem a mesma forma. Enquanto uma laranja tem forma arredondada, uma caixa de fósforos tem forma retangular, cheia de bicos.

Ao longo do tempo, o homem tem aprendido muitas coisas observando a natureza. Ao vermos algo, a primeira coisa que nos chama a atenção é a sua forma. Assim, temos objetos com forma arredondada, quadrada, triangular, hexagonal, entre outras. O favo das abelhas é um bom exemplo de que a forma e o tamanho das coisas, muitas vezes, estão relacionados. Vendo os favos de mel, o ser humano percebeu que seu formato era muito bom para guardar coisas, com grande economia de espaço. Um exemplo disso são os suportes de garrafas nas adegas, onde se guardam garrafas de vinho.

Assim como a forma e o tamanho de um objeto se relacionam, a forma pode estar relacionada com a utilização que faremos do objeto. Você já havia notado isso?

Imagine como seria um jogo de futebol se a bola tivesse a forma de um cubo! Existe uma relação entre o formato da bola de futebol e o fim a que ela se destina: rolar, correr, não machucar os jogadores etc. Outra forma muito comum é o paralelepípedo, que encontramos em vários tipos de objetos: caixas de fósforos, de sapatos, tijolos, armários, edifícios etc.

Observe agora o formato de dois copos.

Quais seriam as desvantagens de um copo de forma cúbica? Se você não conseguir responder a essa pergunta, imagine-se bebendo alguma coisa em um copo cúbico, ou então lavando-o. Perceba como seria incômodo e trabalhoso fazer isso.



Ilustrações digitais: Conrado Editorial

Vamos continuar nossa discussão a partir de situações muito próximas de você, como o empilhamento e armazenamento de embalagens.

Você precisa constantemente organizar os produtos em uma prateleira, no carrinho de compras ou dentro de uma caixa. Quando o espaço é pequeno, o trabalho é maior. Mas você sabe de que modo organizar os produtos.

Há aqueles que não podem ficar deitados, há outros que não suportam peso sobre eles, e existem aqueles que se encaixam bem em um canto.

Observe uma gôndola de supermercado e veja como os produtos são dispostos de modo que ocupem menos espaço, fiquem firmes e não tenham suas embalagens deformadas.



Alexandre Fontalva/Pulsar Imagens

Embalagens de diferentes formatos expostas em uma gôndola de supermercado.

Mas qual é o melhor formato de embalagem para o empilhamento?

Se você respondeu que é a caixa retangular, como a de creme dental, você acertou.

Esse tipo de embalagem tem a forma de uma figura geométrica: o bloco retangular, também chamado **paralelepípedo retângulo**.

Observe agora como as embalagens da foto estão dispostas. Se todas elas tivessem a forma de bloco retangular, será que sobraria espaço entre elas quando organizadas?



Ulian Uyena/Conexão Editorial



Ilustração digital: Edivio Chalastri/Conexão Editorial

Embalagem de creme dental.

Embalagens de diferentes marcas de molho de tomate dispostas em gôndolas de supermercado.

Mas se você agrupar várias caixinhas, como a da figura da embalagem de creme dental, verá que, diferentemente das latas de forma arredondada, o espaço utilizado é mais bem aproveitado.

## SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

Nos sólidos geométricos podemos observar três características, descritas a seguir.

- **Faces:** são as figuras geométricas que limitam o sólido. As faces laterais e as bases formam a envoltória do sólido. Essa envoltória pode ser planificada (como se fôssemos construir um molde da figura para depois montá-la).
- **Arestas:** são a intersecção de duas faces adjacentes (“vizinhas”). As arestas são segmentos de reta, isto é, parte de uma reta com uma origem e fim. Por exemplo, na reta abaixo, o “pedaço” da reta compreendido entre os pontos  $A$  e  $B$ , que indicam  $\overline{AB}$ :



- **Vértices:** são os pontos comuns a pelo menos duas arestas.

A seguir, temos dois sólidos, um prisma pentagonal (figura 1) e um prisma triangular (figura 3), e suas planificações. As faces laterais e as bases formam a envoltória de um sólido geométrico. Ela é uma “superfície” que pode ser planificada sobre uma superfície plana. Tal planificação pode ser obtida ao cortarmos essa envoltória com uma tesoura, exatamente sobre as arestas, para obter uma região plana sem sobreposições e sem defor-

mações das faces (figuras 2 e 4). Vamos verificar quais são as faces, as arestas e os vértices destes sólidos:

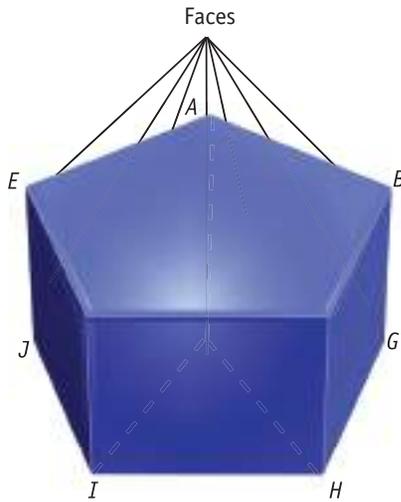


Figura 1: Prisma pentagonal.

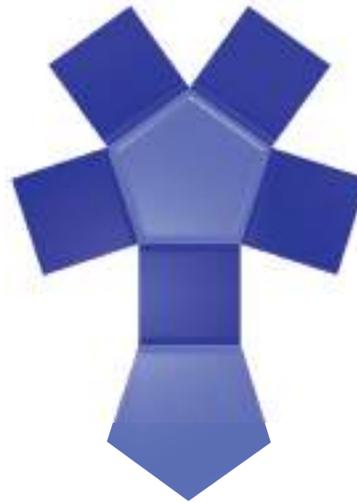


Figura 2: Planificação do prisma pentagonal.

Assim, os vértices do prisma anterior são:  $A, B, C, D, E, F, G, H, I, J$ .

Suas arestas são:  $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}, \overline{DE}, \overline{EA}, \overline{AF}, \overline{BG}, \overline{CH}, \overline{DI}, \overline{EJ}, \overline{FG}, \overline{GH}, \overline{HI}, \overline{IJ}$  e  $\overline{JF}$ .

Suas faces são formadas por figuras planas, ou seja, pelas bases – dois pentágonos ( $ABCDE$  e  $FGHIJ$ ) e pelas faces laterais – cinco paralelogramos ( $ABGF, BCHG, CDIH, DEJI$  e  $EAFJ$ ).

Veja agora outro prisma:

Ilustração digital: Conexão Editorial

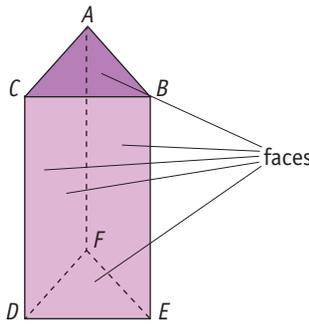


Figura 3: Prisma triangular.

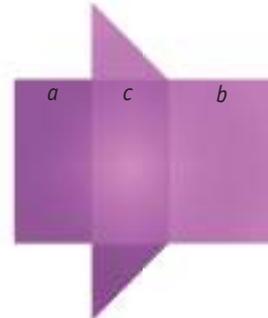


Figura 4: Planificação do prisma triangular.

Os vértices dessa figura são:  $A, B, C, D, E, F$ .

Suas arestas são:  $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{AC}, \overline{AE}, \overline{CD}, \overline{BF}, \overline{EF}, \overline{FD}, \overline{DE}$ . Suas faces são formadas por figuras planas, ou seja, por dois triângulos ( $ABC$  e  $EDF$ ) e três paralelogramos ( $ACDE, BCDF$  e  $ABFE$ ).

Dizemos que os prismas são retos se suas faces laterais forem perpendiculares às bases (cada face forma com a base um ângulo reto:  $90^\circ$ ). Se isso não acontece, são chamados de prismas oblíquos.

A forma do **polígono da base** dá o nome ao prisma. Assim:

- quando as bases são triângulos, o prisma chama-se **prisma triangular**;
- quando são quadrados, o prisma chama-se **prisma quadrangular**;
- quando são pentágonos, o prisma chama-se **prisma pentagonal**; e assim sucessivamente.

## APLICAR CONHECIMENTOS I

Na página anterior, vimos figuras com forma de prisma de base triangular e também de base pentagonal. Observe que os prismas têm sempre duas bases, que estão em planos paralelos, e essas bases são idênticas. Agora discuta com um colega e responda às seguintes questões.

1. Imagine que você tenha que empilhar embalagens no armário, mas colocando só embalagens de um tipo em uma prateleira e as de outro tipo na outra prateleira.  
Você acha que as duas ocuparão bem o espaço como as caixas de pasta de dente? Por quê?  
Você poderá confeccionar as embalagens com massa de modelar, argila ou com papel, seguindo as orientações de construção do molde.
2. Você sabe que o cubo tem várias planificações? Experimente desenhar essas planificações e coloque-as em um painel, para que você e seus colegas descubram quantas e quais são as planificações.
3. Forme um grupo com dois colegas e providencie um papel retangular de 10 cm x 20 cm. Vocês deverão fazer um molde de caixa no formato de bloco retangular, usando a menor quantidade possível de papel; porém, depois de montada, a caixa deve ter a maior capacidade possível. Para verificar a capacidade, vocês poderão forrar a caixa com plástico e enchê-la com água, areia ou outro material, desde que previamente medidos. Comparem a caixa de vocês com as caixas dos demais grupos. O que vocês concluíram a respeito das medidas da caixa?

## DE OLHO NAS EMBALAGENS



DROGA... É SEMPRE ASSIM!



INTERCONTINENTAL PRESS  
BROWNE, Dik. Hagar, o terrível. Folha de S. Paulo, 8 jan. 2007. Ilustrada. p. B7.

Estudamos até aqui o formato das embalagens, mas você já prestou atenção nos rótulos delas? Quais dados você procura neles e quais você considera mais importantes?

É necessário ler os rótulos porque eles trazem informações valiosas como data de validade, quantidade do produto, ingredientes etc.

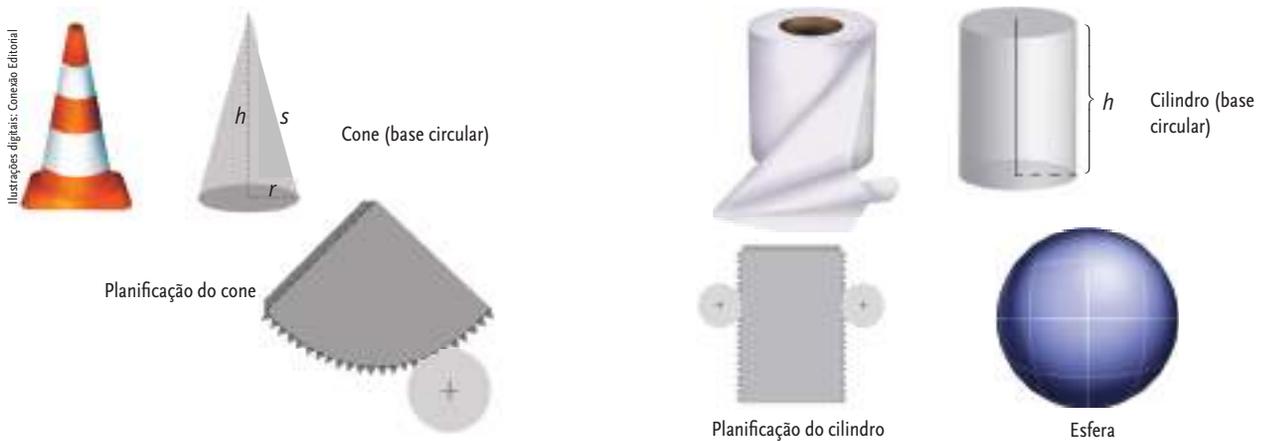
É importante saber quando um produto vence, mas muitos consumidores não dão a devida importância a essa informação. Muitos artigos em promoção estão com os prazos de validade próximos do vencimento. É preciso, ainda, atentar para o fato de que, depois de aberto, o prazo de validade do produto diminui, porque sua degradação é mais rápida.

A quantidade e o preço nos ajudam a comparar produtos semelhantes de marcas variadas, mas com quantidade e preços diferentes.

Suponhamos que uma maionese seja vendida num pote de 220 g por R\$ 1,90 e num pote de 500 g, por R\$ 3,75. Se compararmos quantidade e preço, o que seria mais vantajoso levar? E se o supermercado anunciar a promoção de duas caixas de sabão em pó por R\$ 8,50 e um pacote com 3 caixas da mesma marca a R\$ 12,60? Valeria a pena aproveitar essa promoção? Discuta as possibilidades de resolução com os colegas da sala.

## CONHECENDO OUTRAS FORMAS

Observe a ilustração com outras formas:



Você sabia que também existe uma classificação para os sólidos geométricos? Eles podem pertencer a dois grandes grupos: os poliedros e os corpos redondos.

Há figuras do espaço tridimensional que têm superfície arredondada, como a esfera, e há outras que têm superfícies arredondadas e planas, como o cone e o cilindro. Por isso, são chamadas **sólidos redondos** ou **corpos redondos**. As demais figuras não rolam, e são denominadas **poliedros** ou **sólidos não redondos**.

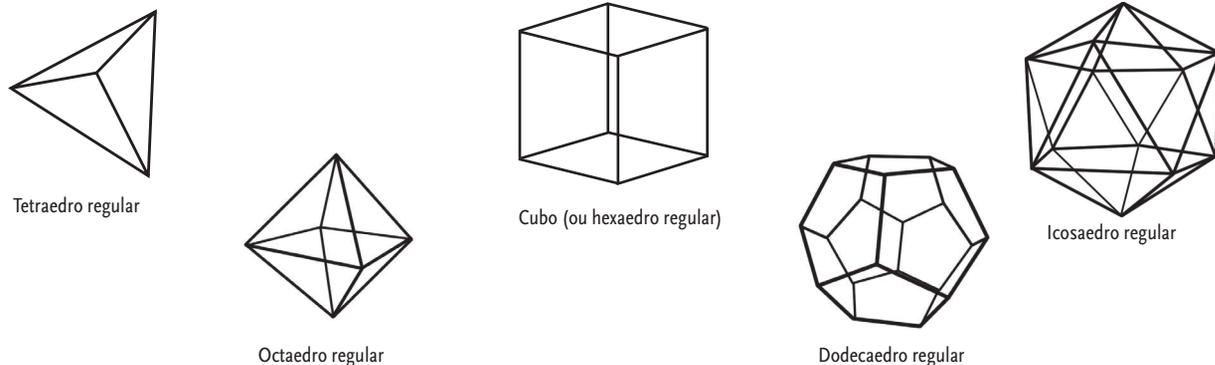
## POLIEDROS

Um poliedro é uma figura do espaço delimitada por polígonos. As pirâmides e os prismas são exemplos de poliedros.

Há somente cinco poliedros que são regulares. Observe que suas faces são polígonos regulares e idênticos, e os ângulos poliédricos (ângulos formados pelas faces que se encontram em um vértice) são todos de mesma medida. É importante destacar que os polígonos são figuras fechadas formadas por segmentos de reta, nas quais cada um de seus vértices é extremidade de dois lados, e ainda, dois lados com a mesma extremidade não pertencem a uma mesma reta. Eles se caracterizam pelos elementos: ângulos, vértices, diagonais e lados.

Os polígonos são nomeados de acordo como número de lados. Todo polígono regular possui os lados e os ângulos com medidas iguais.

Você pode tentar construir os poliedros abaixo usando canudos.



**Designer de produtos**

O conhecimento das formas geométricas pode ser uma poderosa ferramenta para algumas atividades profissionais como o *designer* de produtos. Trata-se de um profissional que trabalha na interface da concepção, desenvolvimento e produção industrial de bens e objetos, arte, comunicação visual e, mais contemporaneamente, o saber prático da computação gráfica.

Ele vai reunir esses conhecimentos e tecnologias para elaborar produtos feitos em escala industrial. Para executar suas tarefas, ele deverá dominar conhecimentos sobre as dinâmicas sociais, cultura, sociedade de consumo e história e arte do *design*. Seu propósito é aperfeiçoar a aparência e apresentação dos produtos, adaptadas ao gosto, preferências, necessidades ou possibilidades do público consumidor. Dessa forma, baseando-se em pesquisas e sonda-

gens, o objetivo é tornar os produtos atrativos pela forma, mas também pela sua qualidade e funcionalidade. Evidentemente, com isso, as empresas têm em vista também a racionalização dos custos de produção. Seu campo de trabalho é muito amplo, pois o *designer* de produtos pode criar novos modelos e padrões para veículos, eletrodomésticos, bens eletroeletrônicos, móveis, joias, calçados, roupas e objetos domésticos como luminárias, louças e outros. Atua também na concepção de embalagens e junto às equipes de *marketing*, vendas e engenharia. Assim, cabe ao *designer* de produtos analisar e propor soluções em aspectos de *marketing* e de viabilidade técnica e econômica do projeto.

Os recursos da computação gráfica poderão ser úteis na concepção e esboço dos produ-

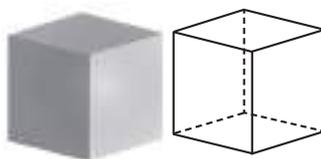
tos e em etapas de cálculo de medidas, seleção de materiais e componentes, definição de cores e outros elementos estéticos.

**Formação escolar exigida:** Ensino técnico completo (4 anos).

**Área de atuação:** Há muitas possibilidades de atuação para o profissional dessa área, tais como em indústrias automobilísticas, de peças específicas, eletrodomésticos, fabricação de móveis, embalagens, alimentícias e utilitários em geral. O profissional pode atuar dentro das empresas ou como autônomo, em escritório próprio. Além disso, tem a possibilidade de prestar consultoria para agências de publicidade e indústrias gráficas. Pode completar posteriormente sua formação frequentando cursos no ensino superior ligados a essa carreira, como engenharia ou comunicação visual.

**APLICAR CONHECIMENTOS II**

- Das figuras a seguir, a da esquerda representa um sólido (figura espacial). Neste sólido, temos arestas que não estão visíveis, porém podemos desenhá-las, como na figura à direita.

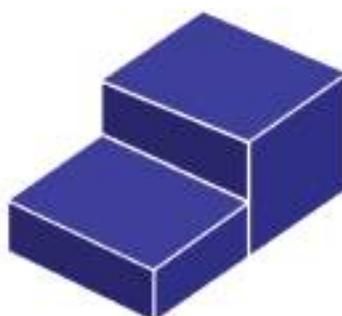


Agora, desene as arestas escondidas nestas figuras:

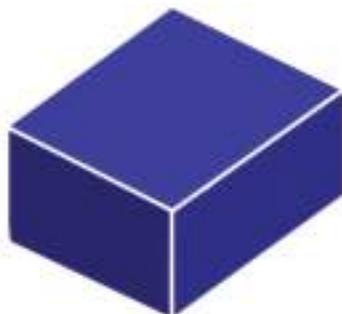
a)



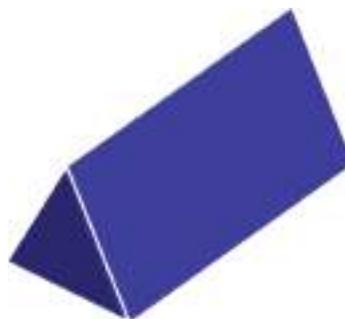
c)



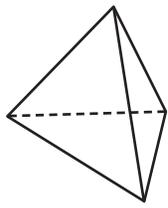
b)



d)



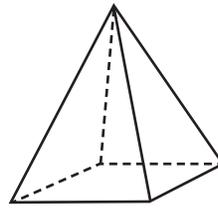
2. Imagine as pirâmides de bases diversas (base triangular, base quadrada, base pentagonal, base hexagonal etc.).



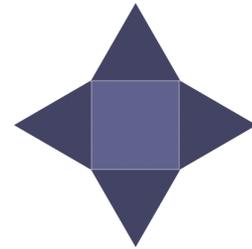
Pirâmide de base triangular



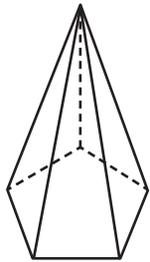
Planificação da pirâmide de base triangular



Pirâmide de base quadrangular



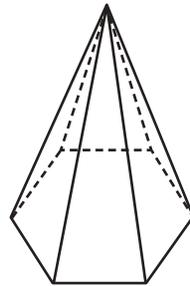
Planificação da pirâmide de base quadrangular



Pirâmide de base pentagonal



Planificação da pirâmide de base pentagonal



Pirâmide de base hexagonal



Planificação da pirâmide de base hexagonal

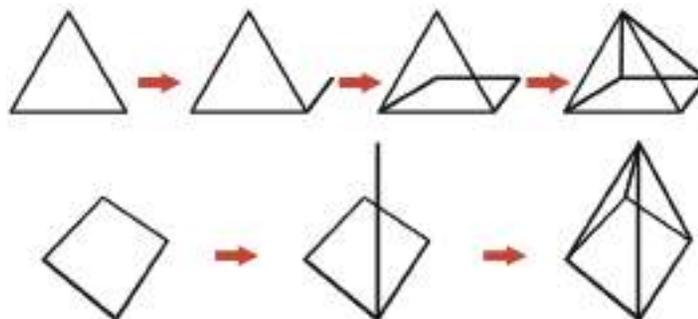
As faces que não são bases são chamadas **faces laterais**. Observe as faces laterais dessas pirâmides. Elas têm a mesma forma. Que forma é essa? Será que as faces laterais de todas as pirâmides têm essa forma? Que relação você observa entre o número de faces laterais e o número de lados do polígono da base? Essa relação é sempre válida? Discuta essas questões com um colega e tente respondê-las.

## EXPERIMENTAR

### PRISMAS

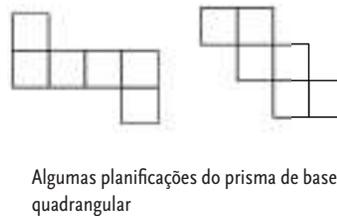
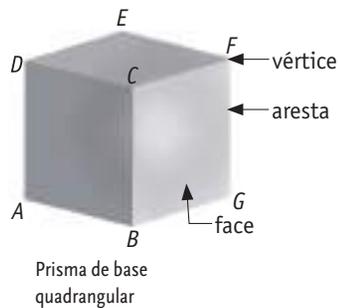
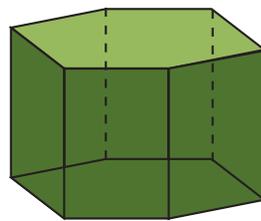
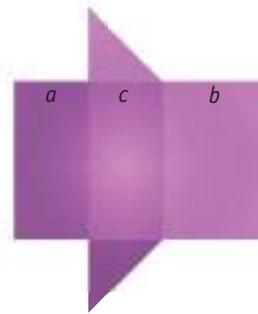
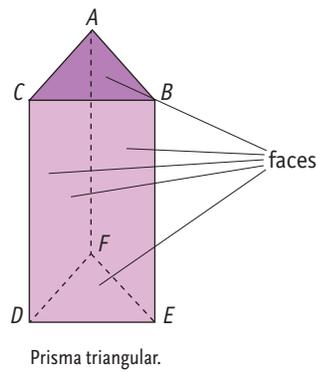
Vamos construir uma pirâmide regular de base quadrada, reforçando a questão relacionada à perspectiva.

**Materiais necessários:** canudinhos; linha; agulha; papel; lápis; e um desenho de uma pirâmide regular de base quadrangular.



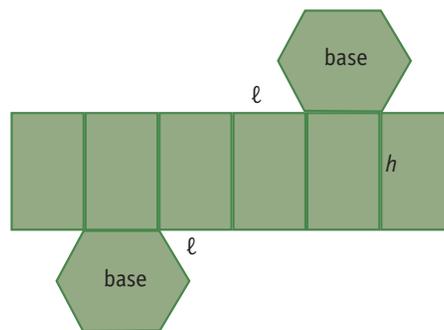
Utilizando canudinhos, linha e agulha, construa uma pirâmide como a da figura anterior (as arestas serão costuradas nos vértices). Em seguida, faça, num papel, um desenho da pirâmide construída.

Agora, imagine prismas de bases diferentes.



**Atenção:** As faces laterais referem-se aos polígonos que formam os lados de um prisma, excluindo-se as bases.

Os prismas têm duas bases, diferentemente da pirâmide.

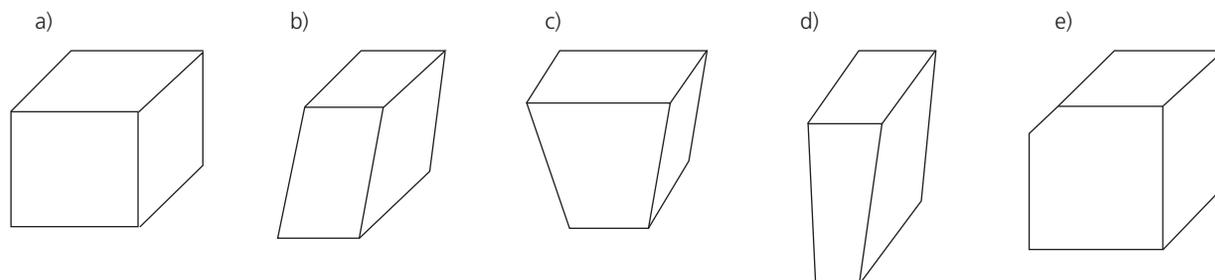


Verifique se há relação entre o número de faces laterais e o número de lados dos polígonos das bases. Essa relação é válida para todos os prismas?

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Escreva uma lista indicando as principais semelhanças e diferenças entre uma pirâmide e um prisma.
2. Enem (2010) Para confeccionar, em madeira, um cesto de lixo que comporá o ambiente decorativo de uma sala de aula, um marceneiro utilizará, para as faces laterais, retângulos e trapézios isósceles e, para o fundo, um quadrilátero, com os lados de mesma medida e ângulos retos.

Qual das figuras representa o formato de um cesto que possui as características estabelecidas?



### PARA AMPLIAR SEUS ESTUDOS

#### LIVROS



##### FAZENDO ARTE COM A MATEMÁTICA

FAINGUELERNT, Estela Kaufman; NUNES, Katia Regina Ashton. *Fazendo arte com a Matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2006.



##### FORMAS NUM MUNDO DE FORMAS

CÂNDIDO, Suzana Laino. *Formas num mundo de formas*. São Paulo: Moderna, 1997.



##### A GEOMETRIA NA ANTIGUIDADE CLÁSSICA

MILIES, Francisco César Polcino; BUSSAB, José Hugo de Oliveira. *A Geometria na Antiguidade Clássica*. São Paulo: FTD, 1999.



##### GEOMETRIA SAGRADA

PENNICK, Nigel. *Geometria sagrada*. 2. ed. São Paulo: Pensamento, 2002.



##### OS POLIEDROS DE PLATÃO E OS DEDOS DA MÃO

MACHADO, Nilson José. *Os poliedros de Platão e os dedos da mão*. São Paulo: Scipione, 1996. (Coleção Vivendo a Matemática.)

#### SITES



##### ATRATOR: MATEMÁTICA INTERATIVA

O site é de Portugal, mas é de fácil leitura. Traz belas imagens, fotografias de exposições de geometria que podem ser visitadas, além de contribuições da Universidade de Portugal. Ainda é possível girar e abrir um poliedro escolhido por você.

Disponível em: <[www.atractor.pt/mat/fr-in.htm](http://www.atractor.pt/mat/fr-in.htm)>. Acesso em: 28 nov. 2011.



##### POLIEDROS

É um bom site para se obter mais informações sobre poliedros. O conteúdo está em inglês.

Disponível em: <[www.polydron.com](http://www.polydron.com)>. Acesso em: 28 nov. 2011.

#### FILME



##### O PREÇO DO DESAFIO

O boliviano Escalante leciona matemática na Escola Garfield, no subúrbio de Los Angeles. Com sua dedicação, enfrenta alunos rebeldes liderados por Angel, e prepara-os para o Exame Nacional de Cálculos Avançados. Filme baseado em fatos reais.

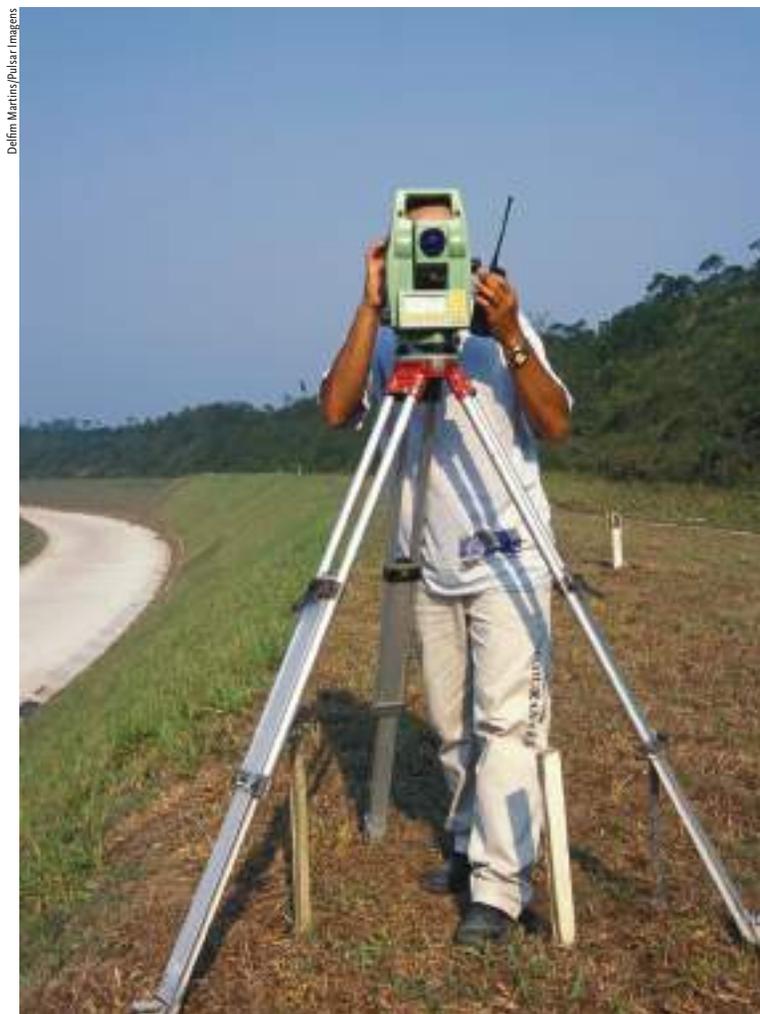
Direção de Ramón Menéndez. EUA, 1988, 102 min.

# Trigonometria no triângulo retângulo e outros elementos de geometria analítica

Ao comparar a sombra de uma pirâmide com a sombra de um bastão perpendicular ao solo, Tales de Mileto utilizava a proporcionalidade entre as medidas dos lados correspondentes de figuras semelhantes. Observe com atenção a planta de uma construção. Em geral, a planta é feita levando em conta as proporcionalidades entre os componentes de figuras semelhantes. Isso porque figuras semelhantes têm lados correspondentes proporcionais e ângulos correspondentes congruentes.

A trigonometria é o estudo das questões angulares e de suas consequências em triângulos. O triângulo retângulo será o objeto de estudo neste capítulo.

## TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO



Delfim Martins/Pulsar Imagens

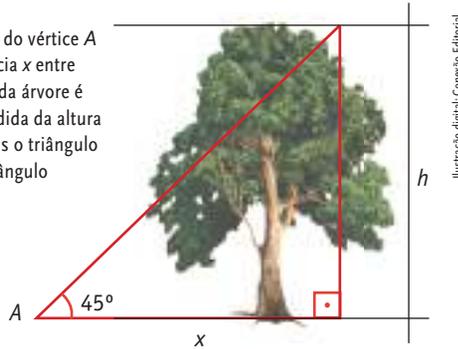
Você já deve ter visto pelas ruas pessoas trabalhando com um teodolito (como o da foto). Esse aparelho é utilizado para realizar medições. Ele é capaz de medir ângulos, tanto em planos horizontais como em planos verticais. Com as medidas coletadas, os topógrafos realizam seus cálculos, muitos deles fundamentados nas ideias da trigonometria. Esta foto foi tirada na rodovia dos Imigrantes (SP), em 2002.

A ideia inicial deste estudo será mostrada por meio de um exemplo. Um quadrado tem quatro lados de medidas iguais e quatro ângulos de  $90^\circ$ . Ao traçar uma diagonal, em qualquer quadrado, obtêm-se dois triângulos retângulos congruentes. Os ângulos agudos de cada um dos triângulos formados medem  $45^\circ$ . A partir dessa evidência é possível resolver situações como esta:



É possível obter uma estimativa da altura da árvore utilizando um triângulo retângulo apropriado:

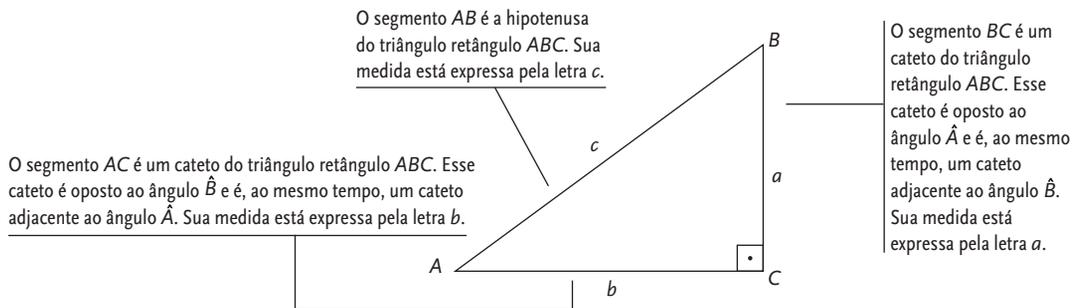
Quando o ângulo do vértice  $A$  é de  $45^\circ$ , a distância  $x$  entre o ponto  $A$  e o pé da árvore é exatamente a medida da altura ( $h$ ) da árvore, pois o triângulo formado é um triângulo isósceles.



Isso porque a medida dos catetos são iguais. Alguém poderia perguntar: Como descobrir a altura da árvore se o local for inacessível e corresponder à hipotenusa de um triângulo retângulo?

Ou então: E se não for possível fazer a medição do ângulo de  $45^\circ$ ?

A trigonometria no triângulo retângulo ajuda a responder a essas perguntas, determinando razões entre as medidas dos lados do triângulo retângulo em relação aos ângulos agudos de  $1^\circ$  a  $89^\circ$ . Leia as notas que acompanham a figura abaixo:



No exemplo da altura da árvore, a razão utilizada foi a razão entre as medidas dos catetos.

A razão entre a medida do cateto oposto ao ângulo  $\hat{A}$  e a medida do cateto adjacente ao ângulo  $\hat{A}$  é chamada de tangente do ângulo  $\hat{A}$  e é expressa como razão entre as medidas dos catetos em questão:

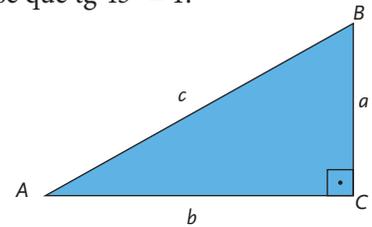
Abreviatura da tangente referente ao ângulo do vértice  $A$ .  $\left| \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right. \text{tg } \hat{A} = \frac{h}{x}$

Para entender como funcionam essas ideias trigonométricas, veja o que é possível concluir sobre o problema da árvore. A tangente de  $45^\circ$  é a razão entre os catetos de um triângulo isósceles. Veja:

$$\text{tg } 45^\circ = \frac{h}{x}$$

Como o triângulo é isósceles, temos  $h = x$ . Nesse caso, conclui-se que  $\text{tg } 45^\circ = 1$ .

Neste capítulo, serão estudadas três razões trigonométricas: o seno, o cosseno e a tangente de um ângulo agudo de um triângulo retângulo. Observe o triângulo retângulo  $ABC$  e leia a definição dessas razões trigonométricas.



A razão **tangente** de um ângulo  $\hat{A}$  é a razão entre o cateto oposto ao ângulo  $A$  e o cateto adjacente ao ângulo  $\hat{A}$ . No triângulo  $ABC$ , a tangente pode ser representada pelas seguintes expressões:

$$\text{tg } A = \frac{a}{b} \quad \text{e} \quad \text{tg } B = \frac{b}{a}$$

A razão **seno** de um ângulo  $\hat{A}$  é a razão entre o cateto oposto ao ângulo  $\hat{A}$  e a hipotenusa do triângulo  $ABC$ . Nesse triângulo, a razão seno pode ser representada pelas seguintes expressões:

$$\text{sen } A = \frac{a}{c} \quad \text{e} \quad \text{tg } B = \frac{b}{c}$$

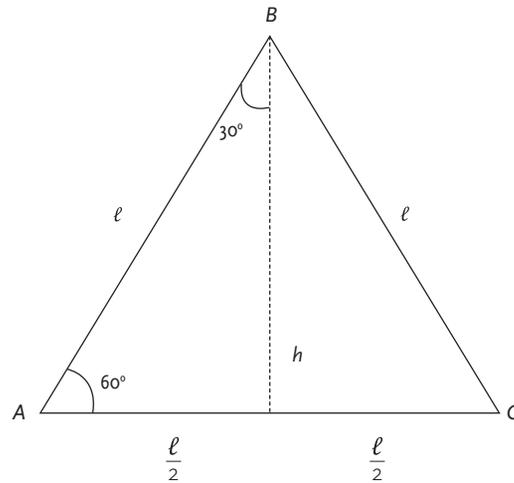
A razão **cosseno** de um ângulo  $\hat{A}$  é a razão entre o cateto adjacente ao ângulo  $\hat{A}$  e a hipotenusa do triângulo retângulo  $ABC$ . Nesse triângulo, a razão cosseno pode ser representada pelas seguintes expressões:

$$\text{cos } A = \frac{b}{c} \quad \text{e} \quad \text{tg } B = \frac{a}{c}$$

Outras razões trigonométricas podem ser obtidas sem necessidade de construção da figura e das respectivas medidas. Os ângulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  são chamados de ângulos notáveis justamente por sua ocorrência em algumas figuras geométricas.

Um triângulo equilátero cujos lados medem  $\ell$  é também um triângulo equiângulo, ou seja, os três ângulos têm a mesma medida:  $60^\circ$ . Cada uma das alturas do triângulo equilátero coincide com a bissetriz de um ângulo de medida  $60^\circ$ , e, nesse caso, divide o triângulo equilátero em dois triângulos retângulos congruentes, cujos ângulos agudos medem  $30^\circ$  e  $60^\circ$ .

Observe como pode ser calculada a tangente de  $60^\circ$ .



Para o cálculo dessa razão, é necessário calcular a altura ( $h$ ) em função de  $\ell$ , que é a medida dos lados do triângulo:

$$h^2 + \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 = \ell^2 \Rightarrow h^2 = \ell^2 - \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 \Rightarrow h^2 = \frac{3\ell^2}{4} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{3\ell^2}{4}} \Rightarrow h = \ell \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Cálculo da tangente de  $60^\circ$ :

$$\text{tg } 60^\circ = \frac{h}{\frac{\ell}{2}} = \frac{\ell \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\ell}{2}} = \ell \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{\ell} = \sqrt{3}$$

### APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Leia as definições das relações seno (sen), cosseno (cos) e tangente (tg) dadas anteriormente e calcule os valores de:
  - a)  $\text{sen } 30^\circ$  .....
  - b)  $\text{sen } 60^\circ$  .....
  - c)  $\text{cos } 30^\circ$  .....
  - d)  $\text{cos } 60^\circ$  .....
  - e)  $\text{tg } 30^\circ$  .....
2. Construa um triângulo retângulo isósceles e calcule os valores de:
  - a)  $\text{sen } 45^\circ$
  - b)  $\text{cos } 45^\circ$

A seguir, será fornecida uma tabela de razões trigonométricas para uso na resolução dos problemas apresentados.

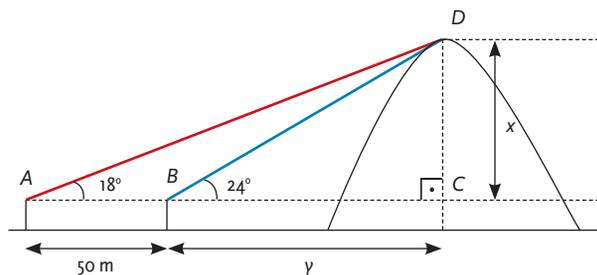
TABELA DE RAZÕES TRIGONOMÉTRICAS			
ângulo	sen	cos	tg
1	0,0175	0,9998	0,0175
2	0,0349	0,9994	0,0349
3	0,0523	0,9986	0,0524
4	0,0698	0,9976	0,0699
5	0,0872	0,9962	0,0875
6	0,1045	0,9945	0,1051
7	0,1219	0,9925	0,1228
8	0,1392	0,9903	0,1405
9	0,1564	0,9877	0,1584
10	0,1736	0,9848	0,1763
11	0,1908	0,9816	0,1944
12	0,2079	0,9781	0,2126
13	0,2250	0,9744	0,2309
14	0,2419	0,9703	0,2493
15	0,2588	0,9659	0,2679
16	0,2756	0,9613	0,2867
17	0,2924	0,9563	0,3057
18	0,3090	0,9511	0,3249
19	0,3256	0,9455	0,3443
20	0,3420	0,9397	0,3640
21	0,3584	0,9336	0,3839
22	0,3746	0,9272	0,4040
23	0,3907	0,9205	0,4245
24	0,4067	0,9135	0,4452
25	0,4226	0,9063	0,4663
26	0,4384	0,8988	0,4877
27	0,4540	0,8910	0,5095
28	0,4695	0,8829	0,5317
29	0,4848	0,8746	0,5543
30	0,5000	0,8660	0,5774
31	0,5150	0,8572	0,6009
32	0,5299	0,8480	0,6249
33	0,5446	0,8387	0,6494
34	0,5592	0,8290	0,6745
35	0,5736	0,8192	0,7002
36	0,5878	0,8090	0,7265
37	0,6018	0,7986	0,7536
38	0,6157	0,7880	0,7813
39	0,6293	0,7771	0,8098
40	0,6428	0,7660	0,8391
41	0,6561	0,7547	0,8693
42	0,6691	0,7431	0,9004
43	0,6820	0,7314	0,9325

TABELA DE RAZÕES TRIGONOMÉTRICAS			
ângulo	sen	cos	tg
44	0,6947	0,7193	0,9657
45	0,7071	0,7071	1,0000
46	0,7193	0,6947	1,0355
47	0,7314	0,6820	1,0724
48	0,7431	0,6691	1,1106
49	0,7547	0,6561	1,1504
50	0,7660	0,6428	1,1918
51	0,7771	0,6293	1,2349
52	0,7880	0,6157	1,2799
53	0,7986	0,6018	1,3270
54	0,8090	0,5878	1,3764
55	0,8192	0,5736	1,4281
56	0,8290	0,5592	1,4826
57	0,8387	0,5446	1,5399
58	0,8480	0,5299	1,6003
59	0,8572	0,5150	1,6643
60	0,8660	0,5000	1,7321
61	0,8746	0,4848	1,8040
62	0,8829	0,4695	1,8807
63	0,8910	0,4540	1,9626
64	0,8988	0,4384	2,0503
65	0,9063	0,4226	2,1445
66	0,9135	0,4067	2,2460
67	0,9205	0,3907	2,3559
68	0,9272	0,3746	2,4751
69	0,9336	0,3584	2,6051
70	0,9397	0,3420	2,7475
71	0,9455	0,3256	2,9042
72	0,9511	0,3090	3,0777
73	0,9563	0,2924	3,2709
74	0,9613	0,2756	3,4874
75	0,9659	0,2588	3,7321
76	0,9703	0,2419	4,0108
77	0,9744	0,2250	4,3315
78	0,9781	0,2079	4,7046
79	0,9816	0,1908	5,1446
80	0,9848	0,1736	5,6713
81	0,9877	0,1564	6,3138
82	0,9903	0,1392	7,1154
83	0,9925	0,1219	8,1443
84	0,9945	0,1045	9,5144
85	0,9962	0,0872	11,4301

Fonte: Organizada pelos autores, 2012.

Observe um exemplo do uso da tabela para resolver um problema.

Um topógrafo precisa calcular a altura de uma colina para projetar a implantação de uma torre de telecomunicações. O teodolito utilizado pelo topógrafo está em um tripé cuja altura é 1,60 m. O topógrafo mede o ângulo no ponto  $B$  e se afasta da colina 50 m e, no ponto  $A$ , mede novamente o ângulo. Calcule a altura da colina.



A altura da colina é o valor de  $x$  acrescido da altura na qual o teodolito opera. O desenho mostra dois triângulos retângulos:  $ACD$  e  $BCD$ . Nos dois triângulos, o segmento  $DC$ , de medida  $x$ , é o cateto oposto aos ângulos medidos. Os segmentos  $AC$  e  $BC$  são catetos adjacentes aos ângulos medidos. Esses elementos sugerem a utilização da razão trigonométrica **tangente**, e, a partir deles, podem-se obter as seguintes equações:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 18^\circ &= \frac{x}{y + 50} \\ \operatorname{tg} 24^\circ &= \frac{x}{y} \end{aligned}$$

Lembre-se de que a razão tangente é a razão entre as medidas do cateto oposto e do cateto adjacente ao ângulo em questão.

Obtém-se, assim, um sistema de equações com duas incógnitas. Os valores das tangentes dos ângulos medidos são obtidos na tabela de razões trigonométricas, da página anterior.

$$0,3249 = \frac{x}{y + 50}$$

$$0,4452 = \frac{x}{y}$$

Resolução do sistema:

$$x = 0,4452 \cdot y$$

A incógnita  $x$  é isolada em uma das equações.

$$\frac{0,4452 \cdot y}{y + 50} = 0,3249$$

O valor de  $x$  é substituído na outra equação.

$$0,4452 \cdot y = 0,3249 \cdot (y + 50)$$

$$0,4452 \cdot y - 0,3249 \cdot y = 0,3249 \cdot 50$$

$$0,1203 \cdot y = 16,245$$

$$y = 135,0374$$

$$x = 0,4452 \cdot 135,0374$$

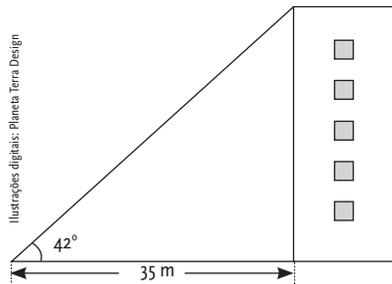
$$x = 60,11865$$

Para calcular a altura da colina, soma-se o valor de  $x$  (aproximadamente 60,12) à altura do teodolito (1,60):  $60,12 + 1,60 = 61,72$ .

Assim, a altura da colina mede, aproximadamente, 61,72 m.

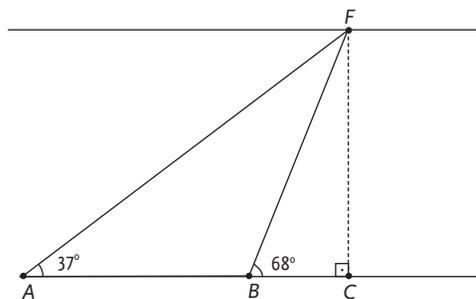
## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Calcule a altura de uma edificação a partir das indicações da figura:



2. Um barco navega na direção  $AB$ , próximo a um farol  $F$ , conforme a figura mostra.

No ponto  $A$ , o comandante verifica que a reta  $AF$ , da embarcação ao farol, forma um ângulo de  $37^\circ$  com a direção  $AB$ . Após a embarcação percorrer 1 500 m, no ponto  $B$ , o comandante faz uma nova medição e verifica que a reta  $BF$ , da embarcação ao farol, forma um ângulo de  $68^\circ$  com a mesma direção  $AB$ . Seguindo sempre a direção  $AB$ , calcule a distância entre a embarcação e o farol quando ela estiver no ponto  $C$ .

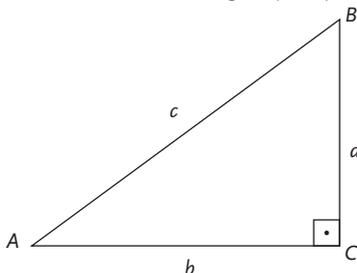


3. Quais são as medidas dos catetos de um triângulo retângulo cuja hipotenusa mede 7 m e um dos ângulos mede  $32^\circ$ ?

4. Qual é o comprimento da sombra de um poste de 4,8 m de altura no instante em que os raios solares estão formando um ângulo de  $85^\circ$  com o solo?

5. Um técnico dispõe de um teodolito de 1,40 m de altura. Apontando esse teodolito em direção ao topo de um edifício, registra um ângulo de  $65^\circ$ . Afastando-se 180 m, registra um ângulo de  $22^\circ$ . Qual é a altura do edifício?

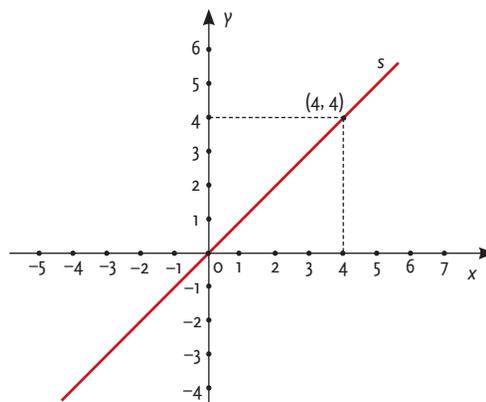
6. Utilize os dados do triângulo para provar que  $\text{sen}^2 A + \text{cos}^2 A = 1$ .



## OUTROS ELEMENTOS DE GEOMETRIA ANALÍTICA

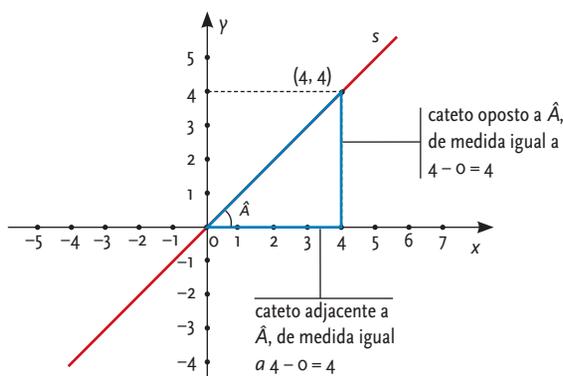
Você já estudou a equação de reta. A equação reduzida de reta,  $y = mx + n$ , será abordada novamente aqui.

A reta  $s$  é uma reta que passa pelo ponto  $(0, 0)$  e também pelo ponto  $(4, 4)$ . Uma equação de reta  $s$  pode ser obtida por meio desses dois pontos. Lembra-se?



A resolução do sistema  $\begin{cases} 4 = m \cdot 4 + n \\ 0 = m \cdot 0 + n \end{cases}$  permite obter os valores de  $m$  e  $n$ , que são:  $m = 1$  e  $n = 0$ . Assim, a equação reduzida da reta  $s$  é:  $y = 1x$ .

Observe:



Na figura pode-se notar um triângulo retângulo cujos vértices são os pontos  $(0, 0)$ ,  $(4, 4)$  e  $(4, 0)$ . A tangente do ângulo  $\hat{A}$  é obtida pela razão  $\frac{4-0}{4-0} = \frac{4}{1} = 1$ . Esse valor coincide com o valor do coeficiente  $m$  da equação reduzida da reta.

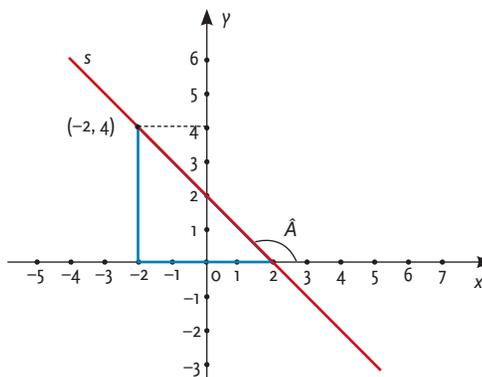
Pode-se provar que o valor de  $m$  em equações reduzidas de retas não verticais coincide com o valor da

tangente de  $\hat{A}$ , sendo  $\hat{A}$  o ângulo que a reta forma com o eixo  $x$ , sempre considerando o ângulo que se situa acima do eixo  $x$  e à direita. Também se pode provar que o coeficiente  $n$  é a ordenada do ponto, no qual a reta corta o eixo  $y$ .

Os coeficientes  $m$  e  $n$  são chamados, respectivamente, de coeficiente angular da reta e coeficiente linear da reta.

Nos casos em que a reta é decrescente, o cálculo da tangente, a partir das coordenadas dos vértices, resultará em um valor de tangente negativo.

Assim, para a reta  $s$  representada a seguir, o coeficiente angular é obtido pela razão  $\frac{4-0}{-2-2} = \frac{4}{-4} = -1$ . Como o ângulo cuja tangente é 1 (positivo) é o ângulo de  $45^\circ$ , então o ângulo cuja tangente é  $-1$  é o ângulo suplementar de  $45^\circ$ , ou seja,  $180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$ .



Neste momento, não abordaremos a expansão da trigonometria para situações nas quais os valores são negativos.

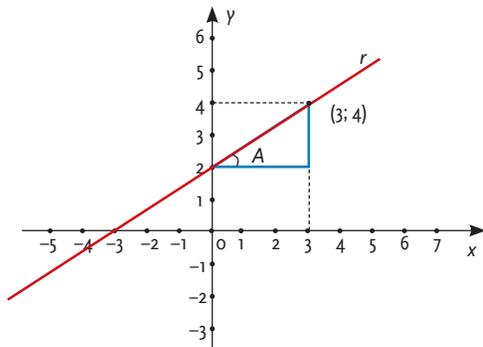
### Conclusão

Dadas duas retas:  $r$  e  $s$ , cujas equações reduzidas são respectivamente:

$$y_r = m_r \cdot x + n_r \quad \text{e} \quad y_s = m_s \cdot x + n_s,$$

é possível provar que se  $m_r = m_s$ ; as retas são coincidentes ou paralelas; e que, se  $m_r \cdot m_s = -1$ , as retas são perpendiculares.

Veja um exemplo da aplicação dessas ideias:



A reta  $r$  passa pelos pontos  $(0, 2)$  e  $(3, 4)$ . Determine a equação reduzida da reta  $s$ , perpendicular a  $r$  e que corta o eixo  $y$  no ponto de ordenada  $-3$ .

A tangente de  $\hat{A}$  é obtida pela razão  $\frac{4-2}{3-0} = \frac{2}{3}$ . Assim  $m_r = \frac{2}{3}$ .

Sabendo o valor do coeficiente angular de  $r$ , calcule-se o coeficiente angular de  $s$ , que é perpendicular a  $r$ :

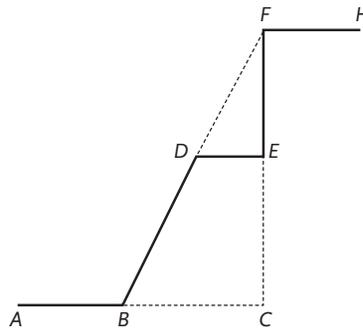
$$m_s \cdot \frac{2}{3} = -1 \rightarrow m_s = -1 \cdot \frac{3}{2} \rightarrow m_s = -\frac{3}{2}$$

Sabemos que o coeficiente linear da reta  $s$  é  $-3$ . Então, a equação da reta  $s$ , perpendicular a  $r$ , é:

$$y = -\frac{3}{2}x - 3$$

### APLICAR CONHECIMENTOS III

- Unesp (2000) Ao chegar de viagem, uma pessoa tomou um táxi no aeroporto para se dirigir ao hotel. O percurso feito pelo táxi, representado pelos segmentos  $AB$ ,  $BD$ ,  $DE$ ,  $EF$  e  $FH$ , está esboçado na figura, onde o ponto  $A$  indica o aeroporto, o ponto  $H$  indica o hotel,  $BCF$  é um triângulo retângulo com o ângulo reto em  $C$ , o ângulo no vértice  $B$  mede  $60^\circ$  e  $DE$  é paralelo a  $BC$ .



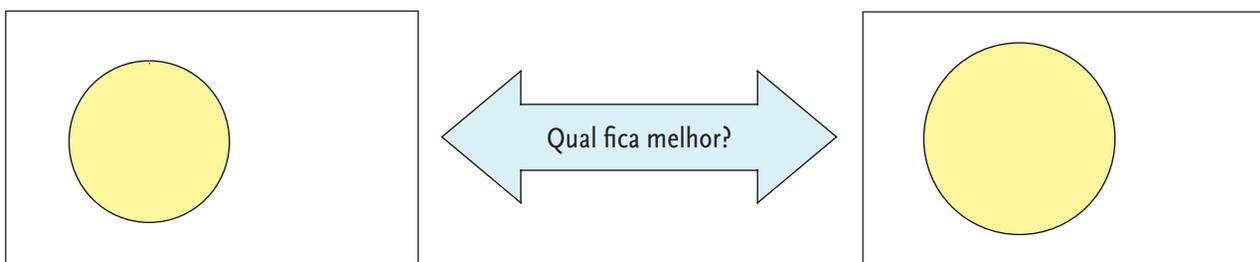
Assumindo o valor  $\sqrt{3} = 1,7$  e sabendo-se que  $AB = 3$  km,  $BC = 3$  km,  $DE = 1$  km e  $FH = 3,3$  km, determine:

- as medidas dos segmentos  $BD$  e  $EF$  em quilômetros;
- o preço que a pessoa pagou pela corrida (em reais), sabendo-se que o valor da corrida do táxi é dado pela função  $y = 4 + 0,8x$ , sendo  $x$  a distância percorrida em quilômetros e  $y$  o valor da corrida em reais.

## Comprimento e área de figuras com componentes circulares

### COMO MEDIR OBJETOS CIRCULARES?

Você já precisou medir o comprimento ou a área de algum objeto redondo? Uma pessoa, ao planejar a compra de uma mesa redonda para colocar na cozinha, provavelmente se preocupa com o espaço que a mesa irá ocupar. Ficará adequada ao espaço? Que superfície ela ocupará?



As formas arredondadas sempre fascinaram a humanidade, e de modo particular os matemáticos. Na tentativa de descobrir alguma relação entre o diâmetro, que é um segmento de reta, e o comprimento de circunferências, muitas pessoas investiram boa parte da vida. Você também pode fazer algumas experiências nesse sentido. Use um metro de carpinteiro ou uma fita métrica e meça o diâmetro de uma roda de bicicleta. Depois marque no chão a distância que a bicicleta percorre após a roda completar uma volta. Meça essa distância. Divida essa medida pela medida do diâmetro.

Dessa forma, obterá uma razão aproximada entre o comprimento da roda e a medida de seu diâmetro. Não importa o tamanho da roda, pois você obterá, em qualquer caso, um valor que é um pouco maior que 3. Repita a experiência com outros objetos redondos e verifique o valor dessa razão.

### COMPRIMENTO DA CIRCUNFERÊNCIA

Os egípcios sabiam trabalhar muito bem com razões. Descobriram que a razão entre o comprimento de uma circunferência e seu diâmetro é a mesma para qualquer circunferência, e seu valor é um número “um pouquinho maior que 3”.

É essa razão que hoje chamamos de pi. Foi Leonhard Euler quem, em 1737, tornou conhecido o símbolo  $\pi$  (letra grega) para o número pi. Também foi nessa época que os matemáticos conseguiram demonstrar que o  $\pi$  é um número irracional.

Nos problemas deste capítulo, utilizaremos o valor aproximado de  $\pi = 3,14$ .

Por meio de métodos matemáticos mais sofisticados, prova-se que  $\frac{c}{d} = \pi$ .

 $\pi$ 

3,14159

265358979323  
84626433832795  
02884197169399375  
1058209749445923078  
164062862089986280  
3482534211706798214808  
651328230664709384460955058223  
17253594081284811174502841027019385211055

Ilustração digital: Conexão Editorial

O valor da constante  $\pi$  com as primeiras de suas infinitas ordens decimais.

O comprimento de uma circunferência é  $c$  e  $d$  é a medida de seu diâmetro. A partir dessa razão, obtém-se a fórmula para o cálculo do comprimento de qualquer circunferência.

$$c = \pi \cdot d \quad \text{ou} \quad c = 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$d = 2 \cdot r \text{ (raio)}$$

O exemplo a seguir mostra como essa fórmula pode ser utilizada.

Para decorar uma festa infantil, a dona da loja precisa calcular a metragem de fita adesiva necessária para colocar o barrado decorativo em volta de 9 mesas redondas que têm 60 cm de raio cada uma. Sabendo que cada rolo contém 8 m de fita adesiva, quantos rolos serão necessários para essa decoração?

Primeiro, calcula-se a medida do contorno de cada mesa redonda em centímetros:

$$c = 2 \cdot \pi \cdot 60$$

$$c = 2 \cdot 3,14 \cdot 60$$

$$c = 376,8$$

Depois, calcula-se o comprimento das 9 mesas:

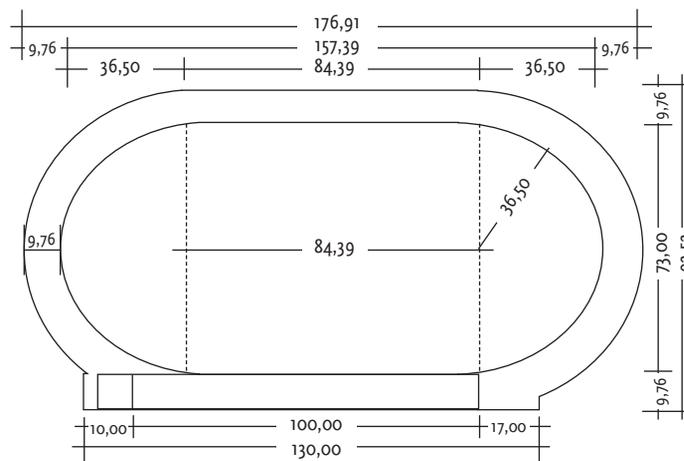
$$376,8 \cdot 9 = 3391,2$$

O comprimento das 9 mesas é de 3391,2 cm. Dividindo-se por 100, obtém-se o comprimento em metros: 33,912 m.

Como cada rolo tem 8 m de fita, serão necessários, no mínimo, 5 rolos de fita.

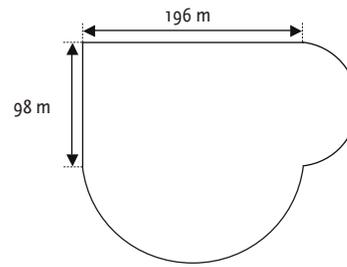
### APLICAR CONHECIMENTOS I

- O diâmetro das rodas de algumas bicicletas mede 66 cm. Calcule o número de voltas necessárias para que uma dessas bicicletas percorra 1,34 km.
- Considere a pista de atletismo representada a seguir, cujas medidas estão indicadas em metros. Que distância um atleta percorre ao dar uma volta nesta pista, correndo a 30 cm de distância do seu contorno mais interno?



- Um artesão prepara suas peças enrolando uma cordinha em cilindros de madeira com 2,5 cm de raio. Para enrolar cada cilindro, o artesão dá 12 voltas usando a corda. Quantos metros de corda o artesão precisará comprar para preparar 150 peças?

4. Um terreno precisa ser cercado com arames que serão presos a postes de madeira. A cerca será constituída de 5 linhas de arame. Na figura que representa o terreno, os lados formados por segmentos de reta são perpendiculares e os lados curvos são semicircunferências. Calcule a metragem de arame que será necessária para a construção da cerca.



5. Um juiz de futebol mediu o comprimento do círculo central de um campo e obteve o valor de 55,6 m. Verifique se a medida do raio desse círculo é maior, igual ou menor que a medida exigida, que é de 9,15 m.

## CÁLCULO DA ÁREA DE UM CÍRCULO

Além da fórmula para o cálculo do comprimento das circunferências, os matemáticos criaram outra para o cálculo da área dos círculos, que também depende do número  $\pi$  e do raio do círculo ( $r$ ):

$$A = \pi \cdot r^2$$

Veja, no exemplo a seguir, como essa fórmula pode ser utilizada.

Qual é a área em  $m^2$  de uma mesa circular cujo raio mede 40 cm?

Transforma-se 40 cm em 0,4 m por meio de uma divisão por 100. Assim, aplica-se a fórmula:

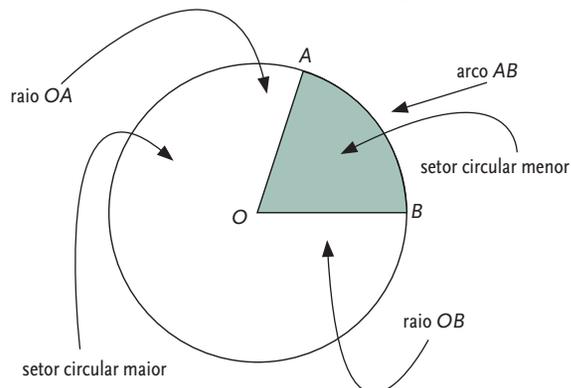
$$A = \pi \cdot 0,4^2$$

$$A = \pi \cdot 0,16$$

$$A = 0,5024$$

A área da mesa é de aproximadamente  $0,5024 m^2$ .

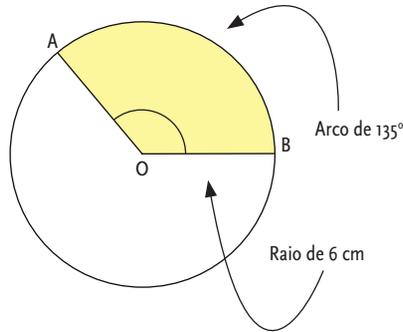
É importante conhecer também os procedimentos necessários para o cálculo de área de setores circulares. Chama-se setor circular qualquer região de um círculo determinada por dois raios do círculo e os arcos determinados por esses raios. Veja:



O ângulo  $A\hat{O}B$ , formado pelos raios  $AO$  e  $OB$  do círculo, é um ângulo central, ou seja, ele tem seu vértice no centro do círculo. Esse ângulo determina o arco  $AB$ . A medida de um ângulo central é igual à medida do arco correspondente a esse ângulo. Por exemplo: um ângulo central de  $90^\circ$  determina um arco também de  $90^\circ$ . Isso possibilita o cálculo da área de um setor como uma fração da área total do círculo.

Observe o exemplo.

- Calcule a área de um setor circular  $A\hat{O}B$ , cujo arco  $AB$  é determinado por um ângulo central com  $135^\circ$ , em um círculo cujo raio mede 6 cm.



Obtém-se a área do setor  $AOB$  aplicando-se uma regra de três, que relaciona a razão entre a área total do círculo ( $A_t$ ) e a área do setor ( $A_s$ ) com a razão entre as medidas do arco de  $360^\circ$  (correspondente ao círculo inteiro) e do arco de  $135^\circ$  (correspondente ao setor circular).

$$\frac{A_t}{A_s} = \frac{360}{135}$$

$$\frac{\pi \cdot 6^2}{A_s} = \frac{360}{135}$$

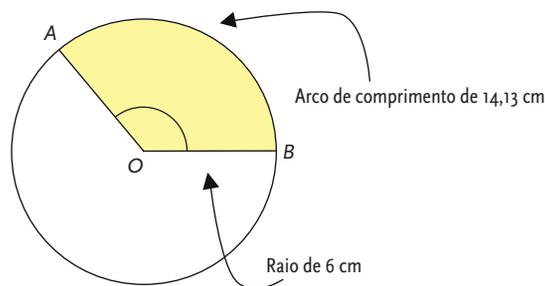
$$\frac{3,14 \cdot 36}{A_s} = \frac{360}{135}$$

Assim, a área do setor circular  $A\hat{O}B$  é de  $42,39 \text{ cm}^2$ .

Há também a proporcionalidade entre a área do setor circular e o comprimento do arco que compõe o setor. Por exemplo: se o comprimento do arco de um setor mede  $\frac{1}{4}$  do comprimento da circunferência, a área do setor circular correspondente a esse arco é também  $\frac{1}{4}$  da área do círculo.

Veja o exemplo.

- Os raios do círculo, representados a seguir, medem 6 cm. Calcule a área do setor circular  $A\hat{O}B$ , sabendo que o arco  $AB$  tem comprimento de 14,13 cm.



Obtém-se a área do setor  $A\hat{O}B$  aplicando-se uma regra de três que relaciona a razão entre a área total do círculo ( $A_t$ ) e a área do setor ( $A_s$ ) com a razão entre o comprimento da circunferência ( $2 \cdot \pi \cdot r$ ) e o comprimento do arco  $AB$  (14,13):

$$\frac{A_t}{A_s} = \frac{2\pi \cdot 6}{14,13}$$

$$\frac{\pi \cdot 6^2}{A_s} = \frac{2\pi \cdot 6}{14,13}$$

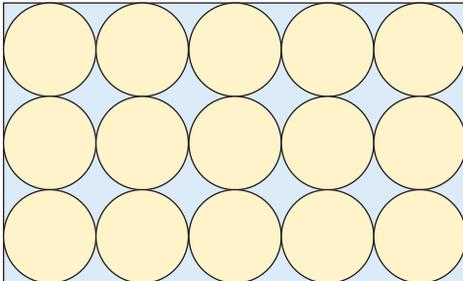
$$\frac{3,14 \cdot 36}{A_s} = \frac{12 \cdot 3,14}{14,13}$$

Assim, a área do setor circular  $A\hat{O}B$  é de  $42,39 \text{ cm}^2$ , e dessa vez foi calculada com base no comprimento do arco  $AB$ .

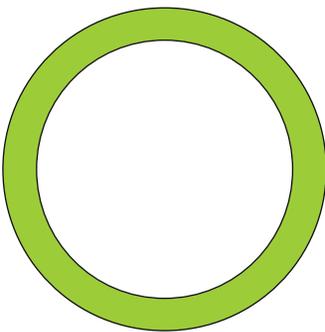
### APLICAR CONHECIMENTOS II

1. A figura mostra quinze círculos cujos raios medem  $0,5 \text{ m}$ . Calcule a porcentagem da área do retângulo que foi ocupada pelos círculos.

Ilustrações digitais: Planeta Terra Design



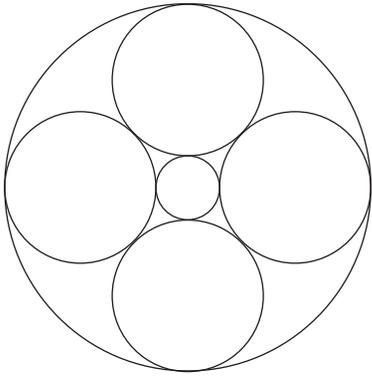
2. Calcule a área da coroa circular representada a seguir, sabendo que os círculos que a compõem apresentam raios com medidas de  $0,8 \text{ m}$  e  $0,7 \text{ m}$ .



3. Calcule a área do setor circular  $A\hat{O}B$  contido em um círculo cujo raio mede  $3 \text{ cm}$ , sabendo que o ângulo central  $A\hat{O}B$  mede  $80^\circ$ .

4. Calcule a medida do raio de um tapete circular que será colocado sob uma mesa também circular, cuja área é de  $1,1304 \text{ m}^2$ . Para acomodar a mesa e as cadeiras de forma adequada, o raio do tapete deve ter  $70 \text{ cm}$  a mais que o raio da mesa. Calcule também a razão, em porcentagem, entre a área da mesa e a área do tapete.

5. A figura a seguir mostra o logotipo de uma empresa, formado por dois círculos concêntricos e por quatro círculos de mesmo raio, cada um deles tangente a dois dos outros e aos dois círculos concêntricos. O raio do círculo menor mede 1 cm. Calcule a área da região do círculo maior não coberta pelos círculos menores.



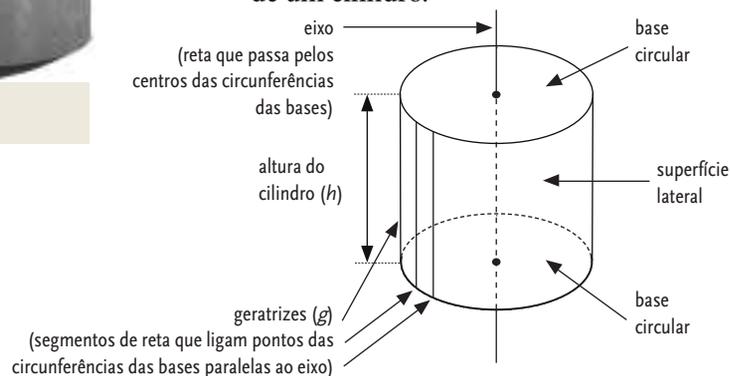
6. Quando você entra em um restaurante para comer *pizza*, espera pagar uma quantia proporcional à quantidade de *pizza* consumida. Se uma *pizza* com 20 cm de diâmetro, custa R\$ 3,60, quanto você espera pagar por outra do mesmo sabor e com 30 cm de diâmetro?
- R\$ 5,40
  - R\$ 5,80
  - R\$ 6,60
  - R\$ 7,50
  - R\$ 8,10

## CILINDROS



Os cilindros são sólidos geométricos que apresentam duas bases circulares paralelas e iguais. Muitos vasilhames e tubos apresentam o formato cilíndrico. Nesse caso, o material que forma o tubo corresponde à superfície lateral do cilindro.

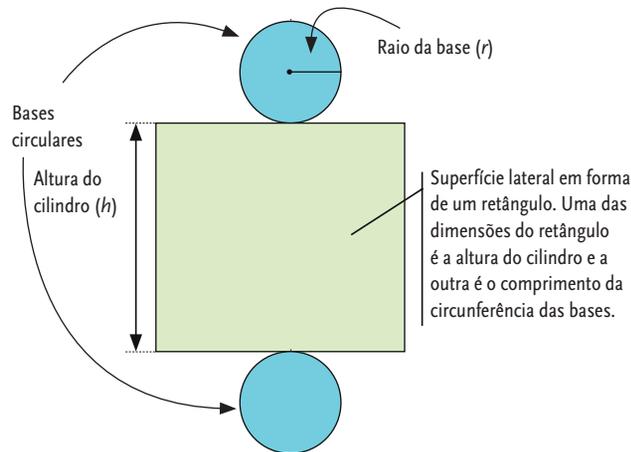
A figura a seguir mostra os elementos geométricos de um cilindro.



Os cilindros que apresentam a geratriz perpendicular às bases são chamados de cilindros retos. Nesse caso, a medida da altura do cilindro é igual à medida de sua geratriz.

Um cilindro reto, cuja altura tem a mesma medida do diâmetro da base, é chamado de cilindro equilátero.

Algumas latas de óleo apresentam a forma de um cilindro reto. Imagine as bases do cilindro (partes de cima e de baixo da lata) retiradas. E imagine também o restante da lata cortado no sentido da geratriz (perpendicular às bases) e aberto completamente. Essa é a forma planificada do cilindro.



Observando a planificação de um cilindro reto, visualiza-se mais facilmente a possibilidade de calcular a área desse sólido. Há duas bases circulares e a superfície lateral, que é um retângulo. Assim, a área total do sólido será a soma das áreas das três regiões. Veja:

$$A_t = 2 \cdot A_b + A_\ell$$

$A_t$  é a indicação da área total,  $A_b$  a área da base e  $A_\ell$  a área lateral. Reescrevendo essa fórmula, obtém-se:

$$A_t = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

Observe o exemplo:

Uma caixa-d'água, em formato de cilindro reto, foi construída diretamente sobre o chão e será pintada, externamente, com a aplicação de duas camadas de tinta. A tinta que será utilizada apresenta um rendimento aproximado de  $30 \text{ m}^2$  por galão (3,6 L).

Quantos galões de tinta precisam ser comprados, sabendo-se que o raio da base da caixa-d'água mede 3,4 m e a altura é de 7 m?

Calcula-se primeiro a área total da caixa-d'água, observando que não é possível pintar a base inferior, que está no chão:

$$\begin{aligned} A_t &= 3,14 \cdot 3,4^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 3,4 \cdot 7 \\ A_t &= 3,14 \cdot 11,562 + 2 \cdot 3,14 \cdot 3,4 \cdot 7 \\ A_t &= 36,2984 + 149,464 \\ A_t &= 185,7624 \end{aligned}$$

A área total a ser pintada é de  $185,7624 \text{ m}^2$ . E como serão feitas duas camadas de pintura, calcula-se o dobro da área para em seguida obter o número de galões:

$$185,7624 \cdot 2 = 371,5248$$

Divide-se a área total pelo valor do rendimento de cada galão:

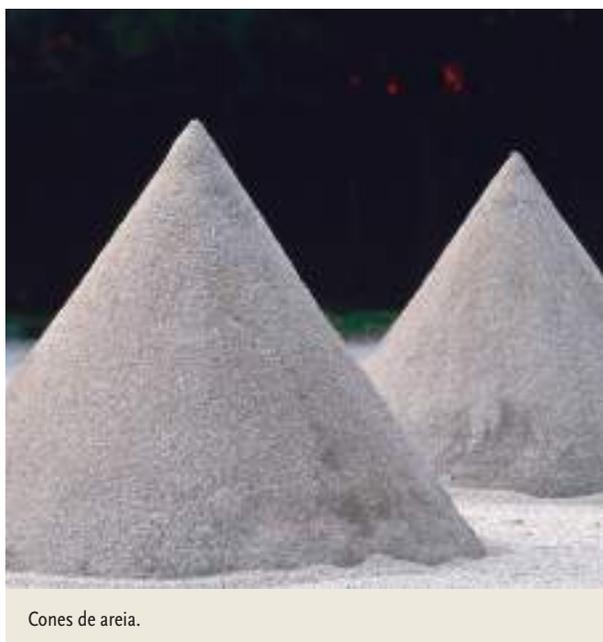
$$371,5248 \div 30 = 12,38416$$

Será necessário comprar 13 galões de tinta para essa pintura.

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Para fazer uma instalação artística os alunos de uma escola precisam recobrir com tecido 8 barris cilíndricos que têm 70 cm de altura e bases com raio de 20 cm. Quantos metros lineares de tecido eles devem comprar, sabendo que o tecido escolhido é vendido em peças com 1,2 m de largura? Acrescente 10% na metragem final para possíveis perdas.
2. Uma fábrica de painéis de alumínio produz um tipo de painel de forma cilíndrica, cuja base tem raio de 10 cm e cuja altura mede 15 cm. Qual é a área da chapa de alumínio necessária para produzir esse painel?

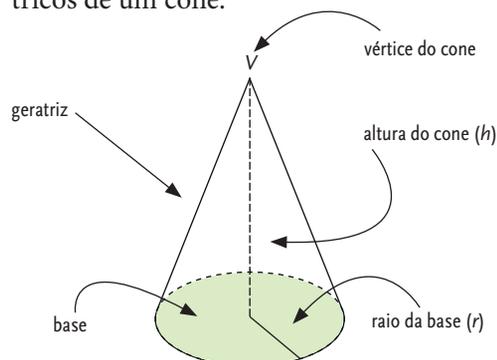
## CONES



Os cones são sólidos geométricos que também apresentam elementos circulares. A base de um cone é um círculo. Alguns sorvetes são colocados em casquinhas de formato cônico.

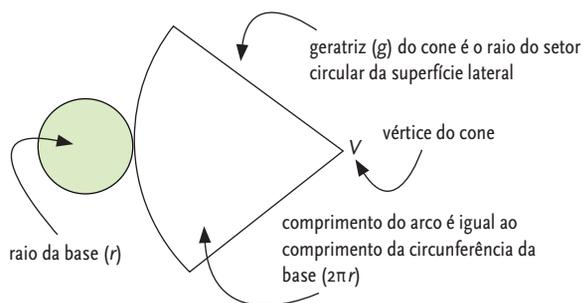
Cones de borracha são usados para marcações em aulas de educação física e também para a delimitação de espaços em estacionamentos e ruas. Lápis cilíndricos, quando apontados, apresentam o formato cônico na parte apontada.

A figura a seguir mostra elementos geométricos de um cone.



A planificação de um cone é formada por um círculo, que é a base do cone, e por um setor circular, que é a parte lateral do cone.

Nesse setor circular, o raio é a geratriz do cone e o arco tem o mesmo comprimento da circunferência correspondente à base do cone.



Observando o cone planificado, visualiza-se uma possibilidade de cálculo da área desse sólido. Sua superfície é formada pela área da base (círculo) e pela área da superfície lateral (setor circular). Assim:

$$A_t = A_b + A_\ell$$

Sendo  $A_t$  a indicação da área total,  $A_b$  a área da base e  $A_\ell$  a área lateral.

Cálculo da área lateral: a superfície lateral é um setor circular de raio igual a  $g$  e arco de comprimento igual a  $2 \cdot \pi \cdot r$ , sendo  $r$  o raio da base do cone. Para obter a área da superfície lateral, utiliza-se a regra de três, já mostrada neste capítulo. Ou seja, a área de um círculo de raio  $g$  está para a área do setor circular ( $A_\ell$ ), assim como o comprimento da circunferência de raio  $g$  está para o comprimento do arco do setor circular:

$$\frac{\pi \cdot g^2}{A_\ell} = \frac{2 \cdot \pi \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Com algumas transformações, tem-se:

$$A_\ell = \pi \cdot r \cdot g$$

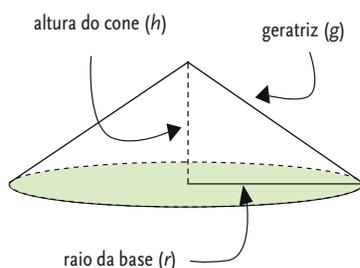
A fórmula para o cálculo da área total do cone é:

$$A_t = A_b + A_\ell$$

$$A_t = \pi \cdot r^2 + \pi \cdot r \cdot g$$

E se a última expressão for fatorada, obtém-se:

$$A_t = \pi \cdot r \cdot (r + g)$$



Um exemplo:

- Um quiosque tem a cobertura construída em forma cônica. O raio da base do cone é de 3,6 m e a altura do cone é de 1,5 m. Calcule a área da superfície lateral do cone que cobre o quiosque.

O cálculo da área lateral depende do valor da geratriz do cone, que é a hipotenusa de um triângulo retângulo cujos catetos são o raio da base do cone e a altura do cone.

$$g^2 = h^2 + r^2$$

$$g^2 = 1,5^2 + 3,6^2$$

Assim:

$$g^2 = 2,25 + 12,96$$

$$g = \sqrt{15,21}$$

$$g = 3,9$$

Tendo calculado o valor da geratriz, a área da superfície lateral do cone é:

$$A_l = \pi \cdot r \cdot g$$

$$A_l = 3,14 \cdot 3,6 \cdot 3,9$$

$$A_l = 44,0856$$

A área da superfície lateral do cone que cobre o quiosque é de 44,0856 m<sup>2</sup>.

#### APLICAR CONHECIMENTOS IV

- Os lápis abaixo têm forma cilíndrica e seu comprimento total, incluindo a parte apontada, é de 17 cm. Calcule a área total de um desses lápis, sabendo que seu diâmetro mede 0,6 cm e que o comprimento da região apontada é de 1,5 cm.



Lilian Uyema/Conexão Editorial

## ESFERAS



Esferas de rolamentos.

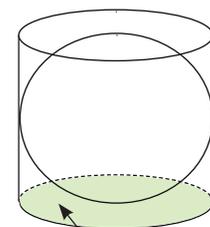
Fabio Chialastri/Conexão Editorial

Um bom modo de descrever uma esfera seria dizer que ela é uma bola perfeita. Geometricamente, uma esfera é o conjunto de todos os pontos do espaço cuja distância a um ponto central é igual ou menor à medida do raio da própria esfera. A superfície da esfera é formada por todos os pontos cuja distância ao centro é igual ao raio da esfera.

A área de uma superfície esférica pode ser calculada pela fórmula:

$$A = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

Qual é a razão entre a área total de um cilindro equilátero de raio igual a 5 cm e uma esfera inscrita em seu interior?



raio da base do cilindro

Como a esfera está inscrita no interior do cilindro, isso significa que o raio da esfera coincide com o raio do cilindro, e por ser um cilindro equilátero a altura do cilindro é igual ao diâmetro da sua base. Calcula-se a área total do cilindro ( $A_c$ ) e a área da esfera ( $A_e$ ), em  $\text{cm}^2$ .

$$A_c = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot 2 \cdot r$$

$$A_c = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 + 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5$$

$$A_c = 157 + 314$$

$$A_c = 471$$

$$A_e = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$A_e = 4 \cdot 3,14 \cdot 25$$

$$A_e = 314$$

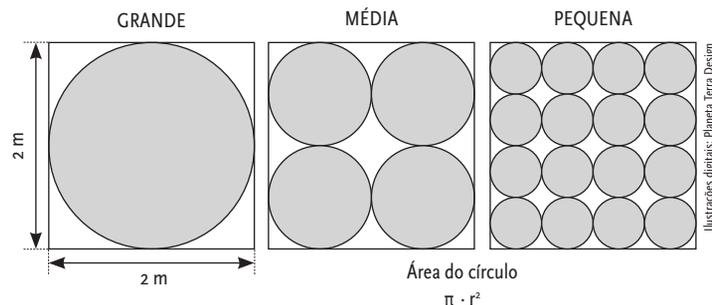
Assim, a razão requerida é:

$$\frac{A_c}{A_e} = \frac{471}{314} = \frac{3}{2} = 1,5 = 150\%$$

Essa razão mostra que a área do cilindro é uma vez e meia a área da esfera, ou seja, a área do cilindro é 50% maior que a área da esfera.

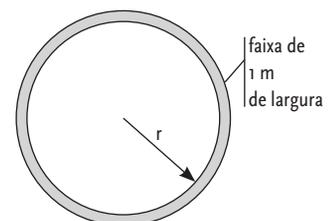
#### APLICAR CONHECIMENTOS V

1. Enem (2004) Uma empresa produz tampas circulares de alumínio para tanques cilíndricos a partir de chapas quadradas de 2 metros de lado, conforme a figura. Para 1 tampa grande, a empresa produz 4 tampas médias e 16 tampas pequenas.



As sobras de material da produção diária das tampas grandes, médias e pequenas dessa empresa são doadas, respectivamente, a três entidades: I, II e III, para efetuarem reciclagem do material. A partir dessas informações, pode-se concluir que:

- a entidade I recebe mais material que a entidade II.
  - a entidade I recebe a metade de material que a entidade III.
  - a entidade II recebe o dobro de material que a entidade III.
  - as entidades I e II recebem, juntas, menos material que a entidade III.
  - as três entidades recebem iguais quantidades de material.
2. (UEL-PR) Uma piscina tem formato circular com raio de 5 m. Quer se revestir uma faixa de 1 m de largura em torno da piscina. Quantos metros quadrados de piso terá esse revestimento?
- $2\pi$
  - $9\pi$
  - $11\pi$
  - $25\pi$
  - $36\pi$



## Volumes e alguns indicadores importantes

Para iniciar este capítulo, vamos falar de algo muito importante para a nossa sobrevivência: **o sangue**. O sangue é um tecido vivo que se constitui de uma parte líquida chamada plasma – formada por água, sais, vitaminas diluídos – e de fatores de coagulação, nos quais estão misturadas as partes sólidas: hemácias, leucócitos e plaquetas.

Esse líquido que o coração faz circular pelas artérias e veias do nosso organismo é fundamental para manter a vida e as funções celulares de nosso corpo. Ele funciona, portanto, como um eficiente sistema de transporte de centenas de substâncias que são essenciais à vida.

© Micro Discovery/Corbis/Corbis (DC)/Lainstock



Amostra de células sanguíneas humanas vista em microscópio com ampliação de milhares de vezes.

Além disso, podemos dizer que praticamente todo o sistema de defesa do organismo contra doenças está concentrado no sangue. O controle da temperatura do corpo, o equilíbrio da distribuição de água e o processo de absorção celular também estão diretamente ligados ao sangue.

Por isso, vale a pena lembrar que todas as pessoas em condições físicas adequadas devem doar sangue sempre que possível. Doar sangue não dói e pode ajudar a salvar muitas vidas. Homens podem doar sangue a cada três meses e mulheres a cada quatro. Informem-se mais nos bancos de sangue de sua cidade ou no *site* do Ministério da Saúde: [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/vizualizar\\_texto.cfm?idtx=27484](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/vizualizar_texto.cfm?idtx=27484).

Observe na página seguinte a imagem com as bolsas de sangue. Para cada doação, são coletados cerca de 450 mL de sangue. Você sabia que o **volume total** de sangue é de cerca de 5 dm<sup>3</sup> ou 5 litros nos homens e 4,5 dm<sup>3</sup> ou 4,5 litros nas mulheres?

Mas o que isso quer dizer? O que poderíamos entender por **volume**?

Ao procurar o significado em um dicionário, encontramos, por exemplo, que volume (em geometria) quer dizer “espaço ocupado por um corpo”. (Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=volume>.)

A definição não corresponde precisamente ao conceito teórico de volume em Matemática, mas pode nos ajudar. De fato, todos os corpos ocupam um lugar no espaço.

Mas esse espaço é limitado e não pode ser ocupado por outro corpo. Então, podemos dizer que o volume nada mais é que o espaço ocupado por um corpo.

Em relação ao sangue, dizemos que ele ocupa um espaço equivalente a  $5 \text{ dm}^3$  do corpo nos homens e  $4,5 \text{ dm}^3$  do corpo nas mulheres.

Contudo, surge agora outra questão: o que significa  $\text{dm}^3$ ?

Essa é uma das unidades mais usadas para medir volumes. Adiante daremos mais detalhes acerca dessa questão.



Bolsas de sangue humano para transfusão.

## CALCULANDO VOLUMES

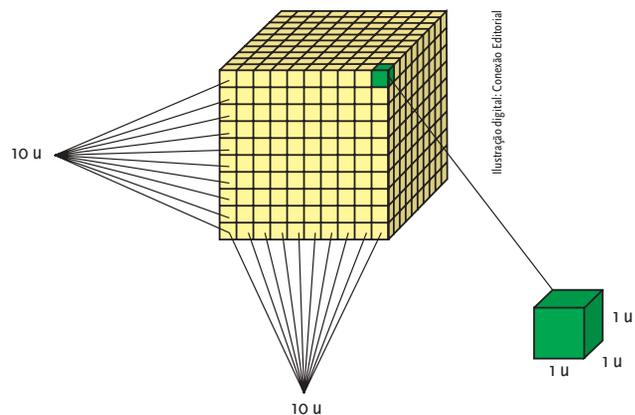
Para aprofundar um pouco mais sobre o assunto, tomaremos como unidade de medida de volume um cubo cujas arestas medem 1 metro. Ele recebe o nome de **metro cúbico**. Os múltiplos ( $\text{km}^3$ ,  $\text{hm}^3$ ,  $\text{dam}^3$ ) e os divisores (submúltiplos) do  $\text{m}^3$  ( $\text{dm}^3$ ,  $\text{cm}^3$  e  $\text{mm}^3$ ) são obtidos a partir de cubos cujas arestas são as unidades de comprimento (dm, cm e mm).

De forma análoga ao conceito de área, podemos mostrar, por exemplo, que um cubo cujas arestas medem 10 unidades de comprimento, que denominaremos u, tem volume igual a  $10 \text{ u} \cdot 10 \text{ u} \cdot 10 \text{ u}$ , que significam 1 000 unidades de volume.

Imaginemos agora que esse cubo tenha altura, largura e comprimento igual a 1 metro:  $1 \text{ m}^3 = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$ .

Dessa forma, podemos dizer que o volume de um cubo é obtido pelo produto da multiplicação comprimento  $\times$  largura  $\times$  altura, independentemente da unidade de medida tomada. Como suas dimensões (comprimento, altura e largura) são iguais, o volume do cubo é dado por:

$$V = a \cdot a \cdot a = a^3 \text{ unidades de volume}$$



### Grandezas e unidades de medida adotadas no Brasil e no mundo

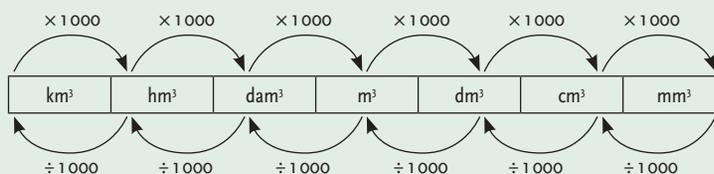
Por muito tempo, o mundo usou medidas imprecisas, como aquelas com base no corpo humano: palmo, pé, polegada, braça, côvado. Isso acabou gerando muitos problemas, principalmente no comércio, devido à falta de um padrão para determinar quantidades de produtos. Para resolver o problema, o Governo Republicano Francês, em 1789, pediu à Academia de Ciências da França que criasse um sistema de medidas com base numa “constante natural”. Assim, foi criado o Sistema Métrico Decimal. Este

sistema adotou, inicialmente, três unidades básicas de medida: o metro, o litro e o quilograma. O Sistema Métrico Decimal acabou sendo substituído pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), mais complexo e sofisticado. No Brasil, o SI foi adotado em 1962 e ratificado pela Resolução nº 12 de 1988 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), tornando-se de uso obrigatório em todo o território nacional.

Fonte: <www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp#principaisSI>. Acesso em: 9 mar. 2012. (Texto adaptado.)

#### Dicas para conversão

Quilômetro cúbico (km³)	Hectômetro cúbico (hm³)	Decâmetro cúbico (dam³)	Metro cúbico (m³)	Decímetro cúbico (dm³)	Centímetro cúbico (cm³)	Milímetro cúbico (mm³)
$1 \times 10^9 \text{ m}^3$	$1 \times 10^6 \text{ m}^3$	$1 \times 10^3 \text{ m}^3$	$1 \text{ m}^3$	$1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	$1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$	$1 \times 10^{-9} \text{ m}^3$



Para transformar uma unidade em outra imediatamente inferior, devemos multiplicar por 1 000. Exemplo:  $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ dm}^3$ .

Para transformar uma unidade em outra imediatamente superior, devemos dividir por 1 000. Exemplo:  $1 \text{ m}^3 = 0,001 \text{ dam}^3$ .

Para passar de uma unidade para outra qualquer, basta aplicar sucessivas vezes uma das regras anteriores.

Por exemplo:

Vamos transformar  $3,65 \text{ m}^3$  para  $\text{dm}^3$ ?

Como  $\text{dm}^3$  está uma posição à direita do  $\text{m}^3$ , devemos multiplicar por 1 000. Assim:

$$3,65 \cdot 1\,000 = 3\,650 \text{ dm}^3 = 3\,650 \text{ litros}$$

Vamos agora transformar  $3\,857 \text{ cm}^3$  para  $\text{dam}^3$ ?

Como  $\text{dam}^3$  está três posições à esquerda do  $\text{cm}^3$ , devemos dividir por 1 000 três vezes, ou seja, dividir por 1 000 000 000. Assim:

$$3\,857 \div 1\,000\,000\,000 = 0,000003857 \text{ dam}^3$$

Em uma conta de água de nossa casa, o volume consumido é mensurado em  $\text{m}^3$  (metro cúbico), conforme vemos a seguir.

DATA DA LEITURA	22/11/2012
DIAS DE CONSUMO	30
LEITURA ATUAL	646
LEITURA ANTERIOR	625
CONSUMO - $\text{M}^3$	21
PREVISÃO PRÓX. LEITURA	20/12/2012

Conta de água de moradora de São Caetano do Sul (SP), em novembro de 2012.

### Algumas dicas para economizar água

- Ao escovar os dentes, fazer a barba ou ensaboar as mãos mantenha a torneira fechada. Ao lavar a louça, mantenha a torneira fechada enquanto está ensaboando.
- Não jogue lixo no vaso sanitário, pois isso exige um uso mais intensivo da descarga.
- Lave o menos possível carros, quintais e calçadas.
- Reduza o tempo de uso do chuveiro para o menor tempo possível. Uma ducha pode consumir até 9 litros por minuto e um chuveiro convencional 3 litros por minuto.
- Evite vazamentos. Para saber se você tem algum vazamento nas tubulações de sua casa, faça o seguinte teste: feche o registro principal da casa, aquele que geralmente fica na entrada da casa junto ao relógio de medição de consumo. Depois abra uma torneira que seja alimentada pela rede de água. Aguarde o escoamento total da água. A seguir pegue um copo cheio de água e encoste-o na torneira. Caso ocorra alguma sucção da água, pode haver um ponto de vazamento na tubulação.

## EXPERIMENTAR I

### COMPARANDO VOLUMES

Com uma cartolina ou um papelão, vamos fazer um cubo cujas arestas meçam 1 dm, ou seja, comprimento = largura = altura = 1 dm (volume  $(V) = 1 \text{ dm}^3$ ). Não é necessário fazer a tampa. (Lembre-se de que 1 dm = 10 cm e  $1 \text{ dm} = \frac{1}{10} \text{ m}$ ). Forre a parte interna do cubo com plástico. Encha com areia. Em seguida, despeje essa areia em uma garrafa com 1 litro de volume.

Você poderá constatar que o volume ocupado pela areia na caixa cúbica corresponde aproximadamente ao volume da garrafa.

Assim, comprovamos experimentalmente que o volume  $1 \text{ dm}^3$  é o mesmo que um litro (L), ou seja,  $1 \text{ dm}^3$  e 1 litro (L) são duas representações de uma mesma unidade de volume. Assim:

$$V = 1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$$

Voltando às nossas informações sobre o sangue humano, é por isso que podemos dizer que o sangue tem volume aproximado de  $5 \text{ dm}^3$  ou 5 litros no corpo dos homens e  $4,5 \text{ dm}^3$  ou 4,5 litros no corpo das mulheres.

Existem diversas situações em nossa vida em que expressamos o volume em litros (L): para falar da capacidade de uma geladeira, de um forno de micro-ondas, de um porta-malas de carro ou, ainda, a quantidade de combustível colocada nos tanques de automóveis, caminhões, ônibus etc.

A milésima parte de um litro é o mililitro (mL). Alguns vasilhames têm seus volumes expressos em mililitros (mL) que geralmente aparecem escritos no rótulo ou gravados no fundo do vasilhame.

Agora encontre exemplos em seu cotidiano de volumes expressos em mL.



Caminhão pipa com capacidade para armazenar 7 mil litros de água.

## APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Encceja (2002) A História conta que, em 427 a.C., a peste matou cerca de um quarto dos habitantes de Atenas, na Grécia. Diz-se que foi perguntado ao deus Apolo como a peste poderia ser combatida e seu sacerdote respondeu "as dimensões do altar cúbico devem ser duplicadas". Os atenienses, obediamente, dobraram as dimensões do altar...

Adaptado de: BOYER, Carl. B. *História da Matemática*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

- Pode-se completar o final dessa história concluindo que, dobrando as dimensões, o novo altar,
- manteve sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 8.
  - perdeu sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 4.
  - manteve sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 2.
  - dobrou de volume apesar de ter perdido sua forma cúbica.
2. Encceja (2002) A quantidade de água que consumimos em nossas casas é medida em metros cúbicos ( $m^3$ ). A conta de água de uma família em um determinado mês registrou um consumo de  $23 m^3$ . É possível inferir que, nesse mês, essa família gastou:
- 230 litros
  - 2 300 litros
  - 23 000 litros
  - 230 000 litros
3. Encceja (2005) Conceição, preocupada com sua dieta, leu as informações contidas na lata do guaraná Bebame, com capacidade de 350 mL, observando a seguinte composição:

<b>Valor calórico</b>	140 kcal
<b>Carboidratos</b>	36 g
<b>Proteínas</b>	0 g
<b>Gorduras totais</b>	0 g
<b>Sódio</b>	35 mg

- Com base nas informações dadas, a quantidade de quilocalorias (kcal) encontradas em 2 litros desse refrigerante é:
- 280
  - 640
  - 514
  - 800
4. Encceja (2006) Um reservatório de água de uma cidade tinha a forma de um cubo com capacidade para  $27 m^3$  de água. Com o objetivo de aumentar sua capacidade, dobrou-se sua altura e sua base foi mantida. A capacidade do novo reservatório, em metros cúbicos, passou a ser de:
- $33 m^3$
  - $36 m^3$
  - $45 m^3$
  - $54 m^3$
5. Enem (2010) Um porta-lápis de madeira foi construído no formato cúbico, seguindo o modelo ilustrado ao lado. O cubo de dentro é vazio. A aresta do cubo maior mede 12 cm e a do cubo menor, que é interno, mede 8 cm.
- O volume de madeira utilizado na confecção desse objeto foi de:
- $12 cm^3$
  - $64 cm^3$
  - $96 cm^3$
  - $1 216 cm^3$
  - $1 728 cm^3$

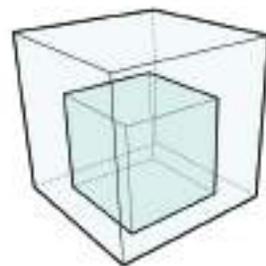
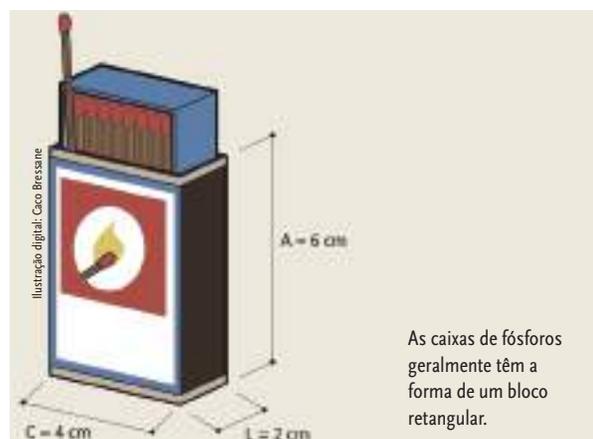


Ilustração digital: Caco Bressane

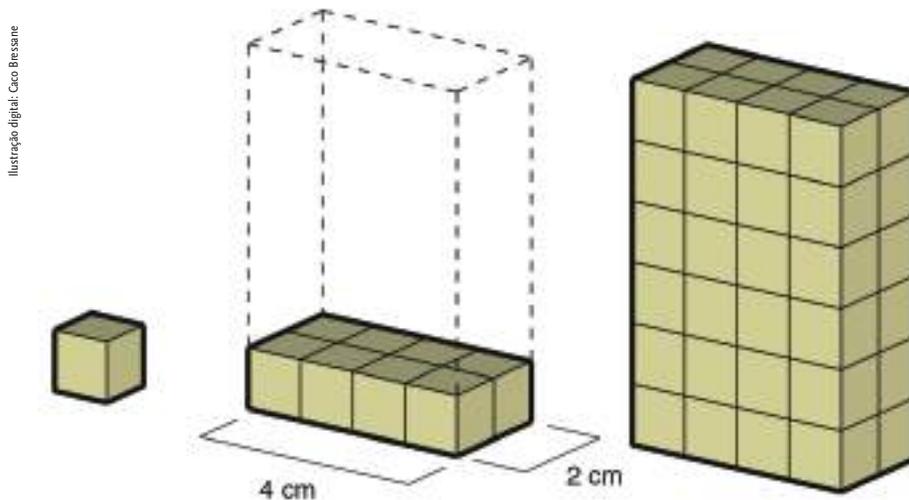
## COMO CALCULAR O VOLUME DE OUTROS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS?

Pegue uma caixa de fósforos semelhante à que se vê na imagem ao lado. A forma da caixa de fósforos pode ser representada por um sólido geométrico denominado bloco retangular. Outro nome dado a esse tipo de sólido é paralelepípedo. Vamos medir suas dimensões?



As caixas de fósforos geralmente têm a forma de um bloco retangular.

Suponhamos que vamos encher essa caixa com pequenas caixas cúbicas , uma em cima da outra. Quantas caixas cúbicas  serão necessárias para completar esse processo?



Enchendo a caixa de fósforos com as caixas cúbicas .

Para completar a caixa foram necessárias 6 “camadas” de caixas cúbicas. Ou seja, podemos dizer que o volume ( $V$ ) será expresso por:  $V = 4 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm} = 48 \text{ cm}^3$ .

A partir dessa ideia, podemos dizer que o volume de qualquer bloco retangular é dado pelo produto do comprimento, pela altura e pela largura. Como a base de qualquer bloco retangular é um retângulo e a área da base é dada por  $A_b = \text{comprimento} \cdot \text{largura}$ , temos:

$$V = \text{comprimento} \cdot \text{largura} \cdot \text{altura}$$

ou

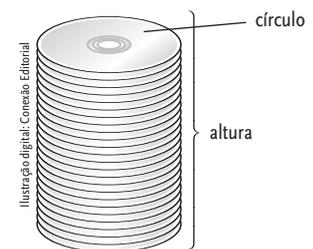
$$V = A_b \cdot \text{altura}$$

## ESTENDENDO RESULTADOS

Imaginemos agora uma pilha de CDs (um em cima do outro). Essa pilha tem uma forma bastante conhecida, a de um cilindro, que é um sólido geométrico delimitado por duas bases circulares iguais e paralelas, como mostra a imagem ao lado.

As bases do cilindro têm a forma de um círculo. Conforme já estudamos, a área de um círculo cujo raio tem medida  $r$  é dada por  $A = \pi \cdot r^2$ .

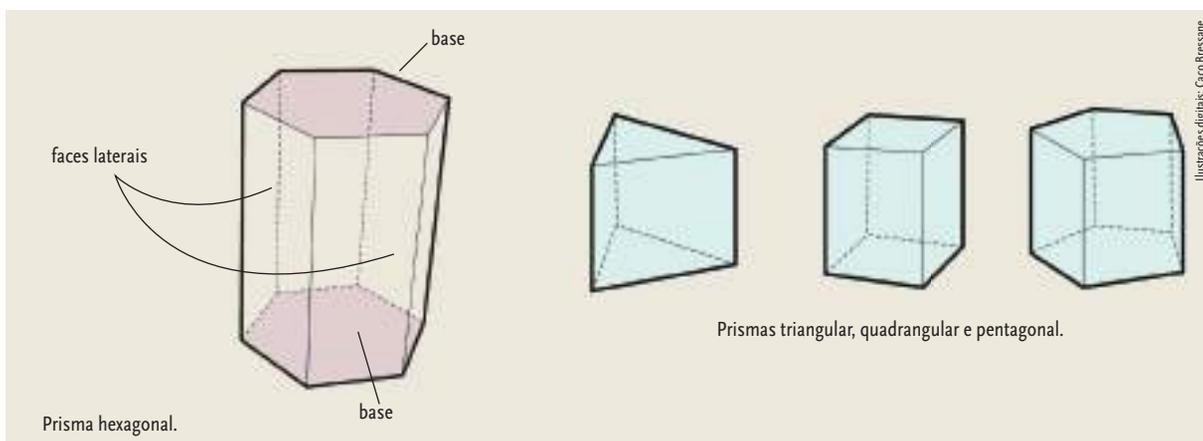
Analogamente ao que fizemos com o bloco retangular, o volume de um cilindro ( $V$ ) pode ser obtido pelo produto da área de sua base ( $A_b$ ) pela medida de sua altura ( $h$ ). Desse modo, temos:



Pilha de CDs.

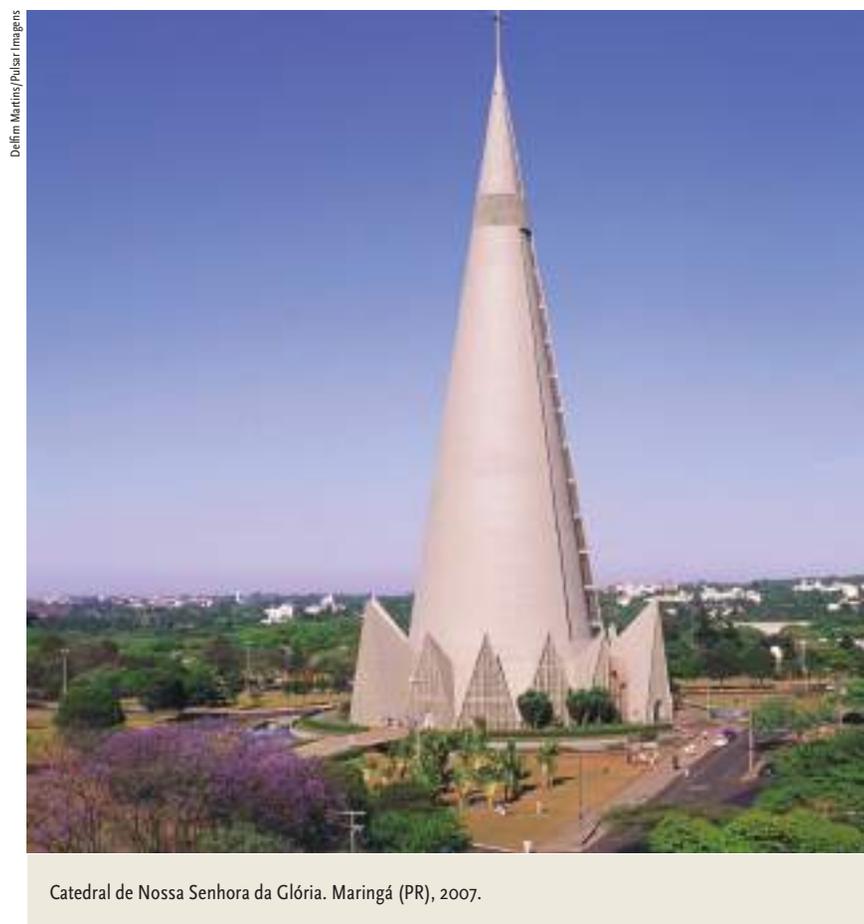
$$V = A_b \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Podemos estender esse resultado ( $V = A_b \cdot h$ ) para o cálculo do volume de outros prismas (como os apresentados a seguir), pois eles têm características em comum: são limitados por duas bases idênticas e paralelas. Observe que, no caso dos prismas, as bases são polígonos: triângulos, pentágonos etc.



## VOLUME DE CONE E DE PIRÂMIDE

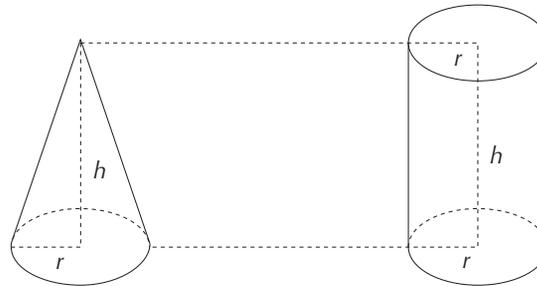
Veja a foto da bela catedral de Nossa Senhora da Glória, na cidade de Maringá:



Sua torre tem uma forma geométrica bem conhecida: um **cone**. Como fazer para calcular seu volume?

## VOLUMES SÓLIDOS

Vamos construir um cone e um cilindro (de papelão ou cartolina) usando as mesmas medidas para as bases e alturas de cada um deles, conforme aparece na imagem a seguir.



Cone e cilindro.

Forre o cone e o cilindro com um plástico. Encha o cone de areia (ou com grãos) e despeje no cilindro. Verifique quantos cones cheios precisamos para encher o cilindro.

Constatamos que são necessários três cones cheios. Com base nessa experiência, é possível concluir que o volume do cone é igual a um terço do volume do cilindro.

Assim, o volume ( $V$ ) do cone pode ser calculado da seguinte forma:

$$V = \frac{1}{3} (A_b \cdot h)$$

Agora, vamos fazer outra experiência.

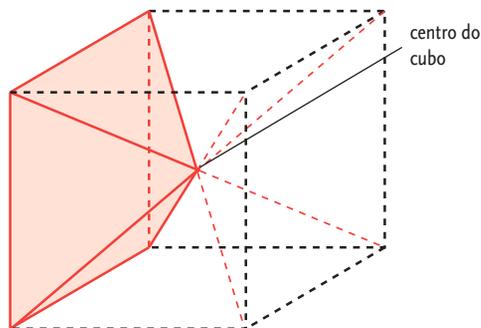
Lembra-se do cubo de papelão ou cartolina, usado na experiência com a garrafa? Vamos usá-lo novamente.

Você conhece a figura de uma pirâmide. Uma pirâmide pode ter base triangular, quadrangular etc. Isso depende do polígono que compõe sua base.

Para realizar esse experimento, construa também (de papelão ou cartolina) uma pirâmide quadrangular (de base  $1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm}$ ) e de altura  $\frac{1}{2} \text{ dm}$  (5 cm). Forre-a com plástico e encha-a com areia ou grãos. Despeje esse conteúdo no cubo. Verifique quantas pirâmides cheias de areia são necessárias para encher o cubo.

O que você pôde concluir?

Vamos agora tentar deduzir a fórmula do volume de uma pirâmide? Pensemos em algo bastante significativo: uma pirâmide de base quadrangular regular cuja base seja uma face de um cubo (de aresta  $a$ ) e cujo vértice seja o centro desse cubo, conforme mostra a imagem a seguir.



Cubo com 6 pirâmides.

É possível verificar que no **cubo** cabem **seis pirâmides** de mesmo tamanho que a descrita anteriormente. O volume de cada uma das pirâmides é, então, a sexta parte do volume do cubo, ou seja,  $\frac{1}{6} V_{\text{cubo}} = \frac{a^3}{6}$ . Como a medida da altura  $h$  de cada pirâmide é metade da medida da aresta do cubo, ou seja, a aresta do cubo vale  $2h$  ( $a = 2h$ ), então:

$$\frac{1}{6} V_{\text{cubo}} = \frac{a^2 \cdot 2}{6} = \frac{A_b \cdot 2h}{6}.$$

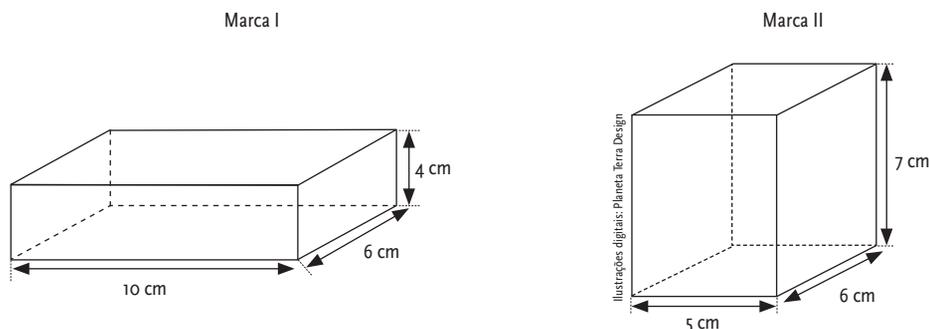
Dessa forma, o **volume da pirâmide** pode ser calculado da seguinte maneira:

$$V_{\text{pirâmide}} = \frac{A_b \cdot h}{3} = \frac{1}{3} A_b \cdot h$$

Ou seja, o volume de uma pirâmide é igual a um terço do produto da área da base pela sua altura, ou o volume dessa pirâmide é um terço de um bloco retangular cujas bases são “iguais” à base da pirâmide e cuja altura é a mesma da pirâmide.

## APLICAR CONHECIMENTOS II

1. Enceja (2002) As embalagens de duas marcas de manteiga, de mesmo preço e ambas de boa qualidade, têm a forma de paralelepípedos, conforme indicam as figuras a seguir.



Pode-se afirmar que é mais vantajoso comprar a manteiga da marca I porque, em relação à marca II, tem-se, a mais, uma quantidade de manteiga equivalente a:

- a)  $10 \text{ cm}^3$       b)  $20 \text{ cm}^3$       c)  $30 \text{ cm}^3$       d)  $40 \text{ cm}^3$
2. Enem (2011) É possível usar água ou comida para atrair as aves e observá-las. Muitas pessoas costumam usar água com açúcar, por exemplo, para atrair beija-flores. Mas é importante saber que, na hora de fazer a mistura, você deve sempre usar uma parte de açúcar para cinco partes de água. Além disso, em dias quentes, precisa trocar a água de duas a três vezes, pois com o calor ela pode fermentar e, se for ingerida pela ave, pode deixá-la doente. O excesso de açúcar, ao cristalizar, também pode manter o bico da ave fechado, impedindo-a de se alimentar. Isso pode até matá-la.

*Ciência Hoje das Crianças. FNDE; Instituto Ciência Hoje, ano 19, n.166, mar. 1996.*

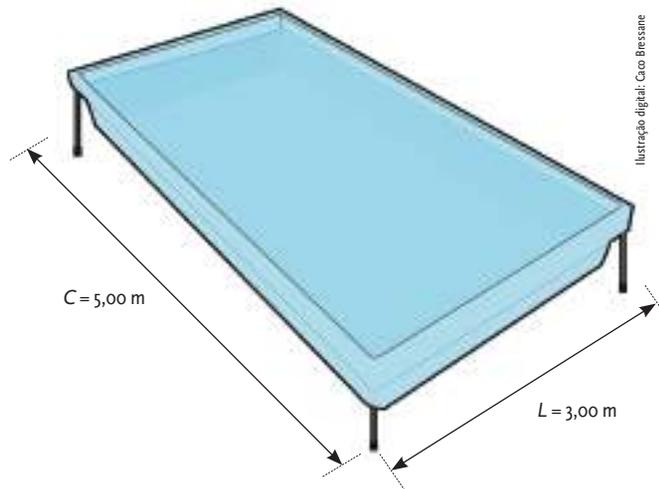
Pretende-se encher completamente um copo com a mistura para atrair beija-flores. O copo tem formato cilíndrico, e suas medidas são 10 cm de altura e 4 cm de diâmetro. A quantidade de água que deve ser utilizada na mistura é cerca de (utilize  $\pi = 3$ ):

- a) 20 mL  
b) 24 mL  
c) 100 mL  
d) 120 mL  
e) 600 mL

3. O armário da figura tem a forma de um bloco retangular. Os lados da base do armário medem 30 cm e 55 cm. A sua altura é 90 cm. Calcule o volume desse armário.



4. Quantos litros de água comporta o vaso da figura?



5. Enem (2010) Uma empresa de refrigerantes, que funciona sem interrupções, produz um volume constante de  $1\,800\,000\text{ cm}^3$  de líquido por dia. A máquina de encher garrafas apresentou um defeito durante 24 horas. O inspetor de produção percebeu que o líquido chegou apenas à altura de 12 cm dos 20 cm previstos em cada garrafa. A parte inferior da garrafa em que foi depositado o líquido tem forma cilíndrica com raio da base de 3 cm. Por questões de higiene, o líquido já engarrafado não será reutilizado. Utilizando  $\pi = 3$ , no período em que a máquina apresentou defeito, aproximadamente quantas garrafas foram utilizadas?
- a) 555
  - b) 5555
  - c) 1333
  - d) 13333
  - e) 133333

# Resolução de problemas, progressões e uma nova equação

Você já resolveu muitos problemas durante o seu estudo de Matemática. A maioria deles foi proposta logo após a explicação de um assunto. É razoável imaginar que a sua primeira investida para resolver cada problema era utilizar as ideias, os desenvolvimentos e as conclusões do assunto recém-estudado. A posição que o problema ocupa, no corpo do texto, já é uma pista de quais ideias são necessárias para a sua resolução.

E quando os problemas não estiverem associados aos assuntos?

Como resolver um problema que, a princípio, você não sabe a qual assunto se refere?

Este capítulo mostrará algumas ideias para o desenvolvimento das habilidades necessárias na resolução de problemas. Siga as instruções e avalie a sua capacidade de resolver problemas.

Resolva os problemas e depois leia os comentários.

### Problema 1:

Quantos caminhos podem ser criados para transferir o círculo que está no canto superior esquerdo para o canto inferior direito? Os movimentos permitidos são: ocupar um quadrado imediatamente à direita (D) ou ocupar um quadrado imediatamente abaixo (B); não vale ocupar um quadrado no movimento em diagonal.

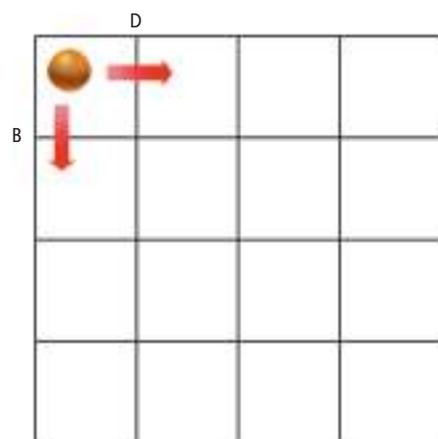
Foi fácil? Se você chegou ao resultado de 20 caminhos diferentes, acertou.

Uma das maneiras de resolver um problema desse tipo é começar fazendo os caminhos.

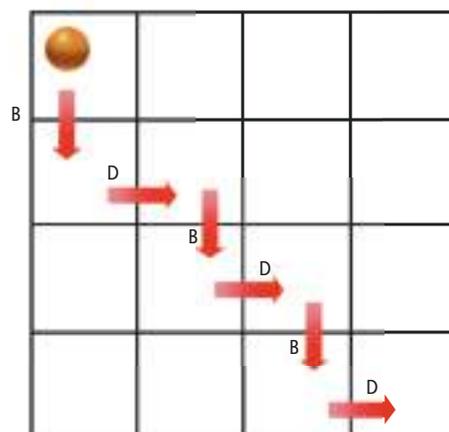
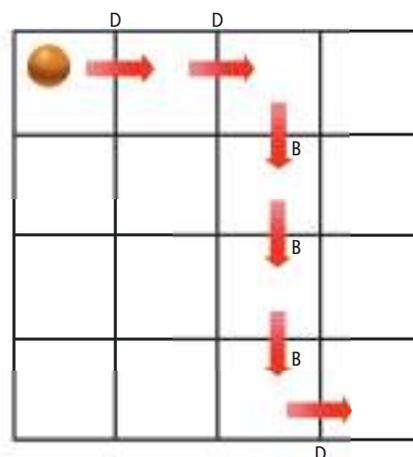
É claro que é possível fazer outros caminhos. Mas como saber se todos foram feitos? Será que entre os caminhos criados não existe algum repetido?

A observação de um caminho já pode ser suficiente para a identificação do que está em jogo nesse problema.

A sequência de movimentos DDBBBBD mostra o caminho que foi realizado. A mudança na ordem dessas letras altera o caminho?



Ilustrações digitais: Planeta Terra Design



O caminho BDBDBD é diferente do anterior e a sequência das letras também. Um olhar atento verificará que sempre serão necessários três movimentos para baixo e três movimentos para a direita. Se forem calculadas todas as disposições possíveis dessas seis letras, o problema estará resolvido sem a necessidade de fazer uma lista de todos os caminhos (C).

Desta forma, calcula-se C:

$$C = \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1} = 20$$

Você deve se lembrar que são seis possibilidades na primeira posição, cinco na segunda posição e assim por diante. Divide-se porque são dois grupos de três letras iguais.

A observação de duas soluções foi suficiente para identificar a possibilidade de cálculo utilizando as ideias de análise combinatória.

### Problema 2:

Mil armários com suas portas fechadas foram colocados lado a lado, numerados de 1 a 1 000, em um longo corredor. Mil pessoas, em fila, interferirão nos armários. A primeira abrirá todas as portas; a segunda fechará todas as portas com números pares; a terceira alterará a disposição das portas dos armários com números múltiplos de 3 (se a porta estiver aberta, ela fecha; ou se estiver fechada, ela abre); a quarta pessoa altera as portas numeradas com múltiplos de 4; e assim por diante. Depois que as mil pessoas passarem pelas portas, quais portas ficarão abertas?

Tentar simular as mil pessoas passando pelas portas é um caminho possível, mas trabalhoso. Uma maneira de buscar alternativas mais rápidas é começar a resolver e observar com atenção as regularidades que se apresentam durante o processo de resolução. Construir uma tabela com os primeiros casos auxilia a compreensão do problema.

Observe a tabela a seguir.

Portas numeradas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pessoas numeradas	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	2	-	F	-	F	-	F	-	F	-	F	-	F	-	F	-	F	-	F	-
	3	-	-	F	-	-	A	-	-	F	-	-	A	-	-	F	-	-	A	-
	4	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-	F	-	-	-	A	-	-	-
	5	-	-	-	-	F	-	-	-	-	A	-	-	-	-	A	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	F	-
	7	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

O que a tabela mostra após a passagem das onze primeiras pessoas?

As portas que ficaram abertas: 1; 4; 9. E as portas que ficaram fechadas: 2; 3; 5; 6; 7; 8; 10; 11. Essas onze primeiras portas não serão mais alteradas. Você pode explicar o motivo?

Com a conclusão a respeito dessas primeiras portas, você já é capaz de listar todas as outras portas que ficarão abertas?

Mais descobertas: as portas que ficaram abertas foram alteradas um número ímpar de vezes. A porta 6 pode servir de exemplo para evidenciar mais descobertas. A porta 6 foi alterada pelas pessoas 1, 2, 3 e 6 e não foi mais alterada. Procure descobrir que relação matemática existe entre os números 1, 2, 3 e 6 e o número 6.

Essas pessoas alteraram a porta 6 porque o número 6 é múltiplo de 1, 2, 3 e 6 e de nenhum outro número. Se 6 é múltiplo desses números, o que esses números são do número 6? São todos os divisores do número 6. E os divisores de um número quase sempre aparecem aos pares. Ao ser descoberto um divisor, automaticamente se descobre outro. Observe:

Se  $6 \div 2 = 3$ , então certamente  $6 \div 3 = 2$ . Estão identificados dois divisores de 6: o 2 e o 3.

Voltando às portas abertas e constatando que ficaram abertas porque foram alteradas um número ímpar de vezes, busca-se o motivo. A porta 9 ficou aberta. Ela foi alterada pelas pessoas 1, 3 e 9. Esses números também são divisores do 9. E por que a quantidade de divisores não é par, se eles quase sempre aparecem aos pares? É exatamente esse o caso do “quase sempre”.

Se  $9 \div 3 = 3$ , então o 3 é divisor do 9, e o 3 (quociente) também é, e são iguais. Isso só acontece porque  $3 \times 3 = 9$ . O 9 é um número quadrado perfeito e o 3, divisor, forma par com outro divisor que é exatamente o próprio 3. Daí a causa da quantidade ímpar de divisores de alguns números. E são esses os números das portas que ficarão abertas após a experiência descrita: os números quadrados perfeitos da listagem de 1 a 1000. E você pode encontrá-los.

### APLICAR CONHECIMENTOS I

Resolva os problemas propostos e não se esqueça das dicas: começar, observar o que está acontecendo e trabalhar sempre com muita atenção.

1. Um mensageiro que está na cidade A precisa atravessar um deserto e entregar uma mensagem na cidade B. Para ir de uma cidade a outra são necessários 9 dias de viagem. Um auxiliar foi colocado à disposição do mensageiro. Ambos podem carregar suprimento de água e comida para 12 dias. Não há possibilidade de conseguir qualquer suprimento na cidade B. É possível enterrar suprimentos no deserto para resgate posterior. Qual deve ser o planejamento da viagem para que a tarefa seja cumprida e ambos voltem sãos e salvos para a cidade A?
2. Oito bolinhas de aço são aparentemente iguais. Sabe-se que apenas uma delas é um pouco mais leve que as demais, que até no peso são iguais. Descreva o procedimento a ser realizado, para descobrir a bolinha mais leve dentre as demais, realizando apenas duas pesagens em uma balança de dois pratos.
3. Um vendedor de bananas precisa transportar suas bananas por um deserto e terá de percorrer 1000 quilômetros, para ir da cidade A até a cidade B. Para realizar o transporte, ele dispõe de um camelo com características muito especiais. O camelo não transporta mais que 1000 bananas de cada vez e, enquanto viaja, come uma banana por quilômetro. Qual é a quantidade máxima de bananas que o vendedor conseguirá transportar até a cidade B, sabendo-se que seu estoque é de 3000 bananas?



Ilustração digital: Conexão Editorial

Outros problemas podem ser resolvidos de maneira mais objetiva. Especialmente nos casos em que a questão é encontrar um determinado valor, pode ser útil a criação de uma equação, que descreve o problema utilizando uma linguagem simbólica. Observe os exemplos:

### Problema 3:

Pensei em um número e multipliquei-o por 4. Subtraí 7 do produto anterior e obtive 13. Em que número eu pensei inicialmente?

A construção de uma equação parte da representação do número pensado por uma letra ( $x$ , por exemplo), e a equação nada mais é que a escrita do problema por meio de símbolos matemáticos. Observe:

$$4x - 7 = 13$$

A resolução da equação fornece o valor de  $x$ , que é a representação do número pensado no problema.

$$4x - 7 = 13$$

$$4x = 13 + 7$$

$$4x = 20$$

$$x = 5$$

O número pensado no problema foi o 5.

Refletindo sobre o uso de uma equação para resolver o problema anterior, parece que ele foi resolvido de trás para frente. Em vez de subtrair 7, adicionou-se 7; em vez de multiplicar por 4, dividiu-se por 4. Os problemas que apresentam as operações dessa forma sequencial podem ser resolvidos da mesma maneira. Resolva o problema a seguir. Você pode usar dois caminhos: resolvê-lo de trás para a frente, ou criar uma equação. Tente as duas maneiras e compare os resultados.

### Problema 4:

José queria comer um ovo mexido no almoço. Benedito, o dono de um galinheiro, disse que cederia um de seus ovos a José, mas impôs algumas condições – José deveria ir ao galinheiro para buscar os ovos e precisaria cumprir algumas regras:

- a) entrar no galinheiro, pegar certa quantidade de ovos e colocar em um cesto;
- b) passar por três portões, sendo que, em cada portão, estaria uma pessoa, e entregar para cada uma delas metade dos ovos do cesto e mais  $\frac{1}{2}$  ovo;
- c) não é permitido quebrar nenhum ovo.

José entra no galinheiro, pega menos de 20 ovos, coloca todos no cesto, aproxima-se do primeiro portão e cumpre, rigorosamente, as condições. Caminha para o segundo portão e cumpre também todas as condições. O mesmo acontece no terceiro portão. Enfim, fora do galinheiro, José olha para o cesto e vê que sobrou 1 ovo: a mistura do almoço garantida.

- I. Calcule quantos ovos José colocou inicialmente no cesto.
- II. Quantos ovos José deveria pegar para sair do terceiro portão com 2 ovos? E para sair com 3 ovos?

Às vezes, não é possível resolver de trás para a frente. Simplesmente porque não há um começo e um fim. A equação é uma possibilidade.

### Problema 5:

Se 1 tijolo pesa 1 quilo mais  $\frac{1}{2}$  tijolo, quanto pesa um tijolo e meio? Resolva o problema criando uma equação.

## SEQUÊNCIAS

Muitos problemas são propostos com o uso de sequências. Às vezes, com figuras, com letras, e muitas vezes com números. Em geral, são apresentados os primeiros elementos e pede-se para completar a sequência obedecendo-se a uma regra que rege a colocação dos termos da sequência. A seguir, damos um exemplo:

$$A = (0; 2; 4; 6; 8; 10; \dots)$$

Qual é o sétimo termo dessa sequência?

É muito provável que você tenha respondido que o sétimo termo é o número 12.

E por que você acha que é o número 12? Não dá para saber todas as possíveis respostas desta última pergunta, mas é possível prever algumas. Por exemplo:

- a) Essa sequência inicia-se com o zero e o segundo termo é o zero mais dois; o terceiro termo é o segundo termo mais dois, e assim por diante. É só continuar dessa maneira para chegar ao valor do sétimo termo, que é 12.
- b) Essa sequência é uma lista dos números naturais pares a partir do zero, e em ordem crescente. Assim, é só continuar a escrever os números pares. O número par que aparece em ordem crescente após o 10 é o 12.

O uso das reticências indica que a sequência é infinita. Também podem existir sequências finitas. Os termos de qualquer sequência serão representados da seguinte maneira:

$$a_3 = 4$$

Esta representação indica que o número 4 é o terceiro termo da sequência A.

### APLICAR CONHECIMENTOS II

- Descubra uma regra para cada sequência e acrescente três termos em cada uma delas:

- a)  $A = (1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; \_ ; \_ ; \_ )$
- b)  $B = (1; 2; 2; 3; 3; 3; \_ ; \_ ; \_ )$
- c)  $C = (5; 10; 20; 40; \_ ; \_ ; \_ )$
- d)  $D = (5; -10; 20; -40; \_ ; \_ ; \_ )$
- e)  $E = (13; 8; 3; -2; \_ ; \_ ; \_ )$
- f)  $F = (2; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}; \_ ; \_ ; \_ )$

## PROGRESSÕES ARITMÉTICAS

São chamadas **progressões aritméticas** as sequências nas quais a diferença entre um termo e o seguinte é constante. Seja um investigador! Três das cinco sequências a seguir são progressões aritméticas. Identifique as três que apresentam lógicas semelhantes.

Debata com seus colegas sobre as escolhas de cada um e procurem definir quais são as características de uma progressão aritmética, que será indicada pela sigla **PA**.

- $A = (15; 18; 21; 24; 27; \dots)$
- $B = (20; 21; 20; 21; 20; 21; \dots)$
- $C = (35; 36; 38; 41; 45; \dots)$
- $D = (20; 25; 30; 35; 40; \dots)$
- $E = (27; 24; 21; 18; 15; \dots)$

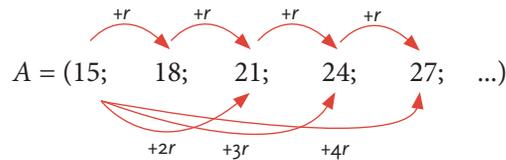
Quais sequências são PA?

Essas sequências podem ser descritas da seguinte maneira:

- Na sequência  $A$ ,  $a_1 = 15$  e cada novo termo é obtido com o acréscimo de 3 unidades ao termo anterior.
- Na sequência  $B$ ,  $b_1 = 20$ ,  $b_2 = 21$  e os termos seguintes alternam esses dois valores.
- Na sequência  $C$ ,  $c_1 = 35$ ; no termo seguinte há o acréscimo de 1 unidade, depois o acréscimo de 2, depois 3, e segue com acréscimos sempre de uma unidade.
- Na sequência  $D$ ,  $d_1 = 20$  e cada novo termo é obtido com o acréscimo de 5 unidades ao termo anterior.
- Na sequência  $E$ ,  $e_1 = 27$  e cada novo termo é o anterior menos 3 unidades, e o que poderia ser dito é que cada novo termo é obtido com o acréscimo de  $-3$  (três negativo) ao termo anterior.

As sequências que apresentam um mesmo padrão de alteração são:  $A$ ,  $D$  e  $E$ . As características dessas sequências as tornam progressões aritméticas. Qualquer PA é uma sequência em que os termos são obtidos pela adição de um valor fixo ao termo anterior a partir de um termo inicial. Esse valor fixo é chamado de razão ( $r$ ) da PA.

Observe as relações que se obtêm entre os termos de uma PA:



O exemplo anterior mostra que qualquer termo de uma PA pode ser obtido a partir do primeiro termo.

$$\begin{aligned} a_2 &= a_1 + r \\ a_3 &= a_1 + 2r \\ a_4 &= a_1 + 3r \end{aligned}$$

A forma geral da relação entre o primeiro termo de uma PA e outro termo qualquer é:

$$a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

O índice  $n$  se refere à posição do termo na sequência.

Observe agora o exemplo no qual é utilizada a forma geral de um termo qualquer da PA.

Calcule o 37º termo da PA:

$$B = (9; 13; 17; 21; \dots)$$

Nesta PA,  $b_1 = 9$  e a razão é  $r = 4$ .

$$b_{37} = 9 + (37 - 1) \times 4$$

$$b_{37} = 9 + 36 \times 4$$

$$b_{37} = 9 + 144$$

$$b_{37} = 153$$

O 37º termo dessa PA é o número 153.

### APLICAR CONHECIMENTOS III

1. Do meu 13º salário guardei R\$ 180,00. Nos 17 meses seguintes, guardei R\$ 35,00 em cada um. Quanto dinheiro guardei ao todo?

2. A taxa de cobrança dos serviços de táxis de uma cidade é calculada da seguinte forma: bandeirada de R\$ 3,80, acrescida de R\$ 0,95 por quilômetro rodado. Quantos quilômetros foram percorridos por um táxi cuja corrida custou R\$ 10,45?

3. O forno de uma fábrica que produz vasos de cerâmica é capaz de processar 23 vasos em cada fornada. Sabendo que o estoque atual de vasos na fábrica é de 263 vasos, qual é o número mínimo de fornadas necessárias para atender um cliente que encomendou 1 320 vasos?

4. A figura mostra uma viga sendo sustentada por duas colunas. Deve-se colocar mais 4 colunas, igualmente espaçadas entre as duas já colocadas, paralelas a essas, para a sustentação segura da viga. Calcule a altura de cada uma das quatro colunas.



5. O número mensal de passagens vendidas de uma determinada empresa aérea aumentou no ano passado nas seguintes condições: em janeiro foram vendidas 33 000 passagens; em fevereiro, 34 500; em março, 36 000. Esse padrão de crescimento se mantém para os meses subsequentes. Quantas passagens foram vendidas por essa empresa em julho do ano passado?

- a) 38 000                      c) 41 000                      e) 48 000  
 b) 40 500                      d) 42 000

## PROGRESSÕES GEOMÉTRICAS

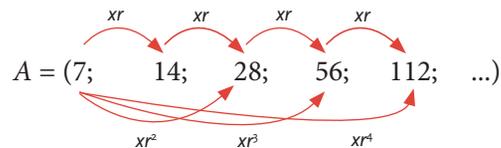
Todas as sequências abaixo são **progressões geométricas (PG)**. Analise-as e descubra a regra de formação de cada uma delas.

- $A = (7; 14; 28; 56; 112; \dots)$
- $B = (54; 18; 6; 2; \frac{2}{3}; \dots)$
- $C = (3; -6; 12; -24; 48; \dots)$

Descobriu? Confira:

- Na sequência  $A$ ,  $a_1 = 7$  e cada novo termo é obtido pela multiplicação do termo anterior por 2.
- Na sequência  $B$ ,  $b_1 = 54$  e cada novo termo é obtido pela divisão do termo anterior por 3 ou por meio da multiplicação do termo anterior por  $\frac{1}{3}$ .
- Na sequência  $C$ ,  $c_1 = 3$  e cada novo termo é obtido pela multiplicação do termo anterior por  $-2$  (dois negativo).

Observe as relações obtidas entre os termos de uma PG:



De forma semelhante à PA, é possível calcular qualquer termo de uma PG a partir do primeiro termo. No exemplo anterior, podemos notar que:

$$\begin{aligned} a_2 &= a_1 \cdot r \\ a_3 &= a_1 \cdot r^2 \\ a_4 &= a_1 \cdot r^3 \end{aligned}$$

A forma geral da relação entre o primeiro termo e outro termo qualquer de uma PG é:

$$a_n = a_1 \cdot r^{(n-1)}$$

O índice  $n$  se refere à posição do termo na sequência.

Acompanhe o exemplo:

Uma pessoa pediu R\$ 2 000,00 emprestados a um amigo. O empréstimo deve ser pago após 4 meses. Foram combinados juros compostos de 2% ao mês. Qual será o valor da dívida após esse tempo?

Se um número for multiplicado por 1,25, que pode ser indicado como  $(1 + 0,25)$ , o produto apresentará um acréscimo de 25 centésimos ao número multiplicado, ou seja, 25% a mais. Esse fato será útil na resolução do problema proposto.

O valor do acréscimo de 2% a 2 000 pode ser obtido multiplicando-se 2 000 por  $(1 + 0,02)$ . Como os juros são compostos, basta multiplicar por 1,02 para calcular a dívida após o primeiro mês, multiplicar o produto obtido novamente por 1,02 para o segundo mês, e assim por diante. Está caracterizada uma PG:  $d_1 = 2 000$ ,  $r = 1,02$  e o termo desejado é o  $d_5$ .

$$\begin{aligned}d_5 &= 2 000 \cdot 1,02^{(5-1)} \\d_5 &= 2 000 \cdot 1,02^4 \\d_5 &= 2 000 \cdot 1,08243216 \\d_5 &= 2 164,86432\end{aligned}$$

A dívida após 4 meses terá valor aproximado de R\$ 2 164,86.

#### APLICAR CONHECIMENTOS IV

1. Calcule a soma dos termos  $a_5$  e  $a_7$  de uma PG cujo primeiro elemento é  $-8$  e a razão é  $-2$ .
2. (UFPA) Um motorista aciona os freios de um automóvel. Após a freada, o veículo percorre 27 metros no primeiro segundo e, durante alguns segundos, percorre, em cada segundo,  $\frac{1}{3}$  da distância que percorreu no segundo anterior. Ache a distância total a ser percorrida no tempo de 4 segundos após a freada.
3. Em um quadrado, as medidas dos lados, das diagonais e da área formam uma PG de três termos, de razão igual a  $\sqrt{2}$ . Calcule a medida do lado do quadrado.
4. Uma dívida de R\$ 12 000,00 será paga após 5 meses, com a incidência de juros compostos de 1% ao mês. Calcule o valor da dívida a ser paga na época do vencimento.
5. Um automóvel foi comprado por R\$ 30 000,00. Após um ano, o valor de revenda do automóvel era 10% menor. Supondo que a depreciação do automóvel seja sempre 10% por ano, em quantos anos seu valor de revenda será menor que a metade do valor de compra? Sugestão: calcule ano a ano o valor de revenda do carro.

## EQUAÇÕES EXPONENCIAIS

Ao resolver alguns problemas que envolvem PG, os estudantes se deparam com um tipo de equação diferente daquelas equações chamadas de 1º e 2º graus: são as equações exponenciais.

O exemplo que segue mostra esse novo tipo de equação.

Quantos termos tem a PG  $\frac{5}{8}; \frac{5}{4}; \dots; 160$  ?

Primeiro obtém-se a razão da PG:

$$\begin{aligned}a_2 &= a_1 \cdot r \\ \frac{5}{4} &= \frac{5}{8} \cdot r \\ r &= \frac{5}{4} \div \frac{5}{8} \\ r &= 2\end{aligned}$$

São conhecidos  $a_1 = \frac{5}{8}$ ,  $a_n = 160$  e  $r = 2$ .

E o valor desconhecido é  $n$ , que é a posição do último elemento e representa também a quantidade de termos da PG.

Com a forma geral:

$$160 = \frac{5}{8} \cdot 2^{(n-1)}$$

$$160 \cdot \frac{8}{5} = 2^{(n-1)}$$

$$256 = 2^{(n-1)}$$

$$2^8 = 2^{(n-1)}$$

A incógnita da equação está no expoente.  
Daí o nome “equação exponencial”.

Portanto:

$$n - 1 = 8$$

$$n = 9$$

A equação foi resolvida pela aplicação de propriedades já estudadas, que permitiram transformar os dois membros da igualdade em potências de bases iguais. E como as bases são iguais, os expoentes também o são. Assim foi obtido o valor de  $n$ .

Equações exponenciais são resolvidas por esse método quando for possível obter igualdades de potências com a mesma base. Se as potências forem de bases diferentes, outros recursos matemáticos serão necessários para a resolução.

#### APLICAR CONHECIMENTOS V

- Determine a razão da PG em que  $a_1 = \frac{1}{4}$  e  $a_4 = -\frac{2}{27}$ .
- Resolva as equações exponenciais:
  - $35x + 2 = 9^{-x}$
  - $27^{x-2} = \frac{1}{3}$
  - $2^{x^2-3} = 4^x$
- Enem (1998) Um armazém recebe sacos de açúcar de 24 kg para que sejam empacotados em embalagens menores. O único objeto disponível para pesagem é uma balança de 2 pratos, sem os pesos metálicos. Realizando uma única pesagem, é possível montar pacotes de:
  - 3 kg
  - 4 kg
  - 6 kg
  - 8 kg
  - 12 kg
- Enem (1998) Com base no exercício anterior, realizando exatamente duas pesagens, os pacotes que podem ser feitos são os de:
  - 3 kg e 6 kg
  - 3 kg, 6 kg e 12 kg
  - 6 kg, 12 kg e 18 kg
  - 4 kg e 8 kg
  - 4 kg, 6 kg e 8 kg

5. Encceja (2005) Marcela, responsável pela decoração da festa de São João, decidiu dispor as bandeirolas na seguinte sequência:

Fila	Número de bandeirolas
1 <sup>a</sup>	7
2 <sup>a</sup>	12
3 <sup>a</sup>	17

No pátio da escola cabiam 7 filas. Obedecendo à mesma sequência numérica do quadro, o número de bandeirolas da última fila é:

- a) 27
  - b) 32
  - c) 37
  - d) 42
6. Encceja (2005) Um supermercado vende a lata de 900 mL de óleo por R\$ 1,60 e a embalagem de 2 700 mL do mesmo óleo por R\$ 5,00. Um cliente preferiu levar 3 latas de 900 mL em vez de uma embalagem de 2 700 mL.

Ele deve ter tomado essa decisão porque:

- a) o preço do litro para as duas embalagens é igual.
- b) o litro de óleo é mais barato para as embalagens de 900 mL.
- c) o litro de óleo na embalagem de 2 700 mL custa mais de R\$ 2,00.
- d) o litro de óleo na embalagem de 900 mL custa R\$ 1,43.

## Inequações, representações gráficas e elementos de geometria analítica

As inequações podem ser muito úteis para resolver problemas do cotidiano. Uma pequena empresa, por exemplo, que produz embalagens para pizzas gasta com eletricidade, água, aluguel, funcionários e manutenção a quantia aproximada de R\$ 3 900,00 por mês. Para produzir 1 000 embalagens, a empresa compra matéria-prima no valor de R\$ 450,00. Essas 1 000 embalagens são vendidas por R\$ 1 230,00. Qual é a quantidade mínima de embalagens que a empresa precisa vender em um mês para pagar os seus custos e começar a ter lucro?

A partir dos dados, podem-se identificar os seguintes elementos:

Custo da matéria-prima por embalagem: R\$ 0,45.

Valor de venda por embalagem: R\$ 1,23.

Chamando de  $x$  a quantidade de embalagens a ser vendida, constrói-se uma inequação que representa a situação:

$$\begin{aligned}
 1,23x &> 3\,900 + 0,45x \\
 1,23 - 0,45x &> 3\,900 \\
 0,78x &> 3\,900 \\
 x &> 3\,900 \div 0,78 \\
 x &> 5\,000
 \end{aligned}$$

1,23x é a operação que indica a quantia que a empresa irá receber ao vender  $x$  embalagens.

3 900 + 0,45x indica as despesas para produzir  $x$  embalagens em um mês.

Se a empresa vender mais de 5 000 embalagens em um mês já terá pago as despesas e começará a ter lucro.

### INEQUAÇÕES

As equações são sentenças matemáticas caracterizadas por igualdades. Resolver uma equação significa encontrar o valor ou valores atribuídos à incógnita, para tornar a igualdade verdadeira. Já as inequações são caracterizadas por desigualdades, identificadas pelos sinais:  $>$  (maior que),  $\geq$  (maior que ou igual a),  $<$  (menor que),  $\leq$  (menor que ou igual a) e  $\neq$  (diferente de).

O procedimento algébrico para a resolução de uma inequação é semelhante ao da resolução das equações. Há algumas diferenças que serão apresentadas mais adiante.

## APLICAR CONHECIMENTOS I

1. Resolva as inequações:

a)  $2x - 3 < 6$  .....

c)  $3(x - 7) + 2x \leq 10 - 4x$  .....

b)  $7x + 8 \geq 3x + 5$  .....

d)  $\frac{x}{4} + 2x > 15$  .....

2. Para a festa de encerramento do ano letivo de uma escola, foram gastos R\$ 220,00 com salgadinhos, R\$ 75,00 com suco de frutas, R\$ 38,00 com um bolo e ainda R\$ 23,00 com pratinhos e copos. Cada participante da festa deve pagar R\$ 1,50 pelo ingresso. Qual é o número mínimo de ingressos que deverão ser vendidos para cobrir as despesas dessa festa?

3. Resolva a inequação  $2x + 7 > 3x - 3$  e depois compare o seu resultado com o comentário a seguir.

$$2x + 7 > 3x - 3 \Rightarrow 2x - 3x > -3 - 7 \Rightarrow -x > -10 \Rightarrow x < 10$$

O sinal da desigualdade foi invertido!

Observe os motivos para essa inversão:

$$-5 > -10$$

É uma desigualdade verdadeira, pois 5 negativo é maior que 10 negativo.

Se os dois membros da desigualdade forem multiplicados por  $(-1)$ , veja o que acontece:

$$-5 \cdot (-1) > -10 \cdot (-1)$$

$$5 > 10$$

O resultado é uma desigualdade falsa, pois 5 não é maior que 10.

Para não errar, basta inverter o sinal da desigualdade quando você multiplicar ou dividir os membros da desigualdade por um número negativo. Observe a parte final da resolução:

$$-x > -10$$

$$-x \cdot (-1) < -10 \cdot (-1)$$

$$x < 10$$

Com o cuidado da inversão do sinal, obtém-se o resultado correto, que são os valores menores que 10.

4. Resolva as inequações:

a)  $7x - 8 < 11x + 7$  .....

c)  $\frac{x}{4} + 2 > 3x - 9$  .....

b)  $5(4 - 2x) \geq 4x + 3$  .....

d)  $7(3x + 2) > 14 - 4(5x + 3)$  .....

5. Observe a tabela de potências de base 2 e a seguir resolva as inequações:

- a)  $2^x \geq 8$  .....  
 b)  $8^x + 5 < 69$  .....

$2^0$	1	$2^4$	16
$2^1$	2	$2^5$	32
$2^2$	4	$2^6$	64
$2^3$	8	$2^7$	128

6. Observe a tabela de potências de base  $\frac{1}{2}$  e a seguir resolva as inequações:

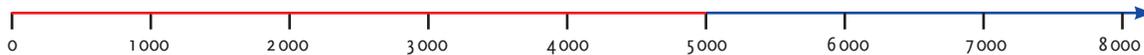
Nas inequações exponenciais, cuja base da potência é menor que 1, também é necessária a inversão do sinal da desigualdade no momento de se identificar a solução. Debata com seus colegas sobre a razão dessa necessidade.

- a)  $\left(\frac{1}{2}\right)^x > \frac{3}{48}$  .....  
 b)  $56 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{3x} < 7$  .....

$\left(\frac{1}{2}\right)^0$	1	$\left(\frac{1}{2}\right)^4$	$\frac{1}{16}$
$\left(\frac{1}{2}\right)^1$	$\frac{1}{2}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^5$	$\frac{1}{32}$
$\left(\frac{1}{2}\right)^2$	$\frac{1}{4}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^6$	$\frac{1}{64}$
$\left(\frac{1}{2}\right)^3$	$\frac{1}{8}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^7$	$\frac{1}{128}$

## REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SOLUÇÃO DE UMA INEQUAÇÃO

Voltando ao problema das embalagens de *pizza*, a solução, que é a produção de mais de 5 000 embalagens, pode ser representada em uma reta numérica:



Observar, em uma reta numérica, o conjunto de valores que solucionam a inequação é um procedimento que facilita a visualização e interpretação dos resultados.

Especialmente nos casos de inequação-produto e inequação-quociente, a representação na reta numérica auxilia a obtenção dos resultados.

Observe o exemplo:

$(x + 3) \cdot (x - 2) < 0$   
 Para quais valores de  $x$  o produto dos binômios é negativo?

O produto de dois fatores é negativo quando um e apenas um dos fatores for negativo e o outro não for nulo. Verificar os valores que tornam cada um dos binômios negativos é um caminho para chegar à solução final.

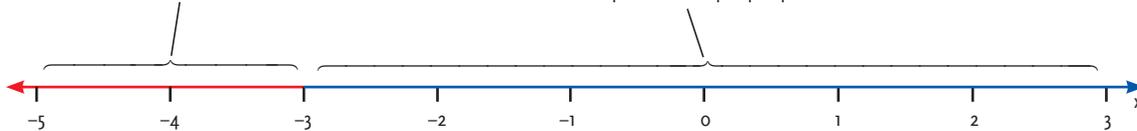
Análise do binômio:  $x + 3$

$$x + 3 < 0$$

$$x < -3$$

Valores que tornam o binômio negativo.

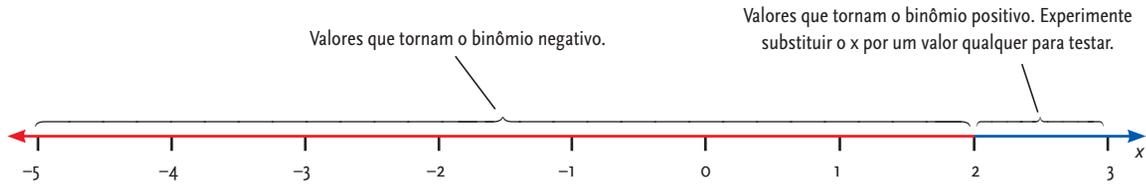
Valores que tornam o binômio positivo. Experimente substituir o  $x$  por um valor qualquer para testar.



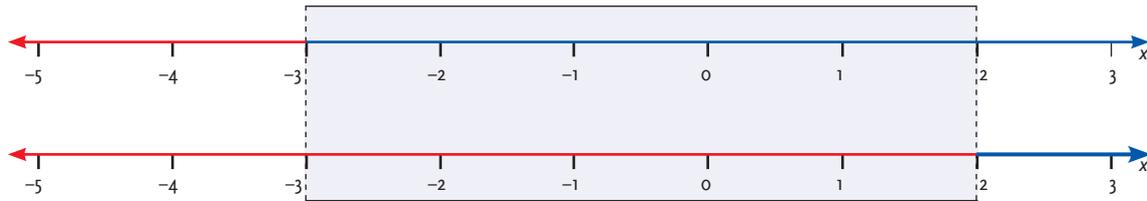
Análise do binômio:  $x - 2$

$$x - 2 < 0$$

$$x < 2$$



As duas representações sobrepostas, a seguir, permitem a visualização do intervalo de valores que satisfazem à condição imposta. Para valores de  $x$  maiores que  $-3$  e menores que  $2$ , o produto dos dois binômios é negativo. Faça um teste e verifique. Para o valor de  $x$  igual a  $-3$ , o binômio  $(x + 3)$  assume o valor zero e o produto é zero. Para o valor de  $x$  igual a  $2$ , o binômio  $(x - 2)$  assume o valor zero e, por consequência, o produto também é zero. Para valores menores que  $-3$  ou maiores que  $2$ , o produto é positivo.



#### APLICAR CONHECIMENTOS II

- Resolva as inequações expressas por produtos e quocientes:

a)  $(x - 5) \cdot (x + 7) > 0$

c)  $\frac{x - 4}{x} > 0$

b)  $(2x - 3) \cdot (1 - x) \leq 0$

d)  $\frac{3x + 4}{x - 1} \geq 0$

(Dica: cuidado com os valores de  $x$  que anulam o denominador das frações.)

## REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE EQUAÇÕES DE 1º GRAU COM DUAS VARIÁVEIS

O problema proposto no início deste capítulo vincula o lucro de uma empresa à quantidade de embalagens vendidas. Ao vender 5 000 embalagens, a arrecadação da empresa iguala-se aos custos. O lucro da empresa tem início quando a venda supera as 5 000 embalagens.

Observe a expressão que relaciona o lucro ( $L$ ) à quantidade ( $x$ ) de embalagens vendidas:

$$L = 1,23 \cdot x - 0,45 \cdot x - 3\,900$$

$$L = 0,78 \cdot x - 3\,900$$

A tabela mostra o lucro  $L$  da empresa em relação a alguns valores atribuídos a  $x$ :

Com os valores da tabela, constrói-se um gráfico, utilizando como suporte o plano cartesiano. Os pontos em destaque no gráfico indicam os valores que aparecem na tabela. Os outros pontos da reta correspondem a valores intermediários que não foram calculados, mas que também representam situações nas quais a empresa pode se encaixar. A utilização dos dois eixos possibilita visualizar a relação de duas quantidades variáveis: o lucro ( $L$ ) e a quantidade de embalagens vendidas ( $x$ ). As escalas dos eixos foram escolhidas de forma a representar com clareza os fatos em questão.

O plano cartesiano com dois eixos é um sistema de referência adequado para a análise de duas variáveis que se relacionam.

Outro exemplo: Quais são os pares de números cuja soma de um deles com o dobro do outro resulta no número 2?

As informações dadas no enunciado possibilitam a elaboração da seguinte equação com duas variáveis:

$$x + 2y = 2$$

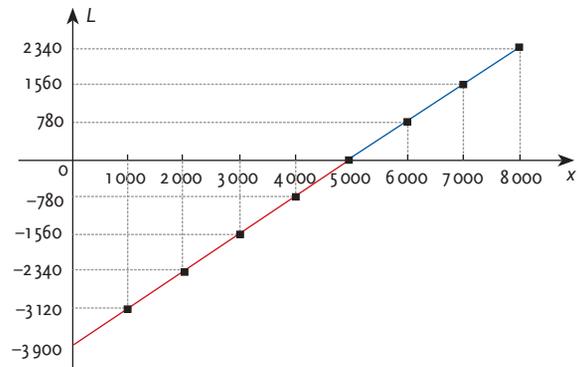
Tabela de alguns valores que satisfazem à condição:

$x$	$y$
-6	4
-5	3,5
-4	3
-3	2,5
-2	2
-1	1,5
0	1
1	0,5
2	0
3	-0,5
4	-1
5	-1,5
6	-2

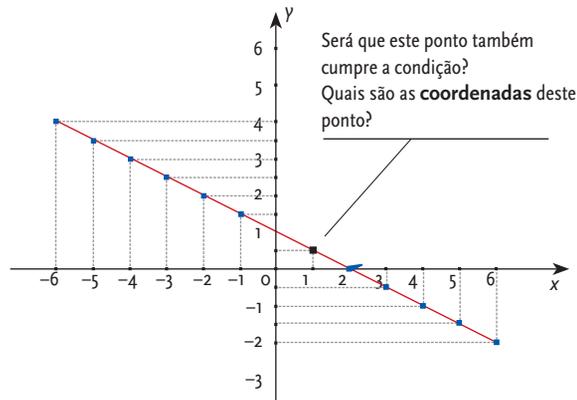
**Para lembrar!**

Os pares de números que representam pontos em um plano cartesiano são chamados de **pares ordenados**. A forma utilizada para escrever os pares ordenados é  $(x, y)$ . Os valores de  $x$  representados no eixo horizontal são chamados de **abscissas** desses pontos e os valores de  $y$  representados no eixo vertical são chamados de **ordenadas** desses pontos. Os números que formam o par ordenado são as **coordenadas** do ponto que eles representam.

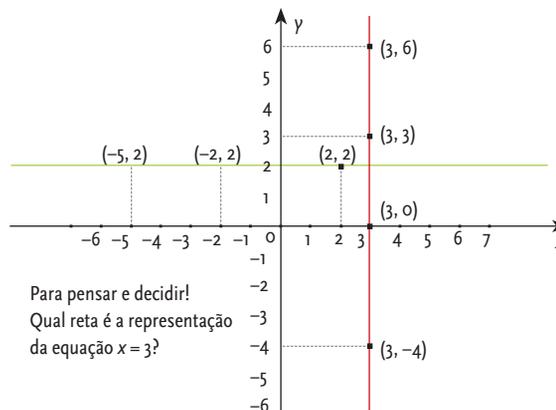
$x$	$L$
0	-3 900
1 000	-3 120
2 000	-2 340
3 000	-1 560
4 000	-780
5 000	0
6 000	780
7 000	1 560
8 000	2 340



Os pontos azuis representam os pares de números que foram expressos na tabela. A linha contínua, que une os pontos, representa os demais pontos que satisfazem à condição imposta.



Equações com uma incógnita também podem ser representadas em um plano cartesiano. A equação  $x = 3$  é satisfeita por qualquer par ordenado com o formato  $(3; y)$ . E a equação  $y = 2$  é satisfeita por pares ordenados com o formato  $(x; 2)$ . No plano cartesiano, a representação de cada uma das equações é a seguinte:



### APLICAR CONHECIMENTOS III

- Construa um plano cartesiano e represente cada uma das equações:
 

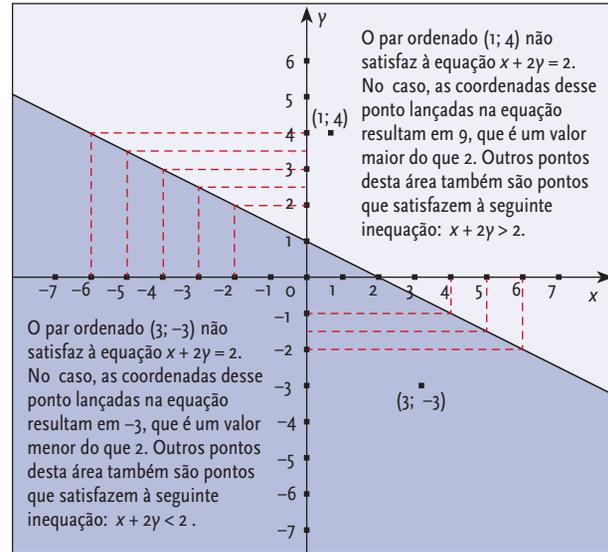
a) $x + y = 0$	c) $x = -1$	e) $3x + y = 3$
b) $x - y = 0$	d) $2y = 3$	

## INEQUAÇÕES COM DUAS VARIÁVEIS

Os pontos que satisfazem à equação  $x + 2y = 2$  podem ser representados no plano cartesiano por meio de uma reta, como foi mostrado anteriormente. Os pontos do plano que não satisfazem à equação  $x + 2y = 2$  não pertencem à reta. As coordenadas de qualquer um desses pontos, quando lançadas na expressão  $x + 2y$ , certamente resultarão em um valor diferente de 2.

Observe com atenção as duas coordenadas ao lado:

Esses exemplos mostram que as duas regiões resultantes da seção do plano pela reta da equação  $x + 2y = 2$  são representações gráficas da solução de duas inequações com duas variáveis que foram expressas nos exemplos, ou seja, a área assinalada em azul escuro do plano contém todos os pontos, cujas coordenadas satisfazem à inequação  $x + 2y < 2$ , e área assinalada em azul claro contém todos os pontos do plano, cujas coordenadas satisfazem à inequação  $x + 2y > 2$ .



#### APLICAR CONHECIMENTOS IV

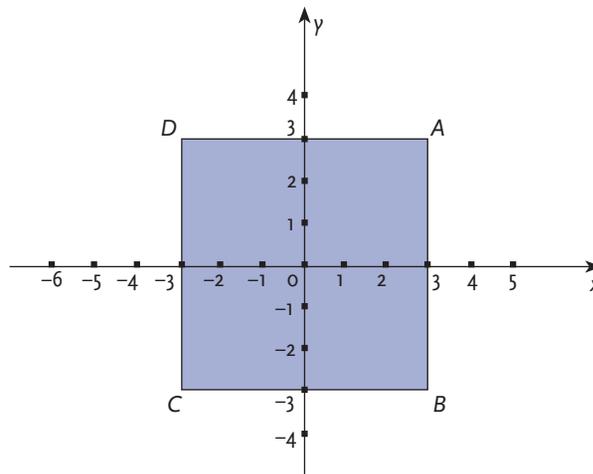
- Represente graficamente cada uma das inequações abaixo em um plano cartesiano.

- a)  $x - y > 1$       b)  $3x + y < 0$       c)  $x < 2$       d)  $y > -4$

## ALGUNS ELEMENTOS DE GEOMETRIA ANALÍTICA

Você acabou de ver equações cujas soluções são representadas por retas. Viu também inequações cujas soluções são representadas por regiões do plano.

Observe o quadrado  $ABCD$  no plano cartesiano:



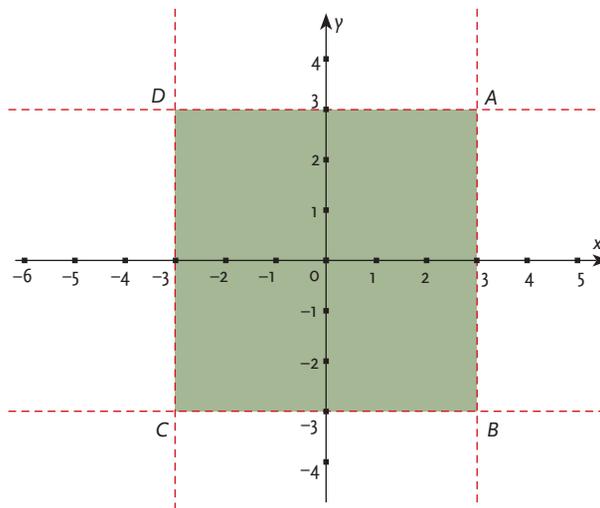
Os lados do quadrado são segmentos de retas. Cada segmento está contido em uma reta que pode ser identificada por meio de uma equação.

- O segmento  $AB$  está contido na reta  $x = 3$ .
- O segmento  $BC$  está contido na reta  $y = -3$ .
- O segmento  $CD$  está contido na reta  $x = -3$ .
- O segmento  $AD$  está contido na reta  $y = 3$ .

Os pontos internos do quadrado são os pontos que satisfazem simultaneamente às inequações:

$$x < 3; \quad y > -3; \quad x > -3; \quad y < 3.$$

Observe o quadrado e as retas tracejadas que dão suporte aos segmentos  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$  e  $DA$ :



#### APLICAR CONHECIMENTOS V

• Construa, em planos cartesianos diferentes, as regiões que satisfazem às condições dadas:

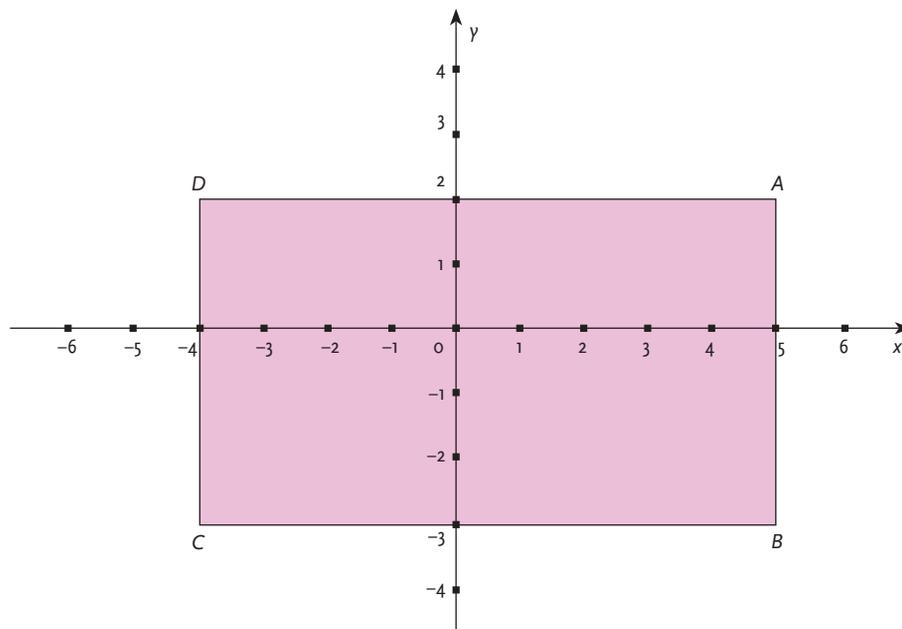
a)  $x \geq -1; y \geq 0; x \leq 4; y \leq 2$

b)  $y \geq 1; x \leq 5; x \leq y$

c)  $y \geq -1; x + y \leq 4; x - y \geq -4$

Você já consegue representar algumas equações como retas em um plano cartesiano, e poderá também determinar as medidas dos segmentos de retas que formam as figuras a partir de suas coordenadas.

Observe o retângulo e determine a medida do seu perímetro e a sua área.



O segmento  $AB$  mede 5 unidades e o segmento  $BC$  mede 9 unidades. Com essas medidas, obtém-se o perímetro do retângulo, que é 28 unidades lineares, e a área, 45 unidades quadradas.

Responda: Qual é a relação entre as coordenadas dos pontos A e B e a medida do segmento AB?

As coordenadas dos pontos são: A, (5; 2) e B, (5; -3). A distância entre esses pontos é o valor absoluto da diferença entre os valores 2 e -3. Assim, a distância entre A e B é calculada e representada desta maneira:

$$\begin{aligned} |2 - (-3)| &= |5| = 5 \\ \text{ou} \\ |-3 - 2| &= |-5| = 5 \end{aligned}$$

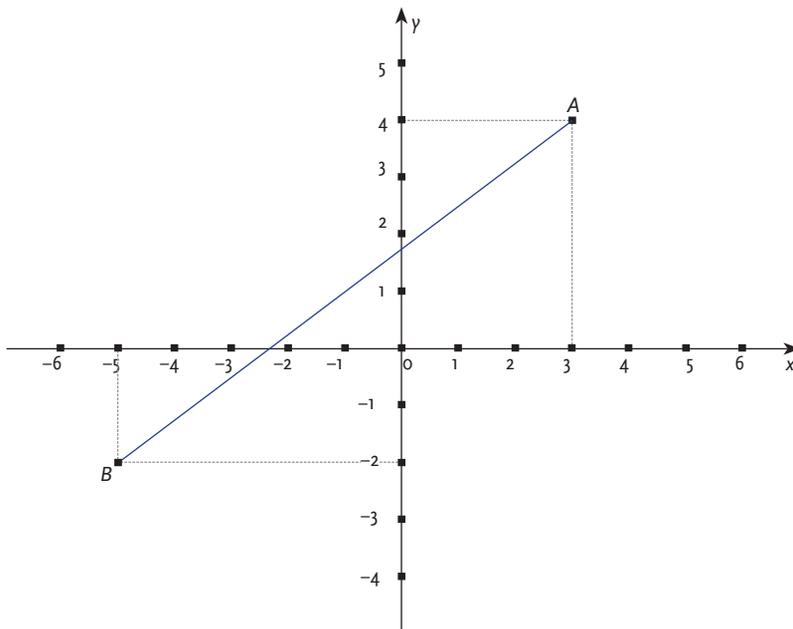
A distância entre o ponto B (5; -3) e o ponto C (-4; -3) é calculada e representada desta maneira:

$$\begin{aligned} |5 - (-4)| &= |9| = 9 \\ \text{ou} \\ |-4 - 5| &= |-9| = 9 \end{aligned}$$

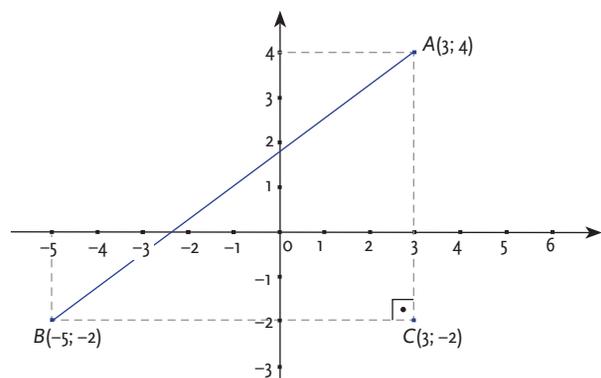
A distância entre dois pontos que pertencem a uma reta paralela ao eixo y do plano cartesiano é o valor absoluto da diferença entre suas ordenadas.

A distância entre dois pontos que pertencem a uma reta paralela ao eixo x do plano cartesiano é o valor absoluto da diferença entre suas abscissas.

E se os pontos pertencerem a uma reta que não é paralela a nenhum dos eixos? Como você calcularia a distância entre eles? Observe o exemplo e calcule.



Agora, observe a imagem ao lado, na qual há o triângulo retângulo ABC, tendo como hipotenusa o segmento de reta AB, provavelmente você conseguiu calcular. A abscissa do ponto C é a mesma do ponto A, e a ordenada do ponto C é a mesma do ponto B.



O procedimento para calcular as medidas dos catetos do triângulo  $ABC$  já foi visto, e, a partir dessas medidas, calcula-se, por meio do teorema de Pitágoras, a medida da hipotenusa, que é a distância entre  $A$  e  $B$  ( $d_{AB}$ ).

$$\begin{aligned} (d_{AB})^2 &= (d_{AC})^2 + (d_{BC})^2 \\ (d_{AB})^2 &= |4 - (-2)|^2 + |-5 - 3|^2 \\ (d_{AB})^2 &= 6^2 + 8^2 \\ d_{AB} &= \sqrt{100} = 10 \end{aligned}$$

Observe que nesta expressão foram relacionadas as coordenadas dos pontos  $A$ ,  $B$  e  $C$ . Como a abscissa de  $C$  é a mesma de  $A$  e a ordenada de  $C$  é a mesma de  $B$ , é possível obter uma fórmula para o cálculo da distância entre dois pontos quaisquer do plano cartesiano.

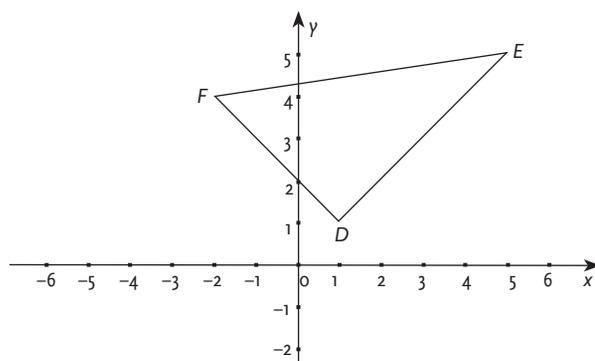
Distância entre os pontos  $A(x_A; y_A)$  e  $B(x_B; y_B)$ :

$$d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$$

Observe outro exemplo de aplicação da ideia da distância entre dois pontos.

Os pontos  $D(1; 1)$ ,  $E(5; 5)$  e  $F(-2; 4)$  formam um triângulo retângulo no vértice  $D$ . Calcule a área do triângulo.

Como o triângulo é retângulo em  $D$ , os segmentos  $DE$  e  $DF$  são catetos e formam  $90^\circ$  entre si. Podem ser considerados a base e a altura do triângulo para o cálculo da área. Assim, a área do triângulo  $DEF$  é obtida com o cálculo:



$$\begin{aligned} A &= \frac{d_{DE} \cdot d_{DF}}{2} \\ d_{DE} &= \sqrt{(5 - 1)^2 + (5 - 1)^2} \\ d_{DE} &= \sqrt{4^2 + 4^2} \\ d_{DE} &= \sqrt{32} = 4 \cdot \sqrt{2} \\ d_{DF} &= \sqrt{(-2 - 1)^2 + (4 - 1)^2} \\ d_{DF} &= \sqrt{(-3)^2 + 3^2} \\ d_{DF} &= \sqrt{18} = 3 \cdot \sqrt{2} \\ A &= \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot 3 \cdot \sqrt{2}}{2} \\ A &= 6 \cdot (\sqrt{2})^2 = 12 \end{aligned}$$

**APLICAR CONHECIMENTOS VI**

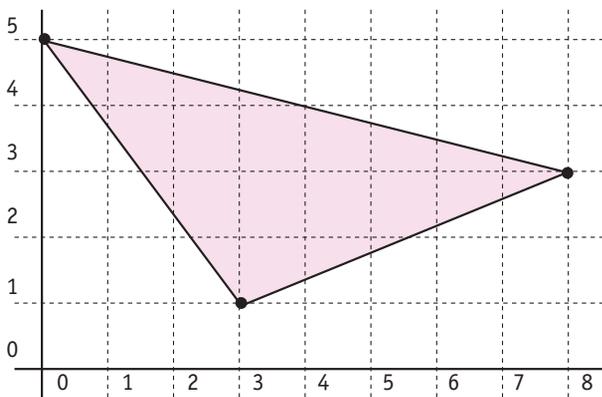
1. Comprove se os segmentos que têm extremidade nos pontos  $A(-3; -2)$ ,  $B(-3; 10)$  e  $C(2; -2)$  formam um triângulo retângulo e calcule sua área.

2.  $ABCD$  é um quadrado e  $A(-2; 2)$  e  $B(3; -5)$  são vértices consecutivos. Determine o perímetro e a área desse quadrado.

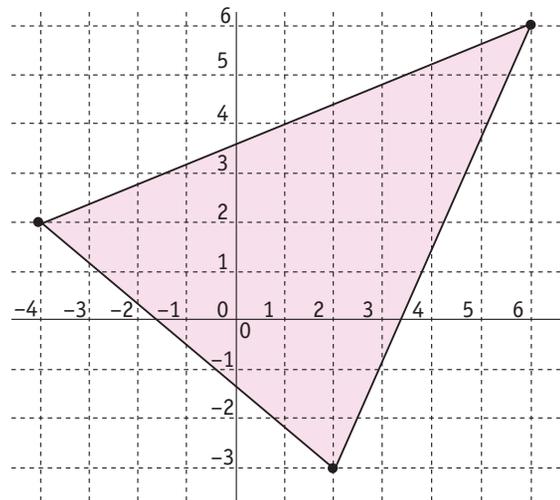
3. No triângulo isósceles  $ABC$ ,  $AB = AC$ . Sabendo que  $B(-4; 2)$  e  $C(7; 2)$  e que a área do triângulo é igual a 18, determine as coordenadas possíveis do ponto  $A$ .

4. Determine a área dos triângulos nas figuras seguintes:

a)



b)



# Referências bibliográficas

- AMARAL, Luciano. *Química geral e inorgânica*. São Paulo: Editora do Brasil, 1967. v. 1.
- AMBROGI, Angélica; LISBÔA, Júlio Cezar Foschini; CLEFFI, Norma Maria. *Ciências ambientais para o 1º grau: 5ª e 6ª séries – Módulo "O ar"*. Rio de Janeiro: MEC/Fename, 1982.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; SPARAPAM, Elizabete Rosin Fachini. *Química para o magistério*. São Paulo: Harbra, 1995.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; VERSOLATO, Elena F. et al. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Hamburg, 1987.
- AMORIM, Joni de Almeida; MACHADO, Carlos. Introduzindo modelagem e simulação de sistemas no ensino pré-universitário. *Revista de Educação Matemática*. v. 9. n. 9/10, ano 2004-2005.
- ANDERY, Maria Amália et al. *Para compreender a ciência*. Rio de Janeiro: Editora Espaço e Tempo, 1994.
- BAUMGART, John K. *História da álgebra*. São Paulo: Atual, 1992. v. 4. (Tópicos de história da Matemática para uso em sala de aula.)
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *Filosofia da educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2000.
- BOCZKO, Roberto. *Conceitos de Astronomia*. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.
- BONORA JÚNIOR, Dorival. *Matemática financeira: análise de investimentos, amortização de empréstimos, capitalização, utilização de calculadoras financeiras*. São Paulo: Ícone Editora, 1996.
- BRASIL. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Ministério da Saúde. *De olho na saúde e na educação*. Brasília, 2004.
- CÂNDIDO, Suzana Laino. *Formas num mundo de formas*. São Paulo: Moderna, 1997.
- CANIATO, Rodolpho. *O céu*. São Paulo: Ática, 1993. (Coleção na Sala de Aula.)
- CANTO, Eduardo Leite do. *Plásticos: bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1995.
- CARAÇA, Bento de Jesus. *Conceitos fundamentais da Matemática*. Lisboa: Gradiva, 1998.
- CARDOSO, Fátima. *Transgênicos são do bem. Transgênicos são do mal: entenda de uma vez essa questão*. São Paulo: Editora Terceiro Nome, 2005.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa (Coord.). *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: FE-USP, 1999.
- CAVINATTO, Vilma Maria. *Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar*. São Paulo: Moderna, 2007.
- CHASSOT, Attico. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 2006.
- COXFORD, Arthur. *As ideias da álgebra*. São Paulo: Atual, 1997.
- CRESPO, Antônio Arnot. *Matemática comercial e financeira fácil*. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 1997.
- CUNHA, Paulo. *Por dentro do sistema imunológico*. São Paulo: Atual, 1994.
- CUPPARI, Lilian. *Guia da nutrição: nutrição clínica no adulto*. 2. ed. São Paulo: Manole/Unifesp, 2005.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e Matemática*. Campinas/São Paulo: Editora da Unicamp/Summus Editorial, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1990.
- DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. *Fundamentos da Matemática elementar: geometria espacial, posição e métrica*. 5. ed. São Paulo: Atual, 1993.
- DREISBACH, Robert. *Manual de envenenamentos*. São Paulo: Atheneu/Edusp, 1975.
- DUTRA-DE-OLIVEIRA, José Eduardo; MARCHINI, Júlio Sérgio (Orgs.). *Ciências nutricionais*. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos, 1998.
- ESPERIDIÃO, Ivone Mussa; NÓBREGA, Olímpio Salgado. *Metais*. São Paulo: Ática, 1996.
- ESPERIDIÃO, Ivone Mussa; NÓBREGA, Olímpio Salgado. *Os metais e o homem*. São Paulo: Ática, 1996.
- FAINGUELERNT, Estela Kaufman. *Educação matemática: representação e construção em geometria*. Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.
- \_\_\_\_\_. *Fazendo arte com a Matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FIGUEIREDO, Djairo Guedes de. *Números irracionais e transcendentos*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1980.
- FIorentini, Dário; MIORIM, Maria Ângela. (Orgs.). *Por trás da porta, que Matemática acontece?* Campinas: FE-Unicamp-Cepem, 2001.
- FLINT, Igal. *O poder curativo das vitaminas*. São Paulo: Árvore da Terra, 1998.
- FRANÇA, Martha San Juan. *Células-tronco: esses milagres merecem fé*. São Paulo: Editora Terceiro Nome/Mostarda Editora, 2006.
- FRANCO, Guilherme. *Tabela de composição química dos alimentos*. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- GALILEI, Galileu. *O ensaiador*. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Os pensadores.)
- GLEISER, Marcelo. *O livro do cientista*. São Paulo: Companhia das Letras, 2006. (Coleção Profissões.)
- GOMIDE, Elza Furtado (Coord.); ROCHA, Janice Cássia (Org.). *Atividades de laboratório de Matemática: Ensino Fundamental – 5ª a 8ª séries*. São Paulo: Caem-IME/USP, 1997 a 2000. (Série Cadernos de Atividades n. 1.)
- IMENES, Luiz Marcio. *Geometria das dobraduras*. São Paulo: Scipione, 1988. (Vivendo a Matemática.)
- GONÇALVES FILHO, Aurelio; BAROLLI, Elizabeth. *Instalação elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1990. (O universo da ciência.)
- GORDON, Richard. *A assustadora história da Medicina*. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.
- GRANDO, Regina Célia; FAZZION, Marcelo Fabiano. Álgebra e Geometria na resolução de um problema clássico em Matemática: o problema dos cubos pintados. *Revista de Educação Matemática*. Ano 8, n. 6-7, 2001.
- GREENWOOD, Norman; EARNSHAW, Alan. *Chemistry of the Elements*. Oxford: Butterworth Heinemann, 1997.
- GRUPO de Pesquisa em Educação Química (Gepeq-USP). *Interações e transformações I*. São Paulo: Edusp, 1993.
- \_\_\_\_\_. *Interações e transformações II*. São Paulo: Edusp, 1996.
- \_\_\_\_\_. *Interações e transformações III: atmosfera – fonte de materiais*. São Paulo: Edusp, 2003.
- \_\_\_\_\_. *Interações e transformações IV: hidrosfera – fonte de materiais*. São Paulo: Edusp, 2005.
- \_\_\_\_\_. *Química e sobrevivência: hidrosfera – fontes de materiais*. São Paulo: Edusp, 2005.
- GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (Gref-USP). *Física 1: Mecânica*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 1999.
- \_\_\_\_\_. *Física 2: Física térmica e óptica*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 1999.
- \_\_\_\_\_. *Física 3: Eletromagnetismo*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 1999.
- \_\_\_\_\_. *Leituras de Física - Física térmica: para ler, fazer e pensar*. São Paulo: Gref-USP, 1998.
- GRIPPI, Sidney. *Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
- GUELLI, Oscar. *Equação: o idioma da Álgebra*. São Paulo: Ática, 2004. (Contando a História da Matemática.)
- \_\_\_\_\_. *A invenção dos números*. 9. ed. São Paulo: Ática, 2005. (Contando a História da Matemática.)

- GUERRA, Andreia; BRAGA, Marcos; REIS, José Cláudio. *Bohr e a interpretação quântica da natureza*. São Paulo: Atual, 2005. (Ciência no Tempo.)
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. *Faraday e Maxwell – eletromagnetismo: da indução aos dinamos*. São Paulo: Atual, 2004.
- HERSCOVICI, Cecile Rausch; BAY, Luisa. *Anorexia nervosa e bulímia*. São Paulo: Artmed, 1997.
- IEZZI, Gelson et al. *Matemática: ciência e aplicações*. São Paulo: Atual, 2004. v. 1.
- IFRAH, Georges. *História universal dos algarismos*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. v. 1.
- IGLIORI, Júlio. *Números lógicos*. São Paulo: Iglu, 2005. v. 1, 2, 3 e 4.
- JAFFE, Bernard. *Crucibles: The History of Chemistry*. Nova York: Dover, 1976.
- JOLLY, William L. *A Química dos não metais*. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1972.
- KANTOR, Carlos Aparecido; BONETTI, Marcelo de Carvalho. *Comunicação e informação*. São Paulo: Pueri Domus Escolas Associadas, 2001.
- KNIJNIK, Gelsa et al. *Aprendendo e ensinando Matemática com o geoplano*. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.
- KOPEZINSKI, Isaac. *Mineração x meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.
- LARSON, Ron; FARBER, Betsy. *Estatística aplicada*. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- LEE, John D. *Química inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.
- LEVI, Primo. *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.
- LIDE, David R. *Handbook of Chemistry and Physics*. 73. ed. Boca Raton: CRC Press, 1995.
- LIMA, Elon Lages et al. *A Matemática do Ensino Médio*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2004. v. 1 e 2.
- \_\_\_\_\_. *Medida e forma em Geometria: comprimento, área, volume e semelhança*. 2. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1997.
- LINDQUIST, Mary Montgomery; SHULTE, Albert P. (Orgs.). *Aprendendo e ensinando geometria*. São Paulo: Atual, 1994.
- LISBÔA, Julio Cezar Foschini; AMBROGI, Angélica A. *Química para o magistério*. São Paulo: Harbra, 1995.
- LORA, Electo Eduardo Silva. *Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.
- LUCHESE, Eduardo Bernardi; FÁVERO, Luzia Otília Bortotti; LENZI, Ervim. *Fundamentos da Química do solo: teoria e prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002.
- MACEDO, Jorge Antonio Barros. *Águas & águas*. São Paulo: Varela, 2001.
- MACHADO, Nilson José. *Os poliedros de Platão e os dedos da mão*. São Paulo: Scipione, 1996. (Vivendo a Matemática.)
- MACOSSI, Luiz Roberto; BONACELLA, Paulo Henrique. *Poluição das águas*. 7. ed. São Paulo: Moderna, 1990.
- MARGOTTA, Roberto. *História ilustrada da Medicina*. São Paulo: Manole, 1998.
- MEADOWS, Donella. H. et al. *Limites do crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. São Paulo: Perspectiva, 1973.
- MEDEIROS, Kátia Maria. O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula. *Revista de Educação Matemática*. n. 9/10, ano 8, abril, 2001.
- MENDONÇA, Maria do Carmo Domite. Resolução de problemas pede (re) formulação. ABRANTES, Paulo. *Investigação matemática na sala de aula e no currículo*. Lisboa: Associação dos Professores de Matemática (APM), 2000.
- MENEZES, Luís Carlos de. *A matéria – uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.
- MILIES, Francisco César Polcino; BUSSAB, José Hugo de Oliveira. *A Geometria na Antiguidade Clássica*. São Paulo: FTD, 1999.
- MINGOIA, Quintino. *Química farmacêutica*. São Paulo: Melhoramentos, 1967.
- MODANEZ, Leila. *Das sequências de padrões geométricos à introdução do pensamento algébrico*. Dissertação de Mestrado, PUC-SP. São Paulo, 2003.
- NEIVA, Jucy. *Conheça o petróleo e outras fontes de energia*. 5. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1986.
- NUNES, Teresinha. É hora de ensinar proporção. *Nova Escola*. São Paulo: Abril, 2003, p. 25-28.
- OGA, Seizi. *Fundamentos da Toxicologia*. São Paulo: Atheneu, 1996.
- OLIVEIRA, Nanci. *Conceito de função: uma abordagem do processo de ensino-aprendizagem*. Dissertação de Mestrado, PUC-SP. São Paulo, 1997.
- PAIS, Luiz Carlos. *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- PANIZZA, Sylvio. *Plantas que curam*. 9. ed. São Paulo: Ibrasa, 1997.
- PARKER, Steve. *O olho e a visão*. São Paulo: Scipione, 1997. (O corpo humano.)
- PARTINGTON, James Riddick. *A short history of Chemistry*. Nova Iorque: Dover, 1989.
- PERELMAN, Yakov Isidorovich. *Aprenda Álgebra brincando*. São Paulo: Hemus, 1996.
- PINTO, Alexandre Custódio; LEITE, Cristina SILVA, José Alves da. *Física: calor – o motor das revoluções*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Física: os eletrodomésticos*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Física: a Física ajuda a salvar vidas*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Física: o nascimento da Física quântica*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Física: telecomunicações*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000.
- POLYA, George. *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.
- RADICE, Lucio Lombardo. *A Matemática de Pitágoras a Newton*. Lisboa: Edições 70, 1971.
- ROBERTS, Royston. M. *Descobertas acidentais em ciências*. Campinas: Papirus, 1995.
- RODRIGUES, Luiz Francisco; CAVINATTO, Vilma Maria. *Lixo: de onde vem? Para onde vai?* São Paulo: Moderna, 2006.
- SCLIAR, Moacyr; PAMPLONA, Marco; RIOS, Miguel Angelo Thompson; SOUZA, Maria Helena Soares de. *Saúde pública: histórias, políticas e revolta*. São Paulo: Scipione, 2002.
- SCORDAMAGLIO, Maria Terezinha. *Matemática: fazer média está na moda*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- SHREVE, Randolph; BRINK, Joseph. *Indústrias de processos químicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985.
- SILVA, Irineu. *História dos pesos e medidas*. São Carlos: Edufscar, 2004.
- SILVERS, Robert B. (Org.). *Histórias esquecidas da ciência*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com áreas e volumes*. São Paulo: Scipione, 1994. (Investigação Matemática.)
- \_\_\_\_\_. *Atividades e jogos com estimativas*. São Paulo: Scipione, 1998. (Investigação Matemática.)
- \_\_\_\_\_. *Atividades e jogos com gráficos*. São Paulo: Scipione, 1998. (Investigação Matemática.)
- STRICKBERGER, Monroe W. *Genética*. Madri: Omega, 1989.
- TOLENTINO, Mario; ROCHA FILHO, Romeu; SILVA, Roberto Ribeiro. *O azul do planeta: um retrato da atmosfera terrestre*. São Paulo: Moderna, 1995.
- VANIN, José Atílio. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1994.
- VERDET, Jean-Pierre. *O céu, mistério, magia e mito*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1987.
- ZAMPIROLO, Maria José C. de Vasconcelos. *Matemática: descobrindo e inventando sequências*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Matemática: as estatísticas revelam*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Matemática: gráficos – a comunicação da atualidade*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Matemática: pagando na mesma moeda*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)
- \_\_\_\_\_. *Matemática: quantos por cento?* São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

COLEÇÃO  
**Viver,**  
**Aprender**

**Ciências da Natureza e Matemática  
Ensino Médio**

**Ciência, transformação e cotidiano**

**Carla Newton Scrivano**

Licenciada em Biologia e consultora para projetos relacionados à disciplina

**Eraldo Rizzo de Oliveira**

Licenciado em Física e professor da disciplina para a Educação Básica

**Julio Cezar Foschini Lisbôa**

Licenciado em Química e professor da disciplina para o Ensino Superior

**Maria Carolina Cascino da Cunha Carneiro**

Doutora em Educação Matemática e professora da disciplina para o Ensino Superior

**Miguel Castilho Junior**

Licenciado em Biologia e professor da disciplina para a Educação Básica

**Rubem Gorski**

Licenciado em Matemática e professor da disciplina para a Educação Básica

MANUAL DO EDUCADOR

EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

**global**  
EDITORA

1ª edição, São Paulo, 2013

1

**E**m 2010, havia aproximadamente 1,6 milhão de estudantes matriculados em cursos presenciais e semi-presenciais de EJA Ensino Médio, representando 32,8% do total de matrículas. Mais da metade (64%) dos estudantes matriculados nos cursos presenciais era de jovens, que tinham entre 18 e 29 anos de idade, conforme o Censo Escolar. Em 2011, ainda conforme o Censo Escolar, a idade média dos estudantes de EJA Ensino Médio era de 28 anos e, nas séries iniciais, 36 anos. Isso significa que, como os estudantes de Ensino Médio são mais jovens, muitos deles não são egressos da EJA, mas sim pessoas que iniciaram sua formação escolar nas redes de ensino convencionais. De acordo com o Censo 2010, 60% dos estudantes de EJA Ensino Médio eram pessoas com renda familiar de até um salário mínimo e apenas 11,6% tinham renda familiar superior a dois salários mínimos. Pouco mais da metade desses estudantes declararam-se negros ou pardos.

É levando em conta esse contexto que se dá a produção desta obra, a fim de atender ao público que busca ampliar sua escolarização e obter maior qualificação para aumentar suas possibilidades de desenvolvimento pessoal e profissional, ou seja, pessoas que tentam se manter – ou evitar a exclusão – em um contexto social cada vez mais exigente quanto à formação profissional. Em 2010, apenas 4,5% das pessoas matriculadas em cursos de EJA Ensino Médio tinham mais de 40 anos, ou seja, são pessoas mais jovens que buscam construir novas possibilidades de atuação na vida profissional.

Entretanto, acreditamos que o objetivo de um processo de ensino-aprendizagem, comprometido com a formação da pessoa e com a construção de uma sociedade menos excludente, não pode estar apoiado somente no ingresso em uma universidade ou no mercado de trabalho. É certo que maior escolaridade favorece a inclusão social. No entanto, para nós, embora necessário, concluir um nível de ensino e receber um diploma não é suficiente.

Parece-nos fundamental que exista a aprendizagem significativa, obtida também por meio da seleção de conteúdos e pela escolha de uma metodologia que privilegie o desenvolvimento de habilidades e competências.

Para isso, trabalhamos com os conceitos e procedimentos fundamentais do Ensino Médio, levando em conta as questões relacionadas ao universo vivido por esse jovem ou adulto. Não se trata, então, de fazer um resumo dos conteúdos ensinados no chamado ensino regular, mas sim de criar um material que atenda às especificidades desses estudantes. São jovens e adultos que reúnem uma significativa experiência de vida e têm conhecimentos prévios adquiridos ao longo de sua trajetória pessoal e profissional.

Nesse sentido, a educadora Marta Kohl afirma:

O adulto está inserido no mundo do trabalho e das relações interpessoais de um modo diferente daquele da criança e do adolescente. Traz consigo uma história mais longa (e provavelmente mais complexa) de experiências, conhecimentos acumulados e reflexões sobre o mundo externo, sobre si mesmo e sobre as outras pessoas. Com relação à inserção na aprendizagem, essas peculiaridades da etapa da vida em que se encontra o adulto fazem que ele traga consigo diferentes habilidades e dificuldades (em relação à criança) e, provavelmente, maior capacidade de reflexão sobre o conhecimento e seus próprios processos de aprendizagem.

(OLIVEIRA, 2006, p. 18).

Dessa forma, criamos um material que deve colaborar para a formação da pessoa, desenvolvendo suas habilidades e competências, ampliando seus conhecimentos e contribuindo para que esse cidadão faça conscientemente suas próprias escolhas.

---

## SUMÁRIO

---

<b>1. Concepção da obra</b> .....	<b>4</b>
<b>2. A organização e o funcionamento da obra</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Currículo e avaliação na educação de jovens e adultos</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Concepção de área</b> .....	<b>10</b>
<b>4.1. Ciências da Natureza</b> .....	<b>10</b>
4.1.1. Biologia .....	<b>11</b>
4.1.2. Física .....	<b>12</b>
4.1.3. Química .....	<b>13</b>
4.2. Matemática .....	<b>13</b>
<b>5. Leituras para o professor sobre a Educação Jovens e Adultos</b> .....	<b>14</b>
5.1. Educação matemática e EJA .....	<b>14</b>
5.2. Educação de Jovens e Adultos (EJA) e juventude: o desafio de compreender os sentidos da presença dos jovens na escola da “segunda chance” .....	<b>17</b>
<b>6. Comentários específicos sobre os capítulos</b> .....	<b>19</b>
6.1. Etapa 1 .....	<b>19</b>
6.2. Etapa 2 .....	<b>45</b>
6.3. Etapa 3 .....	<b>65</b>
<b>7. Referências bibliográficas</b> .....	<b>96</b>

## 1. CONCEPÇÃO DA OBRA

A publicação de parâmetros e orientações curriculares nos últimos anos não foi suficiente para que, na prática cotidiana, os objetivos do Ensino Médio se tornassem explícitos. Seu principal objetivo seria a formação para o mercado de trabalho? A formação do cidadão crítico? A preparação para o vestibular e a universidade? Seria possível conciliar todos esses objetivos? Há uma dicotomia entre um ensino propedêutico e um ensino profissionalizante? Qual seria, enfim, a identidade do Ensino Médio?

Ao mesmo tempo que o mercado de trabalho exige cada vez mais a certificação no Ensino Médio para que se consiga um emprego, a carência de ocupações formais torna-se uma realidade, principalmente para os mais jovens, faixa etária na qual há o maior índice de desemprego no país.

O lançamento de programas do governo federal, como o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (Proeja) e o Programa Nacional de Inclusão de Jovens (Projovem), a partir de 2005, procura dar respostas a esse dilema, com base em proposições curriculares que buscam combinar a elevação de escolaridade com perspectivas de qualificação profissional. O Proeja tem como objetivo ampliar a oferta da educação profissionalizante para jovens e adultos que ainda não concluíram o Ensino Fundamental. No entanto, seu documento-base adverte que:

uma das finalidades mais significativas dos cursos técnicos integrados no âmbito de uma política educacional pública deve ser a capacidade de proporcionar educação básica sólida, em vínculo estreito com a formação profissional, ou seja, a formação integral do educando. A formação assim pensada contribui para a integração social do educando, o que compreende o mundo do trabalho sem resumir-se a ele, assim como compreende a continuidade de estudos. Em síntese, a oferta organizada se faz orientada a proporcionar a formação de cidadãos-profissionais capazes de compreender a realidade social, econômica, política, cultural e do mundo do trabalho, para nela inserir-se e atuar de forma ética e competente, técnica e politicamente, visando à transformação da sociedade em função dos interesses sociais e coletivos, especialmente os da classe trabalhadora (BRASIL, 2005, p. 26).

Assim, sem deixar de se preocupar com essa questão, o Ensino Médio da EJA pode colaborar para a formação de jovens e adultos que, em um contexto marcado pela precariedade e instabilidade do mercado de trabalho, sejam capazes de lidar com as incertezas que esse mercado apresenta no mundo contemporâneo. Nesse quadro, o estudo deve ser visto como um direito social e um fator de promoção de justiça social.

O parecer do Conselho Nacional de Educação, formulado por Carlos Roberto Jamil Cury, em 2000, com referência à criação de Diretrizes Nacionais para a EJA, confirma as proposições citadas, ao afirmar:

Muitos continuam não tendo acesso à escrita e leitura, mesmo minimamente; outros têm iniciação de tal modo precária nestes re-

ursos, que são mesmo incapazes de fazer uso rotineiro e funcional da escrita e da leitura no dia a dia. Além disso, pode-se dizer que o acesso a formas de expressão e de linguagem baseadas na microeletrônica são indispensáveis para uma cidadania contemporânea e até mesmo para o mercado de trabalho. No universo composto pelos que dispuserem ou não deste acesso, que supõe ele mesmo a habilidade de leitura e escrita (ainda não universalizadas), um novo divisor entre cidadãos pode estar em curso (CURY, 2000, p. 3).

Em seguida, afirma ainda:

A rigor, as unidades educacionais da EJA devem construir, em suas atividades, sua identidade como expressão de uma cultura própria que considere as necessidades de seus alunos e seja incentivadora das potencialidades dos que as procuram. Tais unidades educacionais da EJA devem promover a autonomia do jovem e do adulto de modo que eles sejam sujeitos do aprender a aprender em níveis crescentes de apropriação do mundo do fazer, do conhecer, do agir e do conviver (CURY, 2000, p. 35).

Muito mais do que formar técnicos especializados ou treinados para exercer determinadas funções, o Ensino Médio pode colaborar para desenvolver competências que estimulem a formação de adultos:

- criativos e capazes de propor soluções novas;
- detentores de um pensamento crítico;
- autônomos quanto às suas escolhas pessoais;
- competentes intelectualmente;
- atuantes na comunidade em que vivem e no que se refere ao exercício da cidadania;
- capazes de conviver com a diversidade no que se refere à etnia, ao gênero e à religião sem perpetuar preconceitos que levam à violência e marginalização de grupos sociais.

Assim, ao mesmo tempo que preparamos esse jovem para enfrentar a precariedade e as incertezas do mundo do trabalho contemporâneo, contribuimos para formar um cidadão autônomo e crítico, capaz de analisar historicamente fenômenos e processos, atento à diversidade cultural dos indivíduos e grupos e ao confronto entre sua realidade social e os estudos e discussões desenvolvidos no espaço escolar. Essas são habilidades necessárias tanto para a construção da cidadania como para o ingresso na universidade, cuja demanda cresce cada vez mais, e para outras etapas da formação profissional.

Nesse caso, não se trata de organizar um rol de conteúdos que expresse a síntese de conhecimentos acadêmicos básicos aprendidos no ensino regular, mas sim de fazer uma seleção adequada desses conhecimentos para colocar em prática seus objetivos.

Para isso, é necessário contextualizar o conteúdo e o trabalho interdisciplinar, já que nosso ponto de partida é, fundamentalmente, o mundo em que se vive e as experiências cotidianas, as quais por natureza têm um caráter multidisciplinar.

Levando em conta os princípios expostos, podemos considerar que a obra tem como referência os seguintes pressupostos:

- superar o paradigma compensatório e assegurar a equidade educativa com maior flexibilidade. Para isso, é preciso abordar temas, questões e assuntos relacionados aos interesses e às necessidades educativas de pessoas jovens e adultas e das comunidades de que fazem parte, buscando contemplar tanto os contextos urbanos como as realidades do campo no Brasil (articulação entre conteúdos das diversas áreas do conhecimento e aprendizagens necessárias para inserção plena em sociedades letradas);
- articular as orientações curriculares dessa modalidade de ensino às questões do mundo do trabalho. O material didático abarca tanto uma base comum da educação geral como a formação científica e tecnológica que colaboram para que jovens e adultos possam compreender as mudanças na estrutura econômica e a dinâmica atual do mercado de trabalho;
- incorporar às aprendizagens pretendidas a formação política para a cidadania moderna. Para isso, o material didático é orientado pelo respeito à dignidade do ser humano, à diversidade cultural, à igualdade de direitos, à participação e à corresponsabilidade pela vida social.

## 2. A ORGANIZAÇÃO E O FUNCIONAMENTO DA OBRA

A obra está organizada em três etapas divididas em unidades que agrupam conhecimentos conforme seu foco temático. Em cada uma das unidades estão presentes conteúdos das disciplinas, organizadas por áreas de conhecimento, em uma perspectiva que possibilite um diálogo interdisciplinar entre os temas propostos.

Em vários casos, nas unidades de Ciências da Natureza, os conteúdos se referem a conhecimentos que destacam temas

estudados por mais de uma disciplina com base em diferentes abordagens. Indicamos no quadro a seguir, para cada um dos capítulos e unidades, de qual abordagem disciplinar os conteúdos partiram. No entanto, ocorre com frequência que um determinado conteúdo não definido como foco do capítulo possa ser abordado a partir dos conhecimentos e pressupostos de outra disciplina da área de ciências da natureza.

Etapa	Unidade	Capítulo	Disciplina
1.	1. Energia e consumo	1 – Leia e entenda rótulos e embalagens	Química
		2 – Sem energia, nada feito!	Física
		3 – Olhar da Ciência no dia a dia	Biologia
		4 – Substâncias químicas: o que são? Onde estão?	Química
		5 – Ser ou não ser alimento? Eis a questão!	Biologia
		6 – Quantidades e proporções de substâncias químicas: do remédio ao veneno	Química
		7 – Consumo de energia: medidas e contas	Física
		8 – Consumo energético: obesidade e anorexia	Biologia
		9 – Os materiais de ontem e de hoje	Química
		10 – Quem não se comunica...	Física
		11 – Eu e o meu ambiente	Biologia
	2. Matemática e vida cotidiana	1 – Letras e números	Matemática
		2 – Pagamentos e cia.	Matemática
		3 – Cidades, planejamento, ocupações	Matemática
		4 – Dependência entre grandezas: funções	Matemática
		5 – Fórmulas e direitos	Matemática
		6 – Pitágoras, seu teorema e o número irracional	Matemática

Etapa	Unidade	Capítulo	Disciplina
2.	1. Ambiente e saúde	1 – O descarte dos materiais que utilizamos: como era, como é?	Química
		2 – Luzes, câmera, ação!	Física
		3 – O futuro dos materiais que utilizamos: perspectivas de mudanças	Química
		4 – Estava escrito nas estrelas	Física
		5 – Eu e o futuro do ambiente	Biologia
		6 – A Química no sistema produtivo industrial	Química
		7 – Contudo, ela se move!	Física
		8 – Introdução à Biotecnologia	Biologia
		9 – Doenças profissionais por uso de substâncias químicas no trabalho	Química
		10 – A todo vapor	Física
		11 – A saúde do trabalhador	Biologia
	2. A Matemática resolvendo problemas	1 – Você, a mídia e a Matemática	Matemática
		2 – Sistemas de numeração, de medidas e problemas de contagem	Matemática
		3 – Sistemas de equações, elementos de geometria analítica e probabilidade	Matemática
4 – Congruência, semelhança e o teorema de Tales		Matemática	
3.	1. Ciência e produção	1 – Processos produtivos industriais da Química: como eram, como são e como deverão ser no futuro	Química
		2 – Um choque elétrico na modernidade	Física
		3 – Biotecnologia, o presente e o futuro: previsões	Biologia
		4 – A Química na farmácia	Química
		5 – O eletromagnetismo nosso de cada dia	Física
		6 – Mudanças da saúde na História	Biologia
		7 – Química na agricultura	Química
		8 – A Física por trás da medicina	Física
		9 – Municípios saudáveis	Biologia
		10 – Descobertas e invenções de substâncias, misturas e transformações químicas: um pouco de história	Química
		11 – A evolução do pensamento científico	Biologia
	2. Formas e medidas	1 – Forma para que te quero?	Matemática
		2 – Trigonometria no triângulo retângulo e outros elementos de geometria analítica	Matemática
		3 – Comprimento e área de figuras com componentes circulares	Matemática
4 – Volumes e alguns indicadores importantes		Matemática	
5 – Resolução de problemas, progressões e uma nova equação		Matemática	
		6 – Inequações, representações gráficas e elementos de geometria analítica	Matemática

Cada capítulo da obra está estruturado em seções que têm como finalidade organizar e tipificar as atividades conforme a proposta de aprendizagem que a atividade ou texto propõe. Ao mesmo tempo, permite ao professor ter maior flexibilidade no uso da obra

considerando o tempo disponível às necessidades dos estudantes. Ele pode optar por utilizar atividades do capítulo e recompor seu planejamento sem necessariamente fazer uso do todo.

A seguir, o quadro de seções da obra e suas finalidades.

Seção	Descrição
<b>Aplicar conhecimentos</b>	Atividades variadas que têm como finalidade a retomada de conceitos e temas estudados nos textos didáticos e em outras atividades. Incluem-se nesta seção questões do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja) e de vestibulares.
<b>Conhecer mais</b>	Informações adicionais sobre o tema estudado no capítulo que podem sugerir novas abordagens ou reflexões.
<b>Debater</b>	Proposta de diálogo entre o grupo-classe para desenvolver ideias e argumentos com base em um tema de estudo. Todo debate exige uma preparação prévia com base nos assuntos estudados, que podem ser enriquecidos com novas pesquisas realizadas pelos estudantes. Trata-se de uma importante estratégia para tornar os estudantes parte efetiva do processo de aprendizagem por meio do diálogo e da construção coletiva.
<b>Experimentar</b>	Situações em que os estudantes são convidados a realizar experimentos práticos levando em conta uma determinada aprendizagem.
<b>Ler documento</b>	Análise de fontes históricas diversas (textos legais, depoimentos, objetos da cultura material e imagens) que possibilitam o estudante levantar hipóteses e construir argumentos para interpretar um determinado evento relacionado a um período histórico. É fundamental que se faça uma análise crítica do documento sempre perguntando quem o produziu, em que contexto, com qual intenção. Os documentos não trazem a verdade objetiva, mas sim a visão daqueles que o produziram, que estão também relacionados a um determinado grupo social. A comparação de diferentes documentos pode trazer à tona as interpretações diversas sobre um mesmo tema em um mesmo período.
<b>Ler mapa</b>	A leitura de mapas permite ao estudante desenvolver gradativamente capacidades de compreensão e aplicação de fundamentos da linguagem cartográfica. Envolve localizar, correlacionar e compreender diferentes fatos e fenômenos geográficos e apreender elementos estruturais dos mapas (título, legenda, escala cartográfica, orientação, projeção cartográfica, fontes, bases de dados etc.). Em mapas temáticos, implica dedicar especial atenção às modalidades de representação (qualitativas, quantitativas, ordenadas e de movimento) e aos modos de implantação das informações (ponto, linha e área).
<b>Ler gráficos/tabelas/esquemas</b>	A leitura de gráficos e tabelas está presente em diferentes momentos, uma vez que se trata de importante habilidade para compreender e analisar dados relacionados a um determinado tema. Com base nessa leitura, é possível construir novos argumentos para resolver um determinado problema.
<b>Ler imagem</b>	Apresentação de uma imagem (foto, réplica de obra de arte etc.) a ser lida pelos estudantes. As imagens são textos não verbais que precisam ser observados, descritos e decompostos para que se possam aproveitar seus elementos para produzir novos textos e argumentos acerca de um determinado tema. Toda imagem, assim como um texto escrito, tem um autor que a produziu com uma determinada intenção, ou seja, uma imagem precisa também ser interpretada para se conhecer seus possíveis significados.
<b>Ler...</b> (texto literário, texto jornalístico, canção, bula, poema, texto jurídico, anúncio publicitário, tira, charge, texto científico, texto de opinião, receita, provérbio, texto informativo)	Apresentação de um texto verbal ou intersignico (verbal e visual) a ser lido pelos estudantes. Esta seção conta com informações prévias sobre o texto a ser lido, sobre seu contexto de produção e, na maior parte das vezes, com a explicitação do objetivo da leitura a ser feita. Há também um glossário a ser consultado pelos estudantes. No caso de textos literários, informações adicionais podem ser encontradas em subseções sobre o autor e sua obra, sobre o período literário e o contexto histórico em que a obra se insere.
<b>Para ampliar seus estudos</b>	Seção presente no final de vários capítulos com indicação de livros, sites, vídeos educacionais e filmes sobre o tema estudado no capítulo.
<b>Para criar</b>	Estímulo à criatividade com base em um tema, uma técnica ou um conceito estudado no capítulo.
<b>Para refletir</b>	Ampliação de um tema estudado para promover uma reflexão que coloque os estudantes na situação de buscar novas respostas levando em conta os conhecimentos já trabalhados.
<b>Pesquisar</b>	Realizar pesquisas devidamente orientadas pelo professor é uma importante estratégia para tornar o estudante protagonista do trabalho em sala de aula. É também uma das formas de fazê-lo trazer conhecimentos para a sala de aula com base em sua experiência de vida na localidade em que vive.

Além das seções descritas, a obra contém a seção **Orientação para o trabalho**, inserida toda vez que um assunto permite fazer referência a uma possível profissão.

Desde fins do século XX vem ocorrendo um grande conjunto de transformações no mundo do trabalho. Há uma revolução tecnológica em curso que está na base dessas mudanças. As tecnologias de comunicação e informação estão em alta e são um dos principais motores da sociedade que se ergue.

As transformações são visíveis nos mais variados setores da economia. Nas fábricas, a automação dos processos ocorre continuamente. Os trabalhadores são cada vez menos montadores de produtos e mais operadores de computadores ou máquinas informatizadas.

No setor de serviços, cada vez mais o trabalhador precisa saber manipular um computador para executar suas tarefas. A internet é bastante utilizada para realizar consultas, fazer pedidos e compras. No mundo contemporâneo, os se-

tores produtivos precisam alcançar uma alta produtividade para concorrer em igualdade de condições nos mercados nacional e internacional. Por isso ocorrem mudanças no processo de produção das mercadorias.

Levando em consideração essas transformações, inserimos a seção **Orientação para o trabalho** como forma apresentar ao estudante da EJA novas possibilidades de atuação profissional, tendo em conta o domínio de determinados conhecimentos da área de estudo.

Esta seção não tem uma posição fixa nem propõe uma atividade específica, mas, em geral, relaciona-se com o assunto estudado em um capítulo. Sugerimos que se faça a leitura com os estudantes e, eventualmente, proponham-se pesquisas de aprofundamento acerca daquela profissão, conforme o interesse da turma.

---

### 3. CURRÍCULO E AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

---

Devemos entender por material didático toda e qualquer fonte utilizada como meio para favorecer a aprendizagem. Assim literatura, vídeos, filmes, propagandas, sites, mapas etc. são também materiais didáticos. O livro didático, tal como é conhecido hoje no Brasil, reúne várias dessas linguagens para formular uma proposta de ensino-aprendizagem que atenda às demandas de um determinado público em uma fase específica de aprendizagem. De qualquer modo, é preciso ter claro que devemos nos referir aos muitos possíveis materiais didáticos e não ao material didático, comumente confundido no Brasil de maneira quase automática apenas com o livro didático impresso.

Os materiais didáticos devem atender às demandas do currículo, e não assumir a feição de currículo. Em muitos lugares observa-se uma ausência de currículo, levando o material didático a assumir o vazio deixado pela falta de uma proposta. Os materiais didáticos, incluindo o livro didático impresso, estão a serviço da criatividade da escola e do professor. O professor não deve ser apenas um seguidor de um único material didático. Neste sentido, a obra apresenta-se como uma proposta de trabalho em sala de aula que não pretende esgotar o universo de possibilidades de trabalho do professor. Também não precisa ser um material seguido página a página. Cabe ao professor, levando em conta seus alunos e a proposta curricular da escola, fazer uso do livro didático da maneira que considerar mais adequada.

O currículo, por sua vez, não é o mesmo que a grade curricular que se impõe como rotina na escola. Mais do que isso, o currículo deve ser encarado como um projeto político, do qual cada um dos atores – professores, corpo técnico, estudantes e comuni-

dade – deve ser responsabilizado pela construção de uma parte. Precisa ser um documento vivo, em constante transformação, sempre rediscutido, recriado e revisto conforme as demandas reais. O currículo ganha feições no dia a dia do trabalho realizado e não apenas na forma de projeto. Ele inclui uma visão de mundo e de sociedade, além do desenho organizativo dos conhecimentos, métodos e atividades em disciplinas, matérias ou áreas. O currículo também precisa ter uma interface direta com quem aprende.

Jamil Cury, em conhecido parecer do Conselho Nacional de Educação sobre a organização da Educação de Jovens e Adultos, define o público da EJA:

[...] os alunos da EJA são diferentes dos alunos presentes nos anos adequados à faixa etária. São jovens e adultos, muitos deles trabalhadores, maduros, com larga experiência profissional ou com expectativa de (re)inserção no mercado de trabalho e com um olhar diferenciado sobre as coisas da existência [...]. Para eles, foi a ausência de uma escola ou a evasão da mesma que os dirigiu para um retorno nem sempre tardio à busca do direito ao saber. Outros são jovens provindos de estratos privilegiados e que, mesmo tendo condições financeiras, não lograram sucesso nos estudos, em geral por razões de caráter sociocultural (CURY, 2000, p. 33-34).

Quais são os pressupostos que embasam a educação de jovens e adultos? O que ela tem de particular? O que os documentos nacionais e internacionais têm expressado? Uma dessas referências é o *Marco de ação de Belém*, documento que expressa o diálogo na Sexta Conferência Internacional de Educação de Adultos (Confinteia VI), ocorrida em Belém, em 2009. Conforme o documento, seriam pressupostos da EJA:

[...] Aprendizagem e educação de adultos abrangem um vasto leque de conteúdos – aspectos gerais, questões vocacionais, alfabetização e educação da família, cidadania e muitas outras áreas – com prioridades estabelecidas de acordo com as necessidades específicas de cada país. Estamos convictos de que aprendizagem e educação de adultos preparam as pessoas com conhecimentos, capacidades, habilidades, competências e valores necessários para que exerçam e ampliem seus direitos e assumam o controle de seus destinos. Aprendizagem e educação de adultos são também imperativas para o alcance da equidade e da inclusão social, para a redução da pobreza e para a construção de sociedades justas, solidárias, sustentáveis e baseadas no conhecimento (CONFINTEA, 2010, p. 7).

Se levarmos em conta os princípios enunciados nesses documentos já é possível delinear que materiais didáticos para a educação de jovens e adultos devem ter um forte papel de inclusão do sujeito no mundo do trabalho e na formação de um cidadão crítico capaz de tomar decisões. A formação deve favorecer também a ampliação dos direitos desses jovens e adultos. Existe também o pressuposto de que não se aprende só na escola, pois há espaços não formais de aprendizagem que devem ser levados em conta na construção de um currículo.

Esses são princípios bastante gerais que podem ser retomados e discutidos em diferentes comunidades empenhadas na construção de um currículo e de materiais didáticos que sejam a expressão dele.

O grande desafio, no que se refere à criação de materiais didáticos para a EJA, é ser capaz de dar conta de toda sua pluralidade e especificidade. Ainda precisamos inovar para que alguns dos princípios mencionados se transformem em ferramenta de trabalho, fazendo a escola de fato contribuir para a inserção social dos jovens e adultos, permitindo-lhes sonhar com passos maiores.

O livro didático, tão utilizado no Brasil, deve também estar a serviço de um projeto pedagógico. Não pode ser usado como compêndio nem como cartilha. Ele é um conjunto de ferramentas que deve ser empregado pelo professor em consonância com o projeto pedagógico da escola.

## Perspectivas para a avaliação na EJA

A avaliação não pode estar dissociada da proposta curricular. Enunciamos alguns princípios anteriormente que já indicam alguns caminhos para a avaliação na EJA.

As perspectivas apresentadas pelas teorias da aprendizagem trazem possibilidades de recriação das práticas avaliativas na EJA. Precisamos nos perguntar em que a avaliação de jovens e adultos é diferente da avaliação que pode se realizar para crianças e adolescentes inseridos no sistema regular de ensino.

Mas, para discutir a avaliação, devemos primeiro fazer referência ao processo de aprendizagem. Para tanto, nos valem das reflexões do educador português Domingos Fernandes:

Os resultados da pesquisa no campo das ciências cognitivas começaram a mostrar que os processos de aprendizagem não são lineares, antes se desenvolvem em múltiplas direções e em ritmos que não obedecem propriamente a padrões regulares. O desenvolvimento de processos complexos de pensamento deve iniciar-se desde o início da escolaridade, e, em geral, não ocorre só após os alunos “dominarem” previamente um conjunto de fatos básicos. As pessoas de todas as idades e com os mais variados níveis de conhecimentos e competências utilizam, reconstruem e integram conceitos de diferentes graus de complexidade. Por outro lado, parece haver grande variedade nas formas e nos ritmos com que elas aprendem, nas capacidades de atenção e de memorização que podem utilizar em seus diferentes desempenhos e na aprendizagem de conceitos e ainda nas formas que utilizam para comunicar os significados pessoais que atribuem ao que vão aprendendo (FERNANDES, 2009, p. 32-33).

Com base nessas afirmações, podemos considerar que, do mesmo modo que não se aprende de uma única maneira nem de forma linear, a avaliação também precisa considerar os diferentes processos de aprendizagem percorridos pelos estudantes. Assim, avaliar não significa apenas medir aquilo que o professor ensinou, mas diagnosticar os avanços e caminhos percorridos pelo estudante. Isso se torna ainda mais essencial na EJA, pois se trata de um público extremamente heterogêneo. São alunos com história de vida muito particulares, com história escolar fragmentada e, em muitos casos, com um percurso de vida profissional e também como chefes de família. Nesse contexto, sabemos que são pessoas que já construíram muitas aprendizagens nem sempre formalizadas como conhecimento escolar tal qual se espera dos estudantes que concluem a educação básica no tempo determinado pelos sistemas de ensino.

Desse modo, é essencial que se construa uma avaliação que valorize as aprendizagens obtidas por esses sujeitos ao longo de sua trajetória. É fundamental a observação de Domingos Fernandes sobre a diversidade de caminhos para aprender e a não linearidade desses processos. Existe uma subjetividade nas formas de aprender que precisa ser levada em conta também nas formas de avaliar.

Isso não significa, entretanto, que os instrumentos de avaliação não devam ter critérios claros e precisos, mas que, ao se definir critérios de avaliação, precisam ser considerados também os sujeitos que estão sendo avaliados e não somente os objetos de ensino. É necessário que se criem instrumentos de avaliação diversificados, permitindo que as diferentes formas de expressar o que se aprendeu se tornem visíveis. Ainda se pode permitir que os estudantes participem do processo de construção da avaliação, refletindo com eles sobre quais seriam os possíveis caminhos da avaliação de aprendizagem. Democratizar o processo de avaliação é uma forma de inclusão, ou seja, de viabilizar que os educandos indiquem caminhos para expressar suas aprendizagens. É preciso ter cuidado para não se limitar a um único caminho escolhido pelo professor, que pode ocultar outras possibilidades de avaliação.

Ao se referir à construção de currículos para a educação de jovens e adultos, Inês Barbosa de Oliveira chama a atenção para a importância de criar currículos em rede para esse público:

A ideia da tessitura do conhecimento em rede pressupõe [...] que as informações às quais são submetidos os sujeitos sociais só passam a constituir conhecimento quando se enredam a outros fios já presentes nas redes de saberes anteriores de cada um, ganhando, nesse processo, um sentido próprio, não necessariamente aquele que o transmissor da informação pressupõe. Ou seja, dizer algo a alguém não provoca aprendizagem nem conhecimento, a menos que aquilo que foi dito possa entrar em conexão com os interesses, crenças, valores ou saberes daquele que escuta. [...] Alguns dos problemas que enfrentamos nas escolas e classes decorrem exatamente dessa organização curricular que separa a pessoa que vive e aprende no mundo daquela que deve aprender e apreender os conteúdos escolares, igualando desiguais e criando expectativas de homogeneização. [...] Não faz sentido pressupor um trajeto único e obrigatório para todos os sujeitos em seus processos de aprendizagem. Cada um tem uma forma própria e singular de tecer conhecimentos através dos modos como atribui sentido às informações recebidas, estabelecendo conexões entre os fios e tessituras anteriores e os novos. No caso da EJA, outro agravante se interpõe e se relaciona com o fato de que a idade e as vivências sociais e culturais dos educandos são ignoradas, mantendo-se nestas propostas a lógica infantil dos currículos destinados às crianças que frequentam a escola regular (OLIVEIRA, 2009, p. 98-99).

O processo de avaliação na EJA e os resultados obtidos estão intrinsecamente relacionados com as escolhas realizadas para a construção do currículo. Se as escolhas sempre forem feitas apenas com base na enumeração de conhecimentos enciclopédicos que devem ser dominados de maneira homogênea, abrindo mão da interação com a significativa experiência de vida e da interação com o mundo vivido, continuarão sendo frequentes as reclamações de professores e gestores quanto ao baixo desempenho escolar e a alta evasão de estudantes jovens e adultos.

Em muitas práticas escolares para a EJA, não se consegue nem mesmo criar uma abordagem própria, sendo oferecidos os mesmos materiais didáticos e instrumentos de avaliação propostos para crianças com menos de 10 anos.

Um relato de experiência de trabalho com a EJA ocorrida em Manaus nos ajuda a visualizar novos caminhos diante de realidades específicas. Conforme as organizadoras da proposta, Keler Cristina Bastos e Carla Marina Lobo, os alunos viviam em uma comunidade Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) às margens do Rio Negro, na qual tudo que se consumia

era produzido localmente. Após um período de observação das práticas escolares desenvolvidas no local, realizaram algumas intervenções propondo novas abordagens. Consideraram que:

Entendíamos como “erro” algumas ações, a forma de falar com os alunos e a própria maneira de avaliar o rendimento escolar. Na forma de falar usavam palavras no diminutivo, tais como: aluninho, trabalhinho, tarefinha para reflexão, o que desagradava à classe por parecer um tratamento infantil por demais; o outro “erro” considerado era o de estarem, constantemente, utilizando uma prova para saber se o conteúdo dado foi realmente absorvido pelos alunos. Notávamos que os alunos não apreciavam o tratamento que recebiam delas, onde, embora carinhoso, passava uma sensação de distância entre aluno-professor devido à ideia de infantilidade que o diminutivo passa às pessoas. Quanto à frequência das provas, percebemos que os alunos se sentiam medidos a todo o momento gerando inseguranças e insatisfações, o que confirmava o nosso pensamento a respeito do “fazer errado”, apesar da grande vontade de fazer certo. E assim, em vista de tais observações, combinamos que em nossas atividades não utilizaríamos palavras no diminutivo, e não aplicaríamos provas; proporíamos atividades mais atrativas, tais como: debates, palestras feitas por grupos de fora, aulas onde exploraríamos letras de músicas para trabalhar um conteúdo [...]. Parecia-nos que estavam mais preocupadas em medir o que os alunos aprendiam ou não, sem levar em conta o local e as condições em que viviam, e as dificuldades naturais que encontravam para estarem ali. [...] Não percebiam que os alunos precisavam de motivações diferenciadas e que a avaliação do rendimento poderia ser feita de forma mais subjetiva, com trabalhos, debates e outras atividades que fizessem com que eles não se sentissem pressionados, o que gerava afastamento e conseqüente abandono da sala de aula (BASTOS & LOBO, p. 4-5).

Assim, criar estratégias avaliativas para a EJA exige dos educadores um esforço para construir possibilidades novas que levem em conta os sujeitos envolvidos no processo, que são em sua maioria brasileiros que por diversas razões foram excluídos do sistema escolar na infância ou adolescência. Trata-se de construir uma avaliação em diálogo com os educandos, que abarque a diversidade de instrumentos possíveis e tenha como pressuposto que a avaliação é sempre uma oportunidade de aprender e não um instrumento de punição e controle. Avaliam-se as conquistas que os estudantes construíram e não apenas o conjunto de conhecimentos enciclopédicos eleito pelo educador.

---

## 4. CONCEPÇÃO DE ÁREA

---

### 4.1. Ciências da Natureza

Compreender o mundo em que vivemos para agir sobre ele é uma necessidade básica da espécie humana. Nossa curiosidade e o surgimento constante das mais variadas demandas são os principais motivadores para a busca de conhecimento.

As Ciências da Natureza fazem parte desse conjunto dinâmico que é o conhecimento humano e, particularmente, dos processos químicos, físicos e biológicos, que são objetos de interesse dos indivíduos ao iniciar a sua exploração do mundo. Cabe à escola, então, assegurar que esse interesse perdure com perspectivas de aprimoramento.

O ensino das Ciências da Natureza visa propiciar aos alunos a leitura e a compreensão particulares do mundo em que vivem, de tal modo que possam organizar os conteúdos trabalhados sob as perspectivas científica (enquanto cabedal cultural), humanista (enquanto pessoa responsável pelo mundo onde vive) e social (enquanto ser de relações, de laços diversos).

Ao mesmo tempo, esse ensino pretende que os alunos sejam capazes de observar e descrever os fenômenos naturais, formular modelos explicativos e relacionar os processos químicos, físicos e biológicos aos sistemas produtivos, pensando sistemicamente nos potenciais impactos para o meio ambiente e para a própria subsistência humana.

O ensino dessas ciências deve contribuir tanto para o desenvolvimento intelectual dos estudantes como para sua formação cidadã, munindo-os de instrumentos culturais apropriados para uma atuação crítica e consciente na sociedade. Os objetivos educacionais devem, portanto, contemplar tais aspectos.

O pleno exercício da cidadania é um dos princípios norteadores para a educação básica no Brasil, de acordo com o artigo 22, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LBD) – Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996:

A educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: 6 fev. 2013.

Assim, as Ciências da Natureza, como área do conhecimento que interpreta e explica os fenômenos naturais, constituem importante instrumental de intervenção e modificação do mundo. Seu domínio pode proporcionar um prazer estético pelo desenvolvimento da capacidade de apreciar as construções teóricas realizadas pelo esforço criativo de pessoas que viveram seus contextos histórico-culturais. Pode também, e de modo não excludente, potencializar uma atuação mais consciente sobre o mundo, com mais instrumentos culturais que abrem o horizonte de possibilidades perante os desafios permanentes que a contemporaneidade nos apresenta.

Por que é importante entender a natureza? Bem, toda tecnologia de que dispomos hoje provém de conhecimento científico decorrente de interpretações e modelos criados para explicar os fenômenos naturais. Quando compreendemos esses fenômenos, quando modelamos a realidade observada, nossa relação com o mundo se torna mais clara, o que significa, na maior parte das vezes, mais desafiadora. Pensando em termos mais práticos, esse domínio nos permite uma postura de consumidores mais críticos em vez de usuários socialmente passivos. Os saberes científicos nos permitem buscar soluções, mesmo que de contorno, para várias situações cotidianas.

São justamente tais situações que representam os grandes desafios para uma alfabetização tecnológica capaz de promover a

inclusão social, possibilitando uma emancipação do sujeito para, com verdadeira autonomia, ir ao encontro de seu projeto de vida, integrado aos demais projetos em que estamos, voluntária ou involuntariamente, envolvidos.

Cada capítulo da obra pressupõe diferentes habilidades e competências que devem ser trabalhadas pelos alunos e pelos educadores em diferentes momentos.

O estímulo de um olhar aguçado e curioso sobre a natureza é uma tarefa desafiadora para jovens e adultos que já estabeleceram desde crianças uma maneira pessoal de enxergar e interpretar o mundo. Por isso, o educador tem um papel fundamental, devendo propor questões que desconstruam as ideias advindas do senso comum e causam o incômodo pela ausência de algo à altura para substituí-las. Com isso as possibilidades de novas indagações aumentarão, e uma atuação educativa com base na problematização se tornará mais fácil e significativa.

Sendo o caráter das Ciências da Natureza essencialmente experimental, buscou-se, sempre que possível, selecionar ao menos uma atividade investigativa que estimulasse os alunos a observar, propor hipóteses, registrar dados, interpretar os fenômenos observados e comunicar suas conclusões, visando aproximá-los do universo investigativo científico. Os experimentos e as observações propostas foram escolhidos observando os critérios de pertinência e coerência com os respectivos conceitos ou fenômenos estudados, sua factibilidade com resultados confiáveis, sem abrir mão da garantia da integridade física de todas as pessoas envolvidas no processo educacional.

#### 4.1.1. Biologia

O ensino de Biologia deverá se organizar de modo que o aluno seja capaz de:

- explorar o ambiente de forma que identifique animais, vegetais e objetos diversos, manifestando curiosidade e interesse;
- interessar-se e demonstrar curiosidade pelo mundo social e natural, formulando perguntas, manifestando opiniões próprias sobre os acontecimentos, buscando informações, confrontando ideias e propondo soluções;
- estabelecer algumas relações entre o modo de vida característico de seu grupo social e de outros grupos;
- estabelecer relações entre o ambiente e as formas de vida que nele vivem, valorizando sua importância para a preservação das espécies e para a qualidade da vida humana;
- compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive, por meio da relação com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente;
- compreender a ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural;
- compreender a saúde pessoal, social e ambiental como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes;

- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências da Natureza, colocando em prática os conceitos, os procedimentos e as atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- utilizar conceitos científicos básicos, associados a temas como energia, matéria, transformação, forma e função, espaço, tempo, ciclos, sistema, equilíbrio e vida;
- combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicação, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
- valorizar o trabalho em grupo e ser capaz de promover ações críticas e cooperativas para a construção coletiva do conhecimento.

Para isso, é importante que o aluno desenvolva:

- a compreensão de que o fenômeno vida se manifesta na diversidade muito grande de seres vivos, que se relacionam entre si e com o meio;
- a percepção de que as formas de vida e o ambiente estão sujeitos a transformações no tempo e no espaço;
- a consciência de sua interação com o ambiente, agindo com responsabilidade nessa interação;
- a percepção de que faz parte do ambiente e que, além de agente, é também paciente dos efeitos de suas ações sobre esse ambiente.

Para atingir os objetivos estabelecidos, os conteúdos selecionados devem ser adequados ao público de Ensino Médio da EJA, isto é, devem conter conceitos, noções, procedimentos e valores passíveis de serem compreendidos e operacionalizados pelos alunos.

Assim, tais conteúdos devem estar articulados de tal forma que os alunos compreendam que a vida se caracteriza por um conjunto de processos físicos e químicos organizados e integrados, seja em relação ao indivíduo, seja em relação ao ambiente e suas interações. Além disso, devem permitir o desenvolvimento de uma consciência coletiva, como também autonomia pessoal no exercício da cidadania e considerem os conhecimentos prévios dos alunos.

O tratamento dado aos conceitos deve propiciar a compreensão de que o universo é formado por partes, que agem interativamente, e que é essa a interação que configura o universo como universo, a natureza como algo dinâmico, o organismo como um todo. A ideia de que o universo se comporta como uma máquina, em que cada peça opera isoladamente, tem sido a tônica do tratamento dado ao ensino de Ciências e tem gerado a incompreensão, o desinteresse e a falsa ideia de que ao estudar cada parte o aluno estará apto a compor e compreender o todo.

O aluno, ao estudar determinado conteúdo conceitual, deverá perceber que esse conhecimento não está acabado, pelo contrário, tal conteúdo foi e vem sendo construído. Sobre um mesmo ponto, é possível que haja diversos modelos teóricos, ou seja, o conhecimento vem sendo construído historicamente.

#### 4.1.2. Física

O uso diário de aparelhos tecnológicos encobre perguntas que, por mais veladas que sejam, sempre persistem: Como o controle remoto da TV funciona? Por que o forno de micro-ondas aquece os alimentos sem aquecer a vasilha? Como o combustível do automóvel produz o movimento? Será que a conta de luz está correta? Como a geladeira funciona? Por que tenho de usar uma chave de fenda para apertar um parafuso? Como funciona o macaco hidráulico? Como meios de transportes tão pesados como o avião e o navio conseguem se movimentar?

Na elaboração de textos e problemas, buscamos sempre trabalhar com os conteúdos de forma contextualizada no mundo cultural e vivencial de alunos e educadores, localizando, em grande medida, a evolução histórica do conhecimento físico e suas tecnologias correlatas. Por exemplo, as máquinas térmicas impulsionaram a Primeira Revolução Industrial, o que resultou em profundas mudanças sociais e econômicas no Ocidente.

Já a Segunda Revolução Industrial teve como propulsora a teoria eletromagnética, com todo aparato tecnológico que nos circunda atualmente. Estamos nos dias de hoje no olho do furacão da Terceira Revolução Industrial, percebida pela frenética velocidade com que a sociedade se transforma, fruto também das facilidades obtidas no mundo das telecomunicações em um contexto globalizante.

O formalismo matemático é uma ferramenta importantíssima das ciências, mas não deve ser confundido com a própria Física. Essa confusão leva a uma caricatura que normalmente se constrói com base em equivocadas e traumáticas experiências educacionais. A linguagem da Física é investida de uma lógica matemática, mas que perde sua eficácia comunicativa se não for devidamente acompanhada pela capacidade interpretativa, pela noção de causa e efeito que caracteriza a fenomenologia da Física clássica.

E por falar em Física clássica, sua primazia como fornecedora de conteúdos educacionais não atende mais à demanda contemporânea de compreensão das tecnologias utilizadas no dia a dia de qualquer cidadão, como um leitor de CD ou DVD, lâmpadas fluorescentes, produção de eletricidade em usinas term nucleares, o funcionamento de GPS, circuitos integrados com base em semicondutores etc.

A compreensão básica dos fundamentos da Física moderna em uma medida educacional apropriada contribui de modo efetivo com a inclusão social e tecnológica. É fundamental ter em mente, entretanto, que o advento da Física moderna decorre do empenho investigativo de cientistas que tinham a Física clássica como paradigma, encontrando anomalias fundamentais nas teorias dessa última que os forçaram a construir um novo cabedal teórico mais sofisticado e apropriado.

Sendo assim, o educador deve se sentir bem à vontade para trazer elementos históricos de seu conhecimento ou mesmo de propor parcerias interdisciplinares com os colegas da área das Ciências Humanas, para enriquecer a construção do conhecimento científico e sua dinâmica.

Foi dada uma grande atenção à parte prática no desenvolvimento dos capítulos, propondo-se experimentos e atividades que pudessem ao mesmo tempo estar ao alcance dos alunos em termos de realização e cognitivos, servindo por vezes como problematizadores para o assunto a ser desenvolvido. Além disso, ela serve como demonstração dos fenômenos estudados, sempre propondo uma postura ativa e indagadora por parte dos alunos.

Em consonância com os objetivos expressos nesta obra como projeto de EJA, procuramos tratar os conhecimentos físicos de forma sistêmica com horizontes de interdisciplinaridade, não estanques e isolados como faz a maior parte das obras nessa área. Buscamos, assim, contribuir para a formação de cidadãos mais capazes de propor soluções às situações-problema no microcosmo do ambiente escolar, mas também no macrocosmo da vida em sociedade.

### 4.1.3. Química

No contexto da Educação Básica, relacionado ao pleno exercício da cidadania, trabalho e prosseguimento dos estudos em outros níveis de ensino, a Química também está bastante presente. Trata-se do campo da ciência que se dedica ao estudo das substâncias, suas propriedades e transformações. Ela participa do desenvolvimento do país, tendo grande alcance econômico, social e político.

A sociedade atual interage com o conhecimento químico, não só por meio da escolaridade, mas também de formas distintas: saberes populares, meios de comunicação em massa (televisão, rádio, revistas, jornais, internet etc.), obras literárias, enciclopédias, amigos, profissionais diversos das áreas de Medicina, Farmácia, Psicologia, Arte e outras.

É difícil encontrar qualquer área de atuação profissional que dispense completamente conhecimentos ligados à Química. A própria sobrevivência humana no mundo moderno é diretamente dependente da indústria química e do conhecimento das propriedades dos materiais por ela produzidos, da realização e do controle de transformações químicas. Em âmbito doméstico, por exemplo, a convivência com alimentos, medicamentos, produtos de higiene e limpeza, combustíveis, pilhas, tintas, pigmentos e solventes é rotineira e a falta de conhecimento químico pode levar a consequências indesejáveis como explosões, intoxicações, incêndios e queimaduras.

Desse modo, a contribuição do ensino de Química à educação para a cidadania só será eficaz se conseguir levar os alunos a adquirirem uma visão sistêmica do conhecimento químico, que considere não apenas os conceitos científicos em si, mas as interações socioeconômicas, culturais e tecnológicas com que eles estão relacionados: é a busca da interdisciplinaridade, aqui considerada não como uma justaposição esporádica de conteúdos, mas sob a visão metafórica de “rede de significações”.

Nessa rede, que é dinâmica, a Química é um “nó”, interligado aos demais campos do conhecimento, representados pelos

outros “nós”. Para tanto, faz-se necessária uma mudança significativa no modo de desenvolver o conhecimento escolar, hoje preponderantemente voltado à visão analítico-reducionista, segundo a qual um processo global é fragmentado em partes específicas. Tal visão acredita que, ao somá-las, alcançamos o entendimento do todo, em contraposição à visão sistêmica, pela qual a compreensão de um processo global resulta mais das interações das partes do que de sua “soma”.

Essas considerações são válidas para o ensino de Química em qualquer das modalidades e níveis de escolaridade. Entretanto, tratando-se da EJA, elas se tornam ainda mais significativas, pois é mais do que urgente a inclusão social da grande parcela da população que, pelas mais diversas razões, ficou fora da escola e, conseqüentemente, da qualificação para o trabalho.

Para que os alunos possam incorporar o conhecimento químico para enfrentar as diversas situações-problema presentes em seu contexto sociocultural, há a necessidade da compreensão dos três principais conceitos estruturadores desse conhecimento: o de **substância química**, uma das bases do pensamento da Química moderna, o de **elemento químico** e o de **transformação química**, assim como a compreensão da **linguagem química** inerente a tais conceitos.

Em um material didático, o tratamento adequado de tais conceitos e da linguagem a eles correspondente exige muito mais do que definições e exemplos. É indispensável, nesse contexto de rede, que esses conceitos estruturadores sejam trabalhados sob diversas visões, todas interligadas:

- fenomenológica (macroscópica);
- interpretativa (microscópica);
- qualitativa;
- quantitativa;
- econômica;
- histórica;
- industrial (sistema produtivo);
- sociocultural;
- ambiental;
- cinética (rapidez);
- termodinâmica (energia).

O desenvolvimento e a utilização de um material de ensino com essas características devem envolver, portanto, um trabalho que permita, por meio de atividades relevantes, atraentes e variadas, experimentais ou não, nortear a formação de conceitos químicos e desenvolver no educando uma postura crítica e atuante.

## 4.2. Matemática

Hoje em dia, um cidadão brasileiro necessita de conhecimentos amplos e variados para viver com dignidade. Entretanto, precisa também saber articular esses conhecimentos e relacioná-los com seu cotidiano. Para isso, é imprescindível o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento abstrato a partir de situações concretas, da capacidade de generalizar, de organizar, relacionar e representar informações e dados.

Parte desta obra refere-se ao desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas que atendam às exigências da vida, tanto no contexto social como no profissional. Oportunidades de acesso a melhores níveis de emprego e colocação social dependem do preparo demonstrado nessa área do conhecimento. De acordo com a Secretaria de Educação Básica do Ministério de Educação, por meio de suas *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*, indica, na área de Matemática, que:

Para a escolha de conteúdos, é importante que se levem em consideração os diferentes propósitos da formação matemática na educação básica. Ao final do Ensino Médio, espera-se que os alunos saibam usar a Matemática para resolver problemas práticos do cotidiano; para modelar fenômenos em outras áreas do conhecimento; compreendam que a Matemática é uma ciência com características próprias, que se organiza via teoremas e demonstrações; percebam a Matemática como um conhecimento social e historicamente construído; saibam apreciar a importância da Matemática no desenvolvimento científico e tecnológico. (BRASIL, 2006, p. 69)

Tratando-se da EJA, a escolha dos conteúdos precisa ser bastante criteriosa, pois o tempo disponível desse estudante é muito escasso. Por isso, selecionamos temas que retratem as ideias essenciais e os procedimentos mais importantes e necessários na área. Além disso, visamos à possibilidade de esses jovens e adultos serem bem-sucedidos em avaliações como o Enem e os exames de vestibular para acesso a cursos superiores.

#### 4.2.1. Proposta metodológica

Nesta obra, o conteúdo da área de Matemática é apresentado em dezesseis capítulos. Cada um deles mostra um tema de maneira prática, relacionando a Matemática a situações-problema usuais do cotidiano, que são imprescindíveis na sequência do estudo de outros temas.

Situações questionadoras e debates são propostos para que o professor possa identificar o conhecimento já apreendido pelos alunos, bem como para que eles emitam opiniões

a respeito das questões e possam abordá-las com base em que já sabem de Matemática.

As explicações dadas procuram sempre resgatar conhecimentos anteriores com a finalidade de buscar na memória aspectos das ideias e da forma de operar com os objetos matemáticos.

De fato, confirmando o que foi explicitado um dos principais nortes para a Matemática, nesta obra, é oferecer uma aprendizagem que garanta o retorno desses alunos ao exercício da cidadania, sem menosprezar seus conhecimentos e vivências prévias, ligadas às atividades fora da escola.

É sabido que muitos deles dominam noções matemáticas que foram aprendidas de maneira informal ou intuitiva. Esse conhecimento trazido pelo aluno para a escola é de grande importância, devendo ser considerado pelo professor como ponto de partida para a aprendizagem daquilo que chamamos de Matemática formal.

Assim, a organização dos capítulos foi norteada na tentativa de contemplar conhecimentos essenciais da Matemática, tais como o domínio do Sistema de Numeração Decimal, do cálculo algébrico, do raciocínio proporcional, da Geometria – tanto no plano como no espaço –, domínio sobre cálculo financeiro apresentando questões ligadas à como lidar com o dinheiro, uso de grandezas e de medidas, raciocínio combinatório e probabilístico, leitura e interpretação de tabelas e gráficos, entre outros.

Ademais, vale destacar que um dos pontos altos na abordagem dos conteúdos é usar a metodologia de resolução de problemas. Dessa forma, resolver um problema significa equacioná-lo – traduzir para a linguagem matemática, identificando todos os dados que são necessários à sua resolução.

Em cada novo item, são apresentados exemplos que ilustram as ideias tratadas e atividades de aplicação do conhecimento adquirido, tanto na forma de exercícios elaborados exclusivamente para essa aplicação imediata como por meio de problemas mais amplos de utilização do conhecimento relacionado com outros temas e outras disciplinas.

Questões do Enem, do Encceja e de exames de vestibular também são propostas para que o aluno verifique o alcance dos níveis esperados de aprendizado.

---

## 5. LEITURAS PARA O PROFESSOR SOBRE A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)

---

### 5.1. Educação matemática e EJA

#### Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca

Este texto é parte da obra *Construção coletiva: contribuições à educação de jovens e adultos*. Brasília: Unesco, MEC, RAAAB, 2005, p. 321-332. A publicação completa está disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001432/143238por.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2013.

[...]

Pode-se dizer que a discussão sobre a educação matemática veio ganhando nos últimos anos um espaço significativo entre as preocupações de professores e alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), dos pesquisadores e dos responsáveis pela elaboração e implementação de propostas institucionais dessa área. De certa forma, isso reflete um deslocamento dessas preocupações: antes mais fortemente concentradas na luta pelo direito à escola, elas agora se voltam mais intensa-

mente para as questões de ensino-aprendizagem, buscando aprimorar a qualidade das iniciativas implementadas, especialmente pela consideração das especificidades do público a que atendem.

Por outro lado, também na comunidade da educação matemática, professores, pesquisadores, responsáveis pela formação de educadores ou por parâmetros e propostas curriculares, entre outros, passaram a preocupar-se mais com a adequação do trabalho pedagógico às características, demandas, expectativas e desejos dos aprendizes, itens tomados como um dos aspectos definidores do projeto educativo a ser desenvolvido. Nessa perspectiva, a caracterização do público da EJA, não apenas por um corte etário, mas por suas especificidades socioculturais (OLIVEIRA, 1999), tem inserido a educação matemática de jovens e adultos em linhas de trabalho que procuram resgatar tanto a intencionalidade dos sujeitos que produzem, usam ou divulgam o conhecimento matemático como as influências da cultura e das relações de poder impressas e manifestas nos modos de produção, uso e divulgação desse conhecimento. O propósito desse resgate é promover um aprendizado mais significativo não apenas do ponto de vista de uma compreensão individual, mas delineado pelo processo de construção coletiva e histórico-cultural do conhecimento matemático, de sua utilização social e da crítica política que define as posições dos sujeitos nesses processos.

[...]

### **Reminiscências da Matemática escolar dos alunos da EJA**

Mas, se a preocupação com o reconhecimento e de alguma maneira com o tratamento das experiências de vida do aluno já se estabeleceu no discurso de educadores e pesquisadores da EJA, pouco ou nada se tem dito sobre as experiências escolares anteriores de seu público, muito embora a maioria de nós, professores que trabalhamos com adultos, e principalmente os que trabalhamos com o ensino da Matemática, não raro nos referimos à insistência de nossos alunos em tentar resgatar essas experiências.

Se chamamos a atenção do leitor para a recorrência desse procedimento adotado pelos alunos da EJA nas interações de ensino-aprendizagem, é por considerar que a recordação dos conhecimentos escolares é muito mais do que uma tentativa de abreviar o processo de aprendizagem do presente aproveitando o que se lembra do passado.

Compreendemos esse esforço de resgate e manifestação de lembranças como ação social organizada e como um dos elementos definidores da identidade sociocultural dos alunos da EJA.

Com efeito, os conceitos e as proposições, as estratégias e os procedimentos, os termos e as representações gráficas, as aplicações e as avaliações do conhecimento matemático que se resgatam e se reestruturam no discurso dos alunos da EJA devem ser tomados como versões pragmáticas, intencionais,

e não só como fragmentos de conhecimentos adormecidos ou mutilados. Quando os alunos falam de suas lembranças da Matemática escolar, quando se baseiam nelas para construir uma linha de argumentação ou quando as questionam para formatar um novo quadro para a organização de suas ideias, e, sobretudo, quando as compartilham com seus colegas e professores, as motivações, os conteúdos, os formatos e as repercussões dessas reminiscências ultrapassam a natureza e as vicissitudes da cognição individual. As lembranças que os alunos têm da Matemática podem ter sido resgatadas da experiência individual de um sujeito; mas também se formaram a partir de experiências de outras pessoas, que lhes foram narradas ou sugeridas, e ainda a partir de inferências que se constroem na combinação e no conflito de tantas representações de escola e de Matemática escolar que circulam na sociedade.

Uma vez inseridas nas interlocuções que acontecem na sala de aula, essas lembranças tornam-se versões coletivas, porque são forjadas num modo de conceber e lidar com a Matemática que foi construído histórica e culturalmente e com a mediação decisiva da instituição escolar. Essa mediação não agiu apenas no passado, determinando os conteúdos e algo dos formatos das lembranças. A cena escolar presente, os valores da escola, seu papel social e o papel por ela desempenhado na história de vida do aluno da EJA é que determinam as condições de produção e realização dos enunciados que veiculam essas reminiscências: as oportunidades em que o sujeito pode e se dispõe a lembrar e a falar do que lembra; as intenções dessas lembranças e desse dizer; a seleção do material lembrado e as escolhas dos termos, da entonação, do interlocutor preferencial que definem o modo como se fala; as repercussões esperadas e observadas; enfim, a inserção das lembranças no jogo das interlocuções que acontece na sala de aula e que se constitui no espaço de negociação de significados no qual se estabelecem os processos de ensino e aprendizagem.

### **A natureza sociocultural da recordação**

Se assumimos como decisiva para a definição de um projeto educativo na EJA a caracterização de seu público como grupo sociocultural é porque acreditamos que a essa identificação corresponde também uma identidade nos modos de relação com as instituições sociais. Como grupo sociocultural, os alunos da EJA têm perspectivas e expectativas, demandas e contribuições, desafios e desejos próprios em relação à educação escolar. Em particular, nas interações que têm lugar, ocasião e estrutura oportunizadas pelo contexto escolar e, mais do que isso, num contexto de retomada da vida escolar, os sujeitos tendem a privilegiar os modos de relação com a escola que possam ser social e culturalmente compartilhados e, a partir desse marco sociocultural, valorizados.

A reflexão que queremos propor considera, pois, que os alunos da EJA compartilham uma memória matemática coletiva, sociocultural, ao mesmo tempo presumida e construída no âmbito das interações discursivas. Eles não lembram por

acaso, não lembram qualquer coisa, não lembram de qualquer jeito, nem lembram sozinhos. Ao expressar suas lembranças da Matemática escolar, justamente aquelas lembranças e naquelas situações específicas, o aluno da EJA mobiliza os temas e os estilos que ele julga que atrairão a atenção do ouvinte por efeito da interação verbal, efeito que ele antecipa e quer causar.

Aos educadores preocupados com a constituição dos alunos da EJA como sujeitos de ensino e aprendizagem caberia, portanto, dispensar um cuidado especial às situações em que tais lembranças emergem nas aulas de Matemática ou de qualquer outro assunto, tomando-as como instâncias de negociação de significados do saber escolar, como uma demanda do presente, do jogo interlocutivo, que pede uma reativação seletiva do passado.

[...]

É comum, entre os alunos adultos (mais do que entre jovens, adolescentes ou crianças), identificarmos um certo cuidado e mesmo um certo prazer em se pôr a refletir sobre o que pensam, e sobre como pensam. Essa disposição reflexiva pode estar associada a uma fase da vida em que se buscam razões, em oposição ao imediatismo que caracteriza e reflete a velocidade das transformações na vida dos mais jovens. Mas os educadores devem prestar atenção nos comentários de natureza metacognitiva de seus alunos, pois essas formulações não se produzem apenas como compreensão ou observações do sujeito sobre a natureza de seus próprios processos mentais, mas “emergem de forma intencional em certos tipos de contextos discursivos” (MIDDLETON; EDWARDS, 1990, p. 44).

Em geral, os alunos da EJA mobilizam essa ou aquela formulação sobre o processo de rememoração diante de uma situação de alguma forma conflituosa, envolvendo dificuldades, divergências ou estranhamento em relação ao material lembrado ou ao fato de lembrá-lo. Dessa maneira, a formulação metacognitiva insere-se no discurso para justificar, socializar ou domesticar os processos e os produtos da rememoração (e do esquecimento). Particularmente os alunos adultos da EJA parecem se debruçar sobre o próprio processo de aprendizagem, como que procurando reconstituir uma malha de significados para os saberes escolares e, por essa reconstituição, conferindo sentido à própria escolarização.

### **Gênero discursivo, inserção na cultura escolar e constituição de sujeitos de ensino-aprendizagem**

Nesse mesmo movimento, os alunos da EJA também se remetem à mobilização das reminiscências matemáticas não só como um exercício de resgate de conceitos, procedimentos, diagramas, termos ou proposições da Matemática, mas como oportunidade de reviver os sentimentos que envolveram sua relação com aquela Matemática e de (re)elaborá-los a partir de uma reconstrução coletiva, realizada na intera-

ção discursiva da sala de aula: são “ocasiões de ‘re-sentir’ certos acontecimentos, às vezes de ser capaz de ‘re-ordenar’ esses sentimentos para imaginar novas relações entre coisas conhecidas ou mundos completamente novos” (SHOTTER. In: MIDDLETON; EDWARDS, 1990, p. 152).

Esse aspecto do processo de rememoração adquire um sentido particularmente relevante quando se desvela nas reminiscências da Matemática escolar dos alunos da EJA. Falamos de adultos que se dispõem a um novo esforço de aprendizagem, que não podem naturalmente desconsiderar seu passado escolar. O desafio de retomar esse passado não se identifica, no entanto, como um esforço de resgatar fatos matemáticos como se eles se encontrassem depositados nas memórias individuais, desligados uns dos outros e não envolvidos no emaranhado de relações tecidas por fatores ideológicos, pragmáticos, cognitivos, afetivos, linguísticos, culturais, históricos.

São essas múltiplas inter-relações, processadas e (re) elaboradas pela participação dos diversos sujeitos nas interações discursivas de ensino-aprendizagem da Matemática na escola que compõem um gênero discursivo próprio da Matemática escolar, cujo domínio é condição e expressão das possibilidades e limites de trânsito do sujeito nas malhas desse conhecimento. Portanto, a relativa estabilidade dos enunciados que se produzem nas aulas, nos livros, nos meios de comunicação ou em outras situações em que se fala de ou sobre Matemática escolar nos sugere considerar um gênero discursivo próprio do ensino-aprendizagem da Matemática no contexto da escola e reconhecer na enunciação das reminiscências da Matemática escolar, protagonizada pelos alunos da EJA, uma atitude de manifestação, de exercício ou de busca do acesso a esse gênero, tomado como uma das marcas de sua inclusão nesse universo socialmente valorizado da cultura escolar.

Ao enunciar suas reminiscências, o aluno adulto poderá, de algum modo, facilitar o trânsito na disciplina Matemática; porém, mais do que isso (e até para isso), esse aluno reconstrói e exhibe uma certa intimidade com o gênero discursivo próprio daquela instituição (que tem nos enunciados didáticos de Matemática uma expressão típica), elemento decisivo para justificar ou forjar sua inclusão nela. É como se falar um pouco de “matemátiquês escolento” legitimasse a inserção do aluno adulto na escola, revelando que, por ele compartilhar dos modos de expressar o pensar e o fazer da Matemática escolar, não seria apenas justo, mas também adequado que ocupasse ali um lugar de sujeito.

Se na escolarização de jovens e adultos se busca garantir um espaço de conquista, manifestação, confronto e exercício desse gênero, assumindo, mas problematizando sua valorização social, cabe, portanto, aos educadores, reconhecê-lo como tal, para que possam potencializar as possibilidades daquele espaço e os esforços, coletivos e individuais, e sempre socioculturais, dos educandos jovens e adultos, constituindo-os como sujeitos de ensino e aprendizagem.

## 5.2. Educação de Jovens e Adultos (EJA) e juventude: o desafio de compreender os sentidos da presença dos jovens na escola da “segunda chance”

**Paulo Carrano**

Este texto é parte da obra MACHADO, Maria Margarida. *Formação de educadores de jovens e adultos*. Brasília: Secadi/MEC, Unesco, 2008, p. 103-118. A publicação completa está disponível em: <<http://forumeja.org.br/files/livrosegsemi.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2013.

É notável o crescente interesse que o tema da juventude vem despertando no campo da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A preocupação com os jovens na EJA está, em grande medida, relacionada à evidência empírica de que eles já constituem número significativo nas diversas classes de EJA e, em muitas circunstâncias, representam a maioria ou a quase totalidade dos alunos em sala de aula. Entretanto, para além da dimensão quantitativa expressa pela presença cada vez mais significativa desses jovens, parece haver certo ar de perplexidade. E, em alguns casos, de incômodo revelado – perante sujeitos que emitem sinais pouco compreensíveis e parecem habitar mundos culturais reconhecidos por alguns professores como social e culturalmente pouco produtivos para o desafio da escolarização. Ou, se pensarmos nos termos da reflexão de Bourdieu (1997), jovens oriundos de famílias com baixo “capital cultural” e que experimentaram acidentadas trajetórias que os afastaram do “tempo certo” da escolarização.

Alguns professores (e também alguns alunos mais idosos) parecem convencidos de que os jovens alunos da EJA vieram para perturbar e desestabilizar a ordem “supletiva” escolar. Outros demonstram sua vontade em aprofundar processos de interação, mas reconhecem seus limites para despertar o interesse desses que, sob certos aspectos, se apresentam como “alienígenas em sala de aula” (GREEN & BIGUM, 1995). Quais estratégias poderiam despertar os sentidos para uma presença culturalmente significativa dos jovens da EJA no espaço da escola? Essa parece ser uma pergunta-chave para a reorganização curricular e a articulação de processos educativos social e culturalmente produtivos no cotidiano escolar.

Para enfrentar o desafio disso que temos chamado de “juvenilização da EJA”, deveríamos buscar a produção de espaços escolares culturalmente significativos para uma multiplicidade de sujeitos jovens – e não apenas alunos – historicamente situados e impossíveis de conhecer a partir de definições gerais e abstratas. Nesse sentido, seria preciso abandonar toda a pretensão de elaboração de conteúdos únicos e arquiteturas curriculares rigidamente estabelecidas para os “jovens da EJA”. A aposta – e, por extensão, também o risco – estaria na realização de um inventário permanente das trajetórias de vida (BORDIEU, 1996) e escolarização e na atenção necessária aos reais interesses e necessidades de aprendizagem e interação desses sujeitos com os quais estamos comprometidos no tabuleiro escolar da “segunda chance” que é a EJA. Dessa forma, a

articulação do processo educativo dos jovens da EJA deixaria de ser vista apenas como escolarização e assumiria toda a radicalidade da noção de diálogo da qual nos fala Paulo Freire. Uma ética da compreensão da juventude que “habita” a EJA: é sobre isso que gostaria de tratar aqui.

### Compreender

“Compreender” – esse é o título de um dos capítulos do livro *A miséria do mundo*, de Pierre Bourdieu (1997). O mestre-sociólogo francês alerta para a necessidade de um exercício reflexivo diante da interação social entre pesquisador e pesquisado que o processo de entrevista provoca numa pesquisa. Essa busca do agir reflexivo teria, em última instância, a finalidade de elaboração de uma comunicação não violenta e que fosse capaz de reduzir os efeitos da “intrusão” que a situação de entrevista pode significar para o entrevistado. Nas palavras do próprio Bourdieu:

É efetivamente sob a condição de medir a amplitude e a natureza da distância entre a finalidade da pesquisa tal como é percebida e interpretada pelo pesquisado, e a finalidade que o pesquisador tem em mente, que este pode tentar reduzir as distorções que dela resultam, ou, pelo menos, de compreender o que pode ser dito e o que não pode, as censuras que o impedem de dizer certas coisas e as incitações que encorajam a acentuar outras. (BOURDIEU, 1997, p. 695)

É sob essa perspectiva do estabelecimento de uma relação compreensiva que inicio nosso diálogo sobre a presença dos jovens na EJA. Guardando-se as devidas proporções entre uma situação de pesquisa sob a direção de um pesquisador ou pesquisadora e um processo de ensino-aprendizagem conduzido por um educador ou educadora, é possível dizer que estamos diante de um mesmo campo de interação simbólica. Campo esse capaz de produzir (re)conhecimentos e proximidades, mas também distâncias e estranhamentos entre sujeitos situados em distintos lugares sociais: pesquisadores e pesquisados, professores e alunos.

O educador e amigo Moacyr de Góes conta uma história que exemplifica a importância de fazer do gesto educativo uma relação compreensiva. Conto de memória e mantenho o sentido da narrativa sem me preocupar com a precisão das palavras. Um padre-educador da cidade de Natal impressionava a todos com sua capacidade de ensinar o latim a crianças muito pobres da periferia da cidade. Perguntado sobre o método que utilizava para ensinar, disse: “como faço para ensinar latim ao João? Para ensinar latim ao João eu primeiro conheci o João. Fui a sua casa, descobri do que ele gostava, descobri sua árvore preferida, fiquei seu amigo; primeiro conheci o João, o latim veio depois”. Esta é uma história simples que nos convida a encontrar no sujeito do conhecimento a verdadeira centralidade dos processos de ensino-aprendizagem.

Deixo, então, aos professores e professoras da EJA a tarefa política, educativa e, por que não dizer, afetiva de descobrir na recuperação da trajetória de seus jovens alunos e alunas as

“portas de acesso” ao sujeito que pode conhecer, na medida em que é “re-conhecido” no jogo da aprendizagem escolar. E passo, então, a apresentar alguns elementos sobre a socialização contemporânea dos jovens que podem contribuir para a compreensão sobre o que é viver a juventude nos dias de hoje. Parto do princípio de que muitos dos problemas que os educadores enfrentam nas muitas salas de aula e espaços escolares com os jovens deste país têm origem em incompreensões sobre os contextos não escolares, os cotidianos e os históricos mais amplos, em que os alunos estão imersos. Dito de outra forma, cada vez mais é improvável que consigamos compreender os processos sociais educativos escolares, se não nos apropriarmos dos processos mais amplos de socialização.

Concordo com Marília Sposito (2003), ao defender a adoção do ponto de vista de uma sociologia não escolar da escola. É preciso buscar compreender os tempos e os espaços não escolares dos sujeitos jovens que estão na escola, mas que não são, em última instância, da escola. Esse jovem aluno, que cada vez mais jovem chega às classes de EJA, carrega para a instituição referências de sociabilidade e interações que se distanciam das referências institucionais que se encontram em crise de legitimação.

O novo público que frequenta a escola, sobretudo adolescente e jovem, passa a constituir um universo cada vez mais autônomo de interações, distanciado das referências institucionais e trazendo novamente, em sua especificidade, a necessidade de uma perspectiva não escolar no estudo da escola, a via não escolar [...]. A autonomização de uma subcultura adolescente engendra, para os alunos da massificação do ensino, uma reticência ou uma oposição à ação do universo normativo escolar, ele mesmo em crise. A escola cessa lentamente de ser modelada somente pelos critérios da sociabilidade adulta e vê penetrar os critérios da sociabilidade adolescente, que exige um modo peculiar de compreensão e estudo. (SPOSITO, 2003, p. 19-20)

[...]

### **Articulando currículos e espaços-tempos escolares culturalmente significativos**

Os educadores da EJA têm o desafio de trabalhar numa modalidade da educação em que a homogeneidade dos sujeitos não é a tônica dominante. A ideia de homogeneidade – de faixas etárias, de tempos de aprendizagem, de conhecimentos etc. –, que pode até fazer sentido em algumas circunstâncias educacionais, é, por definição, inviável nos tempos e espaços da EJA. Nos espaços da EJA, os sujeitos são múltiplos e, ainda que existam sujeitos com perfis similares, é preciso estar atento para as trajetórias de vida, que sempre são singulares e portadoras de potencialidades que podem não se revelar de imediato. O desafio do conhecimento na EJA não pode ser circunscrito àquilo que alunos e alunas devem aprender; ele também é provocação para que educadores e educadoras aprofundem seus conhecimentos – suas

compreensões – sobre seus sujeitos da aprendizagem. Já que não temos a resposta, podemos caprichar na pergunta: Como contribuir para a constituição de uma escola flexível em conjunto com esses múltiplos sujeitos da EJA, que chegam até nós com as marcas da desigualdade de oportunidades? (RIBEIRO, 2004).

É necessário aprender a trabalhar com as experiências prévias dos jovens alunos, para que estes sejam entendidos como sujeitos culturais e portadores de biografias originais e não apenas alunos de uma dada instituição. O mito da intencionalidade pedagógica como a viga mestra da educação não permite a emergência dos acasos significativos, das surpresas reveladoras, da escuta do outro e nem permite que alunos e professores corram o risco da experimentação. Os jovens, mesmo aqueles das periferias onde cidade não se relaciona com cidadania, são mais plurais do que aquilo que a instituição escolar deseja receber. A escola espera alunos, e o que chega são sujeitos com múltiplas trajetórias e experiências de vivência do mundo. São jovens que, em sua maioria, estão aprisionados no espaço e no tempo – presos em seus bairros e incapacitados para fazer projetos de futuro. Sujeitos que, por diferentes razões, têm pouca experiência de circulação pela cidade e se beneficiam pouco ou quase nada das poucas atividades e redes culturais públicas ofertadas em espaços centrais e mercantilizados das cidades. Jovens que vivem em bairros violentos, onde a violência é a chave organizadora da experiência pública e da resolução de conflitos.

Talvez seja possível pensar as reorganizações curriculares não apenas como estratégias funcionais de favorecer o ensino-aprendizagem, mas como políticas educativas e culturais que permitam reorganizar espaços e tempos de compartilhamento de saberes, ampliar a experiência social pública e o direito de todos às riquezas materiais e espirituais das cidades. Por que não pensar o currículo como tabuleiro de xadrez, no qual algumas peças se movem com alguma previsibilidade e linearidade e outras peças como cavalos, reis e rainhas que fazem movimentos surpreendentes? Esta é uma metáfora de crítica aos currículos rígidos e uniformizadores que tentam comunicar e fazer sentido para sujeitos de múltiplas necessidades e potencialidades. É assim que enxergo o desafio cotidiano de organização de currículos flexíveis capazes de comunicar aos sujeitos concretos da EJA, sem que com isso se abdique da busca de inventariar permanentemente a unidade mínima de saberes em comum, que as escolas devem socializar.

Não se trata, contudo, de negar o planejamento pedagógico (da intenção do plano), mas de praticar a escuta e a atenção que pode nos lançar para o plano dos afetos, das trocas culturais e do compromisso político entre sujeitos de diferentes experiências e idades. Por que não? Não é isso que as pesquisas e a nossa própria experiência têm narrado, ou seja, que são aqueles espaços, tempos e sujeitos escolares nos quais alunos e alunas encontram atenção e cuidado que lhes fortalecem o sentido de presença na instituição escolar?

## Referências bibliográficas

- ABRAMO, Helena Wendel; BRANCO, Pedro Paulo Martoni. *Retratos da juventude brasileira: análises de uma pesquisa nacional*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2005.
- ARAÚJO, Denise Alves de. *O Ensino Médio na Educação de Jovens e Adultos: o material didático de Matemática e o atendimento às necessidades básicas de aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.
- BOURDIEU, Pierre. A juventude é apenas uma palavra. In: *Questões de Sociologia*. Rio de Janeiro: Marco Zero, 1983. p. 112-121.
- \_\_\_\_\_. A ilusão biográfica. In: FERREIRA, Marieta de Moraes; AMADO, Janaína (Orgs.). *Usos e abusos da história oral*. Rio de Janeiro: FGV, 1996. p. 183-191.
- \_\_\_\_\_. *A miséria do mundo*. Petrópolis: Vozes, 1997.
- CARRAHER, Terezinha Nunes; CARRAHER, David William; SCHLIEMANN, Analúcia Dias. *Na vida dez, na escola zero*. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- CARVALHO, Dione Lucchesi de. *A interação entre o conhecimento matemático da prática e o escolar*. Tese (Doutorado em Educação). Campinas: Unicamp, 1995.
- DUARTE, Newton. *O ensino de Matemática na educação de adultos*. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1986.
- FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. *Discurso, memória e inclusão: reminiscências da Matemática escolar de alunos adultos do Ensino Fundamental*. Tese (Doutorado em Educação). Campinas: Unicamp, 2001.
- GREEN, Bill; BIGUM, Chris. Alienígenas em sala de aula. In: SILVA, Tomáz Tadeu da (Org.). *Alienígenas em sala de aula: uma introdução aos estudos culturais em educação*. Petrópolis: Vozes, 1995.
- KNIJNIK, Gelsa. *Exclusão e resistência: educação matemática e legitimidade cultural*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- MIDDLETON, David; EDWARDS, Derek. (Orgs.). *Memoria compartida: la naturaleza social del recuerdo y del olvido*. Barcelona: Paydós, 1990.
- MONTEIRO, Alexandrina. *O ensino de Matemática para adultos através do método da modelagem matemática*. Dissertação (Mestrado). Rio Claro: Unesp, 1991.
- MOVIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS SEM TERRA. *Alfabetização de jovens e adultos: educação matemática*. São Paulo: MST, 1994. (Caderno de educação; 5).
- OLIVEIRA, Marta Kohl de. Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*. São Paulo: n. 12, p. 59-73, set.-dez. 1999.
- RIBEIRO, Eliane Andrade. *A educação de jovens e adultos e os jovens do "último turno": produzindo outsiders*. Tese (Doutorado). Niterói: UFF, 2004.
- RIBEIRO, Vera Maria Masagão. (Coord.). *Educação de jovens e adultos: proposta curricular para o primeiro segmento do Ensino Fundamental*. São Paulo: Ação Educativa, MEC, 1997.
- SHOTTER, John. In: MIDDLETON, David; EDWARDS, Derek. (Orgs.). *Memoria compartida: la naturaleza social del recuerdo y del olvido*. Barcelona: Paydós, 1990. p. 137-156.
- SPOSITO, Marília Pontes. Uma perspectiva não escolar no estudo sociológico da escola. *Revista USP*, n. 57, p. 210-226, mar.-maio, 2003.
- WANDERER, Fernanda. Educação de Jovens e Adultos e produtos da mídia: possibilidades de um processo pedagógico etnomatemático. In: *Anais da 24ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação*, Caxambu (MG). Rio de Janeiro: Anped, 2001. p. 1-15. (CD-ROM).

---

## 6. COMENTÁRIOS ESPECÍFICOS SOBRE OS CAPÍTULOS

---

### 6.1. Etapa 1

#### Unidade 1 – Energia e consumo

#### CAPÍTULO 1

#### Leia e entenda rótulos e embalagens

---

As leis, resoluções e normas técnicas brasileiras aprimoram-se a cada dia no que diz respeito aos direitos dos

consumidores, entre os quais está o direito à informação. Entretanto, parece que as pessoas ainda não sabem utilizar esse direito, talvez por não terem adquirido na escola ou na vida o conhecimento necessário para interpretar corretamente a informação, talvez por desconhecem que ela existe e que deve ser utilizada. As informações sobre os produtos que são estampadas nas embalagens ou impressas em rótulos incluem dados sobre a composição química dos produtos, a data de validade, as formas de usar. Para expressar quantidades de produtos e ingredientes, é utilizada linguagem científica. Assim, um rótulo é lido melhor por quem conhece a linguagem científica.

Por isso, o principal objetivo do capítulo é levar o estudante a perceber a importância do conhecimento, em especial do conhecimento químico, para utilizar, da maneira correta, todos os produtos industrializados que o cercam, contribuindo assim para a diminuição do alarmante número de casos de acidentes que ocorrem pelo uso equivocado de produtos.

Não é intenção do capítulo introduzir, de maneira formal, qualquer conceito químico, mas somente dar a ideia de que as substâncias químicas e suas transformações estão relacionadas à produção e ao uso de produtos industrializados.

Espera-se que, com os textos, imagens e atividades propostas, o estudante adquira uma postura crítica em relação a suas atitudes como cidadão ciente de seus direitos e deveres.

As atividades propostas, em seu conjunto, visam desenvolver no aluno atitudes que o levem a investigar, argumentar e propor soluções para enfrentar diferentes situações-problema.

### **Pesquisar**

Nessa atividade, será interessante organizar, em uma única tabela, os resultados das entrevistas de todos os alunos. Assim, tem-se uma visão mais completa do comportamento das pessoas em geral no que se refere à leitura do rótulo apresentado. Nesse ponto, é interessante salientar o fato de que um maior número de dados, desde que obtidos de forma semelhante, possibilita uma visão melhor sobre o que pensam as pessoas. É importante também que cada aluno se situe nesse contexto e que reflita sobre a sua posição: faz parte da maioria ou da minoria das pessoas?

Após a enquete e sua discussão, será interessante propor aos alunos que colecionem rótulos de alguns tipos de produtos, verifiquem as informações neles contidas, classificando-os sob diferentes critérios. Por exemplo: alimentos/não alimentos; combustíveis/não combustíveis etc.

### **Debater**

No debate proposto, os alunos também devem argumentar e posicionar-se em relação à importância que dão à marca, ao preço, à qualidade etc.

### **Ler imagens**

Ao discutir a data de validade, podem ser introduzidas as primeiras ideias sobre transformações químicas de substâncias, chamando a atenção dos alunos sobre possíveis mudanças como cor, cheiro, brilho etc.

Ainda em relação aos rótulos, é fundamental que, mesmo que os alunos ainda não dominem uma linguagem química, percebam diferenças nas composições, inclusive de um mesmo tipo de produto.

Quando for discutida a importância da leitura do modo de uso do produto, é fundamental coletar os casos que os alunos conhecem sobre consequências do uso inadequado de produtos industrializados e discutir suas causas. Esses casos podem ser classificados de acordo com suas causas.

### **Os símbolos**

Os símbolos que aparecem são um indicativo rápido dos cuidados necessários para a manipulação e/ou descarte do produto. Os alunos devem ser incentivados a fazer um levantamento desses símbolos e de seus significados.

### **Aplicar conhecimentos**

1. b; 2. b.

## **CAPÍTULO 2**

### **Sem energia, nada feito!**

---

A falta de energia elétrica num elevador é uma situação capaz de trazer para o plano da consciência a nossa dependência dos aparatos tecnológicos e da energia que os coloca em operação.

No início do capítulo, o educador pode propor uma discussão apresentando outras situações similares, em que o uso da energia corporal para a realização de uma tarefa é poupado pelo uso de um aparelho. Busque situações em que o esforço físico economizado seja mais evidente, como o uso de uma britadeira, um motor de embarcação, uma enceradeira, um bate-estacas, um trator etc. A ideia é mostrar que o que chamamos de *energia* está em absolutamente tudo. Essa aliás, é a mensagem implícita no título do capítulo: “Sem energia, nada [pode ser] feito!”. Em outras palavras, sem energia nada pode ser transformado.

O domínio das fontes de energia da natureza tem por finalidade última a realização de trabalho. A conceituação física de *trabalho* como processo de transferência de energia é apresentada mais adiante no capítulo. Contudo, no início se usa deliberadamente o conceito cotidiano e mais social da palavra trabalho: o da transformação da natureza pela ação humana, gerando as condições reais para sua existência.

### **Debater I**

A atividade procura dar os primeiros indícios de que faremos um passeio pela história da humanidade, com enfoque na demanda e oferta de energia. As questões propostas visam trazer à memória um passado recente dos educandos de EJA, seja por partilharem de algumas reminiscências de 50 anos atrás, seja por possuírem parentes com relatos dessa época. Alimentação, transporte e comunicação são as situações propostas, mas o educador pode cruzar os relatos apresentados para construir um cenário da cidade ou do país meio século atrás, o que ajudará a compreender como o uso da energia em suas diversas modalidades possibilitou nos transformarmos em uma sociedade tão complexa e dinâmica.

O texto parte dos primeiros seres humanos e de sua dependência das fontes mais elementares de energia para sobreviver

e realizar suas atividades. A partir de então, são abordados os fatos históricos relacionados à energia que trouxeram impactos no modo de vida de cada época. Além disso, é discutido de que modo a energia, em suas diversas modalidades (térmica, radiante, cinética, química etc.) sofre transformações, sendo necessária inclusive para transformar a matéria.

A ideia de que a energia é fundamental para a vida nos aspectos fisiológico, técnico e social está demarcada nos subtítulos das seções do capítulo.

### Ler tabelas

A atividade pode ser enriquecida com uma pré-discussão sobre a epidemia de obesidade pela qual nossa sociedade moderna passa. O conceito de balanço energético, como a diferença entre a energia assimilada pelos alimentos e a consumida nas atividades físicas realizadas, pode ser bem discutido por meio das dietas e das rotinas dos educandos. As tabelas apresentadas são exemplos, mas podem ser incrementadas com informações disponíveis na internet. Em caso do uso dessa ferramenta, solicite sempre aos alunos que apresentem as fontes de pesquisa, para ser possível avaliar o grau de confiança das informações levantadas.

A tabela a seguir exemplifica a atividade e pode ser completada, em grupos, pelos educandos.

Dieta diária			
Refeição	Alimentos	Qtd. porções (100g)	Energia assimilada (kcal)
CAFÉ DA MANHÃ	Queijo branco	1 porção = uma fatia	243
	Leite de vaca	2 porções = um copo	126
ALMOÇO	...	...	...
CAFÉ DA TARDE	...	...	...
JANTAR	...	...	...
ENERGIA TOTAL			...

Rotina de atividades		
Atividade	Tempo (h)	Energia consumida (kcal)
Estudar	2	360
Pedalar	1/2	225

...	...	...
...	...	...
...	...	...
		...

Em seguida, pode-se pedir a cada um que tente comparar a tabela montada pelo grupo com o seu cotidiano, procurando identificar se sua tendência atual é engordar, emagrecer ou manter o peso. É importante atentar para o fato de que o cardápio proposto na atividade não é necessariamente saudável, pois os nutrientes dos alimentos não foram explicitados, apenas seus valores calóricos. Uma boa nutrição requer o consumo de grupos de alimentos que possuem substâncias específicas para bom funcionamento dos diversos sistemas de nosso organismo.

### O ser humano e a energia

O domínio do fogo trouxe para o ser humano um domínio fantástico sobre seu ambiente. Se for possível, organize uma seção de cinema para assistir ao filme *A guerra do fogo*, que traz uma interessante perspectiva dessa transformação.

O advento da agricultura trouxe para a humanidade uma transformação em seu modo de se relacionar com a natureza, a partir da estocagem de alimentos para os momentos adversos. Trouxe também maior complexidade social ao fixar o ser humano num território para a lavoura, possibilitando o surgimento de diversas atividades especializadas e interdependentes.

Essa ideia é central no capítulo, pois o trabalho do homem primitivo ficou mais elaborado e complexo quando ele passou a construir instrumentos para ampliar sua força e empregar com mais eficiência sua energia.

### Debater II

A seção propõe um debate em que os educandos devem relacionar todas as atividades necessárias para a produção de um pão. É importante esclarecer que, desde a ação mais banal, como lavar as mãos para manipular a massa, deve ser levada em conta, pensando na água limpa disponível, no sabão para a assepsia e na toalha para enxugá-la. Destaque nessa extensa lista de que modo a energia foi usada em cada etapa da confecção do pão, pois é importante esclarecer de que maneira nossa sociedade se organizou a partir da Revolução Industrial.

### Energia para o trabalho do homem industrial

A transição da produção artesanal nas oficinas para o processo industrial é apresentado de modo sucinto, procurando

construir os cenários de cada processo de produção e o contraste entre as demandas de energia, particularmente quando a produção industrial ganha escala.

### **Pesquisar I**

A pesquisa proposta na seção pode ser feita pela internet e apresentada em forma de seminário por grupos de educandos, o que ajudará a compreender a transformação de energia de uma máquina a vapor e o trabalho por ela realizado.

### **A energia térmica empregada nas máquinas a vapor**

A exibição de uma animação pelo computador ou de uma sequência de *slides* explicando o funcionamento de uma máquina a vapor seria um recurso rico para favorecer a compreensão de como a queima do combustível produz movimento por meio de uma substância térmica, como a água.

A apresentação dos calores de combustão de várias substâncias ajuda a compreender tanto a metodologia usada para se comparar a eficiência entre combustíveis (queimando uma mesma massa de cada combustível e medindo quanto calor libera) como seus empregos em sistemas térmicos apropriados, na sua busca permanente pela maior eficiência. O conceito de eficiência, formalizado em capítulos subsequentes, não está explícito no texto, mas implícito na ideia do calor de combustão. Há que se ressaltar que, do ponto de vista da máquina térmica, outros fatores influenciam em sua eficiência além do combustível, como sua engenharia e material usado em sua confecção.

### **Aplicar conhecimentos I**

Alternativa c. O problema da atividade aborda justamente a eficiência percentual dos tipos de fogões a partir de um gráfico. A habilidade a ser trabalhada aqui é a de leitura e interpretação de gráficos e emprego de conceitos científicos em diferentes contextos. De acordo com o gráfico, nota-se acentuado crescimento da eficiência ao comparar os fogões a lenha e carvão com os fogões a querosene, a gás e elétricos.

### **Calor e temperatura**

O desenvolvimento da indústria coincide, não por acaso, com um desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A compreensão de que o calor é um tipo de energia, resulta de uma conquista científica histórica. Até meados do século XIX, acreditava-se na existência de um fluido invisível e inodoro chamado calórico, que estaria contido em toda a matéria em quantidades variadas. Segundo essa teoria, o excesso ou a perda desse fluido provocaria as mudanças de temperatura nos objetos.

Apesar de a ciência já ter descartado a teoria do calórico, no dia a dia das pessoas esse conceito permanece bem presente. Por exemplo, quando elas dizem que vestem roupas leves no verão para diminuir o calor ou ainda quando se agasalham com a intenção de conservar o calor de seus corpos podemos pensar que elas estão inconscientemente usando o conceito do calórico.

Nessas falas está implícita a ideia de que o calor é algo que pode ficar armazenado, ser removido ou inserido em nosso corpo.

Uma mesma palavra pode assumir significados diferentes em diferentes contextos. É o que acontece com a palavra calor.

Não há problemas de usá-la como sinônimo de calórico, ou mesmo de temperatura, na praia, em casa ou conversando em ambientes onde o conceito científico de calor não é relevante. Entretanto, usar o conceito cotidiano de calor para explicar os fenômenos da natureza num contexto científico leva a inconsistências e a incompreensões que devem ser evitadas.

É a interação entre energia e matéria que nos permite transformar o mundo que nos cerca. Portanto, antes de aprofundar as características do conceito científico de energia, é importante construir com os educandos um modelo de matéria. Um modelo científico é uma imagem que ajuda a imaginar algo muito difícil de ser percebido diretamente pelos sentidos.

É nesse contexto que a ideia de átomo é introduzida e servirá de base para compreender o que é temperatura, do ponto de vista da Física, e sua relação com o calor.

### **Experimental**

Para tanto é proposta uma atividade experimental simples, mas que ganha significado se bem compreendida. No início do experimento, deve-se aproveitar para fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos educandos sobre calor e temperatura. Muitas vezes, somos enganados por nossos sentidos e mente. A conclusão que se pretende chegar é que nosso tato percebe as trocas de energia na forma de calor e não a temperatura de um corpo.

### **Aplicar conhecimentos II**

Nas questões da atividade temos exemplos corriqueiros em que os conceitos trabalhados devem ser aplicados para produzir as explicações científicas de cada fenômeno. A lata de refrigerante retirada da geladeira e deixada sobre a pia aumenta sua temperatura, pois troca calor com o ambiente a sua volta, que está numa temperatura maior.

É importante ter claro que, cientificamente falando, a lata não transmite “frio” para o ambiente, uma vez que energia é calor. O balanço energético sobre a lata fará com que sua temperatura aumente com o passar do tempo, até atingir o equilíbrio térmico com o ambiente, quando suas temperaturas se igualam. A explicação da sopa e da água do arroz é a mesma, atentando para a temperatura de cada objeto que interage em cada situação.

### **Calor e trabalho**

A máquina térmica é retomada nesse tópico. São usados os conceitos trabalhados na seção anterior e agrega-se o conceito científico de trabalho. O educador pode iniciar essa discussão com uma problematização do que cada educando compreende por trabalho, citando exemplos e situações em que o tema esteja envolvido. Fisicamente falando, o trabalho é um processo de

transformação de energia que envolve necessariamente movimento. A partir disso, uma primeira definição de energia é apresentada como sendo a capacidade de mudar a temperatura de algum corpo ou de realizar trabalho.

### Formas de transmissão de calor

Os três processos de transmissão de calor são apresentados a partir da máquina a vapor, mas há diversos outros exemplos que ilustram a condução, a convecção e a irradiação e que podem servir de mote para produzir pesquisas em que os educandos apresentem exemplos diversos de cada processo.

### Aplicar conhecimentos III

1. Alternativa e. O problema apresenta um gráfico histograma mostrando a evolução no consumo de energia de habitantes de diferentes lugares e em diferentes épocas. É uma excelente oportunidade para se esclarecer o que significa a expressão *per capita*, seja no contexto do problema como em outros. Nesse problema, a taxa de crescimento é mais acentuada quando passa da segunda revolução industrial aos dias atuais.
2. Alternativa d. O segundo problema relaciona o consumo de energia com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos países. A partir de uma análise do gráfico fornecido é possível eliminar as alternativas incorretas.

### Pesquisar II

Nessa atividade, é proposto aos educandos que façam uma lista de aparelhos elétricos usados em seu dia a dia e, em seguida, que os classifiquem em três categorias. Isso servirá para compreender que os aparelhos elétricos nada mais são que dispositivos que transformam a energia elétrica em outra modalidade de energia: movimento, calor ou ondas.

### Energia para o trabalho do homem tecnológico

A energia elétrica é a protagonista da Segunda Revolução Industrial e também nessa parte do capítulo. Como ela é muito presente nos inúmeros aparelhos elétricos e eletrônicos que usamos diariamente, uma breve discussão sobre uso direto e indireto de energia ilustra esse consumo dessa modalidade de energia que realizamos quase de forma inconsciente.

### As usinas de eletricidade

Chegamos, finalmente às fontes de energia. Nessa parte do capítulo a Lei da Conservação da Energia pode ser mais facilmente exemplificada, uma vez que em uma usina não ocorre o que se poderia imaginar em princípio, ou seja, a “produção ou geração da energia elétrica”, mas sim a transformação de um tipo de energia em elétrica. Isso pode acontecer de várias formas, dependendo do tipo de usina elétrica, tendo como elemento comum a elas o sistema turbina-gerador.

Cada tipo de usina é montada dependendo do fluxo propulsor que interage com a turbina: água líquida, vapor d'água superaquecido ou vento. Os tipos de usina são então apresentados com seus princípios básicos e as transformações de energia que

promovem. São também feitas breves discussões sobre as vantagens e desvantagens ambientais que cada uma traz.

### Por fim, o rei Sol

O capítulo se encerra apresentando a única usina elétrica que não usa uma turbina: a usina termoeletrica a base de placas fotovoltaicas. O Sol é, na verdade, a fonte de energia primária da Terra e da qual dependemos para usar todas as outras usinas de eletricidade.

Espera-se, com esse capítulo, que os conhecimentos apresentados façam sentido para os educandos não somente em suas vivências do dia a dia, mas também na constituição de uma visão de mundo mais ampla, mais abrangente, em que eles possam analisar as implicações que a disponibilidade e consumo de energia envolvem.

## CAPÍTULO 3

### O olhar da Ciência no dia a dia

---

Neste capítulo, buscamos informar e conscientizar nossos alunos a respeito de um assunto muito importante – a rotulagem dos alimentos.

Todo alimento, seja natural, seja industrializado, deve ser rotulado e informar sua composição calórica (em porcentagem) e de nutrientes (em mg e porcentagem).

A maioria dos carboidratos, as proteínas e os lipídios é nutriente. Mostre aos alunos que leite, ovos e carnes não são exemplos de nutrientes, mas de alimentos que contêm nutrientes (no caso desses alimentos, por exemplo, a proteína é o nutriente principal). Designamos nutrientes quaisquer substâncias (macro e micromoléculas) que sejam necessárias à nossa sobrevivência – gás oxigênio e outras substâncias que possuem propriedades semelhantes, como água, sais minerais, vitaminas, lipídios, proteínas, carboidratos etc. Esse é um bom momento para trabalhar os conceitos de conteúdo e continente: os alimentos pertencem ao grupo dos nutrientes ou os nutrientes pertencem ao grupo dos alimentos?

As vitaminas regulam reações que ocorrem no metabolismo – em contraste com os macronutrientes (gorduras, carboidratos, proteínas), que são justamente os compostos utilizados nas reações reguladas pelas vitaminas.

Apesar de a rotulagem ser uma obrigatoriedade para a maioria dos alimentos, essa medida não faz com que essas informações sejam lidas, quanto mais utilizadas adequadamente pela maioria da população. Não basta ter somente as informações, é necessário saber utilizá-las e se apropriar do que está discriminado nos rótulos das embalagens desses produtos. Da mesma maneira, o conhecimento sobre o que acontece no organismo, quais substâncias são utilizadas para cada finalidade, quais são produzidas, quais não são absorvidas e são eliminadas é de ex-

trema importância para que os alunos possam exercer sua cidadania, com autonomia, escolhendo criteriosamente o que devem ingerir ou não, percebendo-se como agente da sua própria saúde.

Não estamos propondo um tratado sobre nutrição, alimentos e nutrientes, mas pretendemos que esses conhecimentos sejam significativos para o indivíduo e a coletividade a qual pertence, e não somente que ele seja usado para obter bons resultados nas avaliações.

As questões propostas na introdução podem ser respondidas por meio de uma pesquisa com a família, comunidade escolar ou no entorno da escola. Ela objetiva uma visão ampliada do saber intuitivo da população a respeito do quanto a nutrição interfere nos processos metabólicos da digestão e excreção. Peça aos alunos que levantem hipóteses para explicar as causas dos problemas intestinais que foram relatados e as possíveis medidas preventivas que poderiam ter sido adotadas. Saber a composição dos produtos ingeridos poderia fazer com que o problema não aparecesse? Proponha essa discussão como forma de conclusão da atividade.

Para que esse conhecimento não fique restrito à sala de aula, proponha que elaborem uma tabela com as perguntas e respostas coletadas e a publiquem no pátio.

### Ler imagem

Recomende aos alunos que listem todos os tipos de informações contidas no rótulo, para que reflitam sobre a importância de cada uma delas para a nossa saúde.

Aproveite para solicitar-lhes que tragam outros rótulos e proponha para a classe a comparação entre dois alimentos. Se alguém estiver querendo reduzir a quantidade de calorias ingeridas, qual dos produtos seria mais recomendado: um tablete e meio de queijo ou um bife pequeno? O rótulo de qualquer produto alimentício traz praticamente sempre as mesmas informações, já que é elaborado de acordo com legislação específica, que pode ser consultada no *site* da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). O peso de referência é muito importante para que o consumidor saiba que as porcentagens descritas se referem a uma determinada unidade que será consumida. Como atividade extra, peça aos alunos determinem qual dos dois produtos fornece mais energia por peso. É uma boa atividade para exercitar o raciocínio proporcional.

Outra questão: o que faz um produto ser mais calórico que o outro? Os alunos devem comparar agora cada um dos componentes de todos os rótulos para chegar à resposta. Com base nessa comparação, poderão deduzir quais substâncias fornecem maior quantidade de energia para o nosso organismo.

### Para refletir

Nessa atividade, os alunos poderão, a partir do caso das pastilhas, refletir sobre como os rótulos e as embalagens podem favorecer o consumo de alimentos ou produtos prejudiciais à saúde, especialmente no que se refere ao apelo ao consumo. Outros exemplos poderão ser levantados, como os biscoitos, chocolates e balas que seduzem as crianças, mas que apresentam grande

quantidade de açúcar e calorias, sem fornecer nutrientes relevantes ao seu desenvolvimento.

### Pesquisar

Na sociedade atual, as dietas ocupam um espaço considerável nos meios de comunicação, como revistas, internet e televisão. Além disso, muitas pessoas divulgam técnicas milagrosas que, normalmente, fazem a pessoa emagrecer e voltar a engordar rapidamente (efeito sanfona). Essa atividade de pesquisa procura entender o que está por trás dessas dietas, mostrando que muitas delas prejudicam a saúde de quem as adota. Outras, porém, procuram direcionar a uma “reeducação alimentar”, equilibrando as necessidades do corpo com a redução de calorias. Nesses casos, as chances de resultados duradouros, sem danos, são maiores.

### Aplicar conhecimentos

1. e; 2. b.

### Para ampliar

CUNHA, Paulo; FANTAZZINI, Laura; GRANDISOLI, Edson. *Nutrição e saúde*. São Paulo: Atual, 2011.

Com uma perspectiva científica, mas ao mesmo tempo cotidiana, os autores trazem informações sobre a prática da alimentação saudável e nutritiva. Tratam de todos os grupos de alimentos, da importância das tabelas nutricionais e de distúrbios alimentares, com linguagem clara e dados atualizados.

CUPPARI, Lílian. *Nutrição: nutrição clínica no adulto*. 2. ed. São Paulo: Manole/Unifesp, 2005.

O livro apresenta orientações gerais sobre as necessidades e recomendações de nutrientes e de energia que uma pessoa precisa. Traz também uma série de orientações nutricionais adequados a diversos tipos de doenças.

REVISTA Eletrônica do Departamento de Química – UFSC. Disponível em: <[www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/aditivos.html](http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/aditivos.html)>. Acesso em: 16 nov. 2009.

Trata-se de um artigo sobre vitaminas.

RODRIGUES, Luiz Erlon Araújo. *Vitaminas: verdades e mitos*. Salvador: Edufba, 2005.

Este livro traz informações sobre o consumo de vitaminas, alertando para os perigos da ingestão em excesso e ressaltando a importância de uma alimentação saudável.

## CAPÍTULO 4

### Substâncias químicas: o que são? Onde estão?

---

A expressão “substância química”, talvez por não ter sido devidamente explorado na escola, possui um sentido di-

ferente do científico para a maioria das pessoas. Atualmente, as substâncias são vistas como algo danoso, perigoso, agressivo e poluente. Assim, o principal objetivo deste capítulo é levar o estudante a entender o conceito de substância química, que é uma das bases de pensamento da Química moderna. Com base nesse conceito, é possível compreender o sentido do termo *transformação química*, um dos objetos de estudo dessa área da Ciência.

Não é intenção do capítulo introduzir tais conceitos a partir de átomos e moléculas nem utilizar a linguagem simbólica da Química, mas somente dar a ideia de que substâncias químicas e suas transformações estão relacionadas à vida no planeta e à produção e ao uso de produtos industrializados.

As atividades propostas, em seu conjunto, visam desenvolver no aluno atitudes que o levem a investigar, argumentar e propor soluções para enfrentar diferentes situações-problema.

### Ler imagens

Com a atividade de abertura e no texto, pretende-se explicar a ideia de que o uso de materiais está relacionado a suas propriedades. O estudo dessas propriedades é feito a partir de um quadro, que não tem a pretensão de ser utilizado como instrumento de memorização, mas sim como meio de apresentar a diversidade de propriedades que permitem caracterizar os materiais. Isso é necessário, pois a ideia de substância química depende da ideia de propriedade como interação do material com diferentes agentes (luz, calor, forças mecânicas).

### Ler tabela I

Espera-se que a turma apresente respostas como as listadas a seguir.

1. O material deve ter elasticidade, pois durante o uso, precisa flexionar-se. E, após o uso, deve voltar à posição inicial.
2. A temperatura de fusão do cobre é maior do que a do policloreto de vinil (PVC). Portanto, resiste bem ao aquecimento com água quente, sem se deformar. O PVC pode amolecer com água quente.
3. Espera-se que os alunos escolham materiais que apresentem baixa flexibilidade, ou seja, que não se deformem com o peso dos livros. Madeira e metais são adequados desde que espessura suficiente para garantir que permaneçam rígidos.
4. As partes metálicas são as que permitem a condução de eletricidade, pois os metais são condutores elétricos. As partes de plástico são isolantes elétricas e garantem que um dos fios fique isolado de outro, evitando curtos-circuitos. Também são indispensáveis à segurança das pessoas, evitando a ocorrência de choques elétricos.
5. O filtro de porcelana porosa é permeável à água, mas não é permeável ao material barrento que geralmente está presente na água.

### Ler tabela II

As atividades levam a comparações que permitem diferenciar materiais, classificando-os como substâncias químicas e misturas de substâncias químicas. Nesse ponto, crucial para a compreensão do conceito de substância química, é interessante estimular os alunos a dar exemplos de substâncias e misturas, discutindo-os amplamente. Quanto às questões propostas, espera-se que a turma apresente respostas como as listadas a seguir.

1. Quanto à composição, são mais parecidos a água destilada e o cobre, já que ambos têm um só componente; a água mineral e o latão, pois ambos têm mais de um componente; o cobre e o latão, pois os dois têm cobre; a água e a água mineral, pois as duas têm água.
2. Os dois materiais têm mais de um componente.
3. Água destilada e cobre são substâncias químicas; água mineral e latão são misturas de substâncias químicas.

### Experimentar

A atividade pretende introduzir as primeiras ideias sobre transformação química como transformação de substâncias. Essa atividade envolve somente materiais de fácil aquisição e pode ser realizada na escola, em casa, em grupo ou de forma individual. É indispensável que seja realizada de uma forma ou de outra.

É interessante reforçar a ideia de que as novas substâncias foram reconhecidas devido a mudanças de propriedades. Quanto às questões propostas, espera-se que a turma apresente respostas como as listadas a seguir.

1. Em todas elas. Na mistura 1, apareceram bolhas, nas misturas 2 e 4 a cor foi alterada. A mistura 3 ficou mais turva.
2. Nas misturas 2 e 4.
3. Na mistura 1.
4. Na mistura 3.
5. Podem ser citadas diferentes transformações, como o cozimento de um ovo, a fritura de um bife, o crescimento da massa do pão, a formação de ferrugem, a digestão dos alimentos e a queima do gás.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa a.

### Pesquisar

A atividade de conclusão intitulada permite avaliar em que proporção os alunos incorporaram o estudo do capítulo. Caso haja espaço disponível na escola, pode-se fazer uma exposição de painéis para a comunidade escolar.

## CAPÍTULO 5

### Ser ou não ser alimento? Eis a questão!

Neste capítulo, procuramos ressaltar a importância de trabalhar com os conhecimentos espontâneos a respeito de vários

termos relacionados à nutrição e utilizados no cotidiano, mas que podem envolver conceitos acadêmicos inadequados.

O trabalho em grupo também é um dos objetivos procedimentais que procuramos explorar, para socializar os conhecimentos individuais na construção de um conhecimento coletivo e contextualizado com seu meio social.

Propomos um trabalho com algumas formas de linguagem – filmes, figuras, gráficos, tirinhas de jornal e esquemas – com o intuito de trabalhar alguns procedimentos e competências. Procuramos desenvolver as várias inteligências que os alunos possuem, para que possam decidir mais conscientemente sobre as suas opções nutricionais e, com isso, interferir em sua qualidade de vida e saúde.

Ao longo do capítulo, há uma série de questões que são levantadas, ora como forma de iniciar as discussões, ora para sistematizar o que foi trabalhado na unidade.

Logo no início do capítulo, é necessário que os alunos sejam estimulados a perceber a diferença entre estar bem alimentado (sem fome) e estar bem nutrido (ter as necessidades nutricionais atendidas). No primeiro caso, você pode estar sem fome e com carências nutricionais sérias, uma vez que seu organismo necessita de inúmeras substâncias que só serão conseguidas se ingerir nutrientes em quantidades e tipos variados, geralmente não encontrados em um só tipo de produto. Portanto, estar bem alimentado é estar saciado em relação às proteínas, carboidratos e gorduras e estar bem nutrido é ter em seu organismo todos os nutrientes necessários à sobrevivência, como vitaminas, água, sais minerais, além de carboidratos, proteínas e gorduras.

### Pesquisar

A partir de rótulos de leite, esta atividade procura confrontar o senso comum e o conceito acadêmico a respeito da denominação de nutriente para qualquer tipo de comida que é ingerida. É, portanto, um trabalho mais detalhado, que deve ajudar os alunos a conceituar o leite (e outros produtos alimentícios) como sendo formado por um conjunto de nutrientes e não um nutriente apenas.

É interessante que o aluno traga, para esta aula, rótulos de alguns tipos de leite e os analise. Após a análise, peça que monte uma tabela semelhante à que segue.

Composição média do leite de vaca	
Água	87,0%
Sólidos totais	13,0%
Gordura	3,9%
Proteínas	3,4%
Lactose	4,8%
Sais minerais	0,8%

É importante lembrar que os componentes do leite podem variar consideravelmente entre vacas de diferentes raças e entre vacas da mesma raça, dependendo da alimentação e da época do ano, do período de lactação etc. Mas os leites embalados são homogeneizados, para garantir a composição anunciada pelo fabricante.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite UHT (*Ultra High Temperature* – ultrapasteurizado em temperatura muito alta) o leite recebe diferentes denominações conforme o seu teor de gordura:

Tipo de leite	Teor de gordura
Integral	Mínimo de 3%
Semidesnatado	De 2,9 a 0,6%*
Desnatado	Máximo de 0,5%

\* dependendo do fabricante

Na hora da compra, o consumidor pode optar pela quantidade de gordura do leite, de acordo com sua necessidade. Dessa forma, pode ter um controle maior sobre a quantidade total de gordura que ingere diariamente.

As etapas do processamento do leite estão descritas a seguir e, dependendo do teor de gordura e de como esse processo é realizado, o leite é classificado em A, B, C, Especial. O tipo de embalagem adotada o classifica, também, em tipo longa vida ou não.

1. Ordenha – manual ou mecânica
2. Resfriamento
3. Transporte
4. Pasteurização: simples ou ultrapasteurização
5. Esterilização
6. Embalamento
7. Resfriamento
8. Distribuição aos pontos de venda

Leite tipo A: ordenha mecânica, resfriado, pasteurizado/esterilizado e embalado no local de origem e teor de gordura entre 3,3% e 3,5%. É o leite mais caro em função dos gastos com o processamento.

Leite tipo B: ordenha mecânica ou manual, resfriamento no local de origem, transporte para a usina beneficiadora em caminhões adiabáticos (permitem pequena troca de calor entre o produto e o ambiente), pasteurizado/esterilizado e embalado na usina e teor de gordura entre 3,3% e 3,5%.

Leite tipo C ou Especial: ordenha mecânica ou manual, resfriamento no local de origem, transporte para a usina beneficiadora em caminhões adiabáticos, pasteurizado/esterilizado e embalado na usina e com teor de gordura de 3,2%. É o leite mais barato em consequência do processo. Muitas vezes, esse tipo de leite é reconstituído e a gordura é adicionada, de forma a não infringir a legislação.

Portanto, o leite não é um nutriente, mas é um líquido pro-

duzido nas glândulas mamárias de mamíferos e formado por uma série de nutrientes, assim como o ovo e as carnes.

### Ler esquema I

A figura está representando uma cadeia alimentar cujo ponto inicial são as gramíneas, que foram comidas pela capivara, que, por sua vez, serviu de comida para a onça-pintada. Essa atividade procura resgatar conceitos trabalhados no ensino fundamental – cadeia e teia alimentar – para chegar à conclusão de que os vegetais e as algas marinhas são a base de qualquer cadeia alimentar, uma vez que são os únicos seres vivos que podem incorporar energia do ambiente pela fotossíntese.

### A bioquímica na cozinha

As questões propostas têm duas finalidades. A primeira é mostrar que reações químicas não acontecem somente em laboratórios ou dentro do nosso organismo. Vivemos rodeados por reações químicas, mas não nos damos conta de que elas estão ocorrendo. Se para ocorrer uma reação química basta acontecer alguma alteração nas propriedades específicas de seus reagentes, o preparo de um bolo, a fritura de um bife, o cozimento de um ovo são ótimos exemplos para que os estudantes percebam que a cozinha é um local de numerosas reações químicas. A segunda é discutir o significado dos coeficientes (números) na frente das moléculas. Cada número representa o número de moléculas necessárias para ocorrer determinada reação química. Na equação da fotossíntese, há necessidade de seis moléculas de gás carbônico e seis moléculas de água para formar uma molécula de glicose e seis moléculas de gás oxigênio. Esses coeficientes têm a mesma função que o número de xícaras ou outra medida qualquer utilizada em uma receita para indicar as quantidades adequadas dos ingredientes.

### Ler esquema II

Essa atividade foi pensada como uma proposta de trabalho com o registro dos alunos. É muito comum o jovem e o adulto possuírem uma linguagem oral muito mais bem articulada que a linguagem escrita. A leitura, descrição e interpretação de figuras, gráficos e tabelas são competências que precisamos explorar nas aulas, para que os alunos possam ter mais possibilidades de ler e de entender o mundo que os rodeia.

Eles devem descrever a célula vegetal absorvendo gás carbônico e água; e os cloroplastos absorvendo energia luminosa e produzindo glicose e gás oxigênio. Nessa descrição, você pode trabalhar a função do cloroplasto, organela responsável pela transformação da energia luminosa em energia química, que será incorporada na molécula de glicose produzida nesse processo. A glicose e o gás oxigênio produzidos na fotossíntese serão utilizados na respiração celular, nas células dos seres vivos, com produção de gás carbônico e água, e liberação da energia armazenada na glicose, na forma de ATP. No esque-

ma, estão representados somente as células animais e vegetais, mas todos os seres vivos aeróbicos realizam esse processo. Nele ocorre a participação de organelas localizadas no citoplasma, as mitocôndrias.

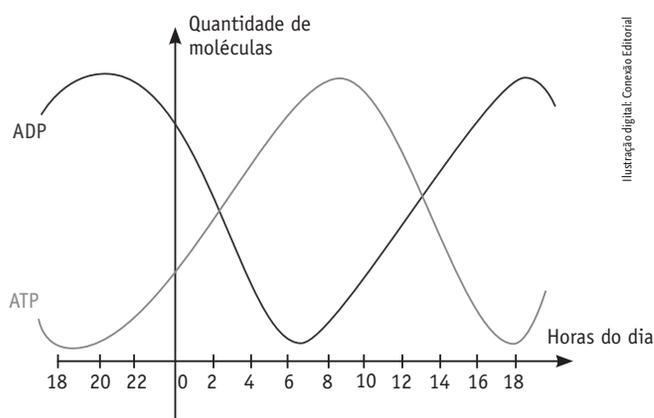
### ATP – a molécula “carga rápida”

Essas questões iniciais preparam os alunos para a compreensão de que a respiração celular é um processo relativamente lento e que não é dela que conseguimos a energia necessária para atividades rápidas, como a de mover os braços para evitarmos receber uma bolada na cara. É também um exercício da habilidade de comparar conteúdos do cotidiano com os acadêmicos e procurar relacionar situações do dia a dia em que se possa utilizar e ampliar esses conhecimentos.

### Ler esquema III

Nesse esquema, os alunos devem perceber que as moléculas de ADP e ATP são as mesmas moléculas, ora acrescidas, ora subtraídas de uma molécula de  $PO_4$  (fosfato). É interessante relacionar as quantidades de ADP e ATP com os períodos de atividades e períodos de descanso. Ao descansar, o corpo está se abastecendo de ATPs (ADPs se transformando em ATPs – entra energia) e, ao entrar em atividade, o corpo está perdendo ATPs (ATPs se transformando em ADPs – sai energia).

Os alunos devem construir um gráfico que represente a variação das quantidades de ATP e ADP durante um dia. Lembrem-se de que normalmente, ou em média, um trabalhador termina suas atividades por volta das 17 horas e os reinicia por volta das 8 horas. Durante esse intervalo, com menor atividade, o organismo produz mais energia do que consome, enquanto no período entre 8 horas e 17 horas, por causa da maior atividade, o consumo é maior do que a produção. Sendo assim, o gráfico esperado, em 24 horas, seria esse:



Fonte: Elaborado pelos autores, 2012.

### Experimentar

Nessa experiência, a queima do grão de amendoim deve provocar um aquecimento da água maior do que o realizado pela combustão do pão, já que essa semente, assim como outras, pos-

sui lipídios em sua composição. É só lembrarmos que existem outros tipos de óleos no comércio – óleo de soja (o mais barato e mais consumido), de milho, de arroz, de girassol, de canola, por exemplo, todos extraídos das sementes desses vegetais. É importante que o professor acompanhe cada um dos grupos formados, de maneira a garantir que os procedimentos sejam o mais semelhante possível.

Pode ser uma atividade interessante pedir aos próprios alunos que elaborem um roteiro para essa experiência. É um bom momento para explicitar ou explicar a necessidade de utilizar um método científico na realização de um experimento, que pode acontecer em laboratório ou não.

### Debater

Ao discutir essa questão, proponha que as pessoas que tenham alguma experiência em culinária falem um pouco de como aprenderam a cozinhar. A história de cada um é cheia de passagens importantes. Proponha que algumas pessoas preparem um bolo e um pão – veja se é possível usar o forno da cantina da escola ou um pequeno forno elétrico – como forma de exemplificar o que estudaram e comprovar que a cozinha é um ótimo laboratório para verificar a existência de reações químicas no cotidiano das pessoas.

Ao preparar uma massa em que se utiliza fermento biológico, há necessidade de deixá-la em repouso por um determinado período de tempo, pois a liberação de gás demorará certo tempo para acontecer, uma vez que os fungos irão inicialmente absorver o açúcar, para depois transformá-lo em energia e gás carbônico. Se colocarmos uma bolinha dessa massa dentro de um copo com água, no início ela irá para o fundo do copo, mas depois a bolinha subirá para a superfície da água. Isso acontece porque a liberação de gás carbônico causa uma diminuição na densidade da massa, fazendo com que ela flutue. No caso do bolo, como os ingredientes são outros e de menor consistência que a mistura de farinha e água, o gás carbônico liberado pela fermentação biológica escaparia e o bolo ficaria pouco macio. Repare que, ao se preparar um bolo e usar fermento químico, que é formado por uma mistura de substâncias químicas que reagem na presença de água, liberando gás carbônico, não há necessidade de deixar a massa “descansar”, pois a liberação de gás ocorre de forma rápida e mais intensa que a fermentação biológica. Como essa reação química é muito rápida, aconselha-se a colocar a massa no forno o mais rápido possível, para evitar que a massa, ainda líquida ou pastosa, permita a saída das bolhas de gás carbônico.

### Aplicar conhecimentos

1. b; 2. b.

### Sugestões de atividades complementares

#### Pesquisa nutrição saudável

Divida a classe em grupos, procurando reunir os alunos de acordo com suas atividades profissionais, uma vez que cada tipo de atividade pode gerar uma necessidade de teores calóricos di-

ferenciados. Leve em conta a seguinte tabela de consumo energético por hora, para um homem médio, com 70 kg de peso, com um consumo basal (energia necessária para viver sem nenhuma atividade física) de 1 800 kcal.

Consumo energético em kcal/hora	
Dormindo: 65	Andar devagar (4 km/h): 200
Acordado e deitado na cama: 77	Exercício ativo: 290
Sentado, descansando: 100	Exercício pesado: 450
Em pé, relaxado: 105	Nadando: 500
Vestindo-se ou despindo-se: 118	Correndo (8 km/h): 570
Costurando: 135	Exercício muito pesado: 600
Digitando no computador rapidamente: 140	Andando rapidamente (8 km/h): 650
Exercício leve: 170	Subindo escadas: 1 100

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Guia alimentar para a população brasileira* – promovendo a alimentação saudável. Disponível em: <[http://nutricao.saude.gov.br/guia\\_conheca.php](http://nutricao.saude.gov.br/guia_conheca.php)>. Acesso em: 6 fev. 2013. (Texto adaptado.).

Nesse guia, você encontrará uma tabela com os principais grupos de produtos alimentícios e respectivos teores energéticos, para que os alunos possam montar uma dieta equilibrada e de acordo com suas atividades físicas.

## CAPÍTULO 6

### Quantidades e proporções de substâncias químicas: do remédio ao veneno

Neste capítulo, procura-se fazer uma abordagem quantitativa das substâncias químicas, suas misturas e transformações com a finalidade de levar o estudante a compreender o significado da linguagem química, que é simbólica e tem sustentação em dados experimentais quantitativos, cuja análise envolve raciocínio proporcional. Seria muito interessante promover um trabalho conjunto com o professor de Matemática para a realização de atividades que envolvam proporções e porcentagens, pois, para a compreensão da Química, tais conceitos são indispensáveis.

Procurou-se evitar, nesse capítulo, o uso do termo *molécula*, pois ela não se aplica a algumas das substâncias que foram

citadas no texto, como o NaCl (o que em nada contribuiria para o desenvolvimento das ideias). Por isso, o conceito de molécula será trabalhado posteriormente, cujo enfoque será a relação entre estrutura química e propriedades dos materiais e como o conhecimento dessa estrutura permitiu o desenvolvimento de novos produtos e processos.

### Ler imagens I

O trabalho aqui proposto adota uma sequência lógica que tem como ponto de partida o estudo de composições de misturas que fazem parte do dia a dia dos alunos, familiarizando-os com as formas mais rotineiras de expressar concentrações de soluções.

### Ler tabela I

Retomam-se então as ideias sobre transformações químicas, agora com a intenção de mostrar regularidades proporcionais entre massas de reagentes e produtos, chegando-se às leis de Lavoisier e de Proust. Esse estudo é fundamental para que se possa compreender o significado das fórmulas das substâncias, que tem como base dados quantitativos de transformações químicas.

### Ler imagens II

Nesse ponto, o estudante já tem condições de fazer uma diferenciação entre substâncias químicas simples e compostas, chegando-se a um conceito de elemento químico como constituinte das substâncias e seus símbolos. Prosseguindo, a partir de dados quantitativos de transformações químicas envolvendo decomposição de substâncias compostas, chega-se à compreensão das fórmulas centesimais.

### Proporções entre quantidades de átomos nas substâncias químicas – fórmulas experimentais (ou empíricas ou mínimas)

A partir do conceito de elemento químico, recorre-se à ideia de átomo como constituinte da matéria, chegando-se às proporções de elementos químicos em termos de número de átomos, o que permite introduzir a noção de fórmula experimental, também conhecida como empírica ou mínima.

### Organização dos elementos – a tabela periódica

A tabela periódica é introduzida neste capítulo apenas com a intenção de mostrar que há uma forma de organizar os elementos químicos que serve como importante ferramenta de consulta. As diversas utilidades dessa tabela serão introduzidas durante o curso.

### Juntando as duas fórmulas: a escala de massas atômicas

Realizando uma análise conjunta das fórmulas centesimal e mínima, é possível chegar às proporções entre massas de átomos. Com isso, os estudantes podem compreender os princípios que constituem a escala de *massas atômicas* dos elementos, cujos valores constam da tabela periódica.

### Aplicar conhecimentos

1. c; 2. a.

## CAPÍTULO 7

### Consumo de energia: medidas e contas

Esse capítulo procura relacionar o tema da energia e as questões de seu uso no cotidiano. Procurou-se destacar a importância da energia a partir do desenvolvimento social e da economia doméstica.

Para tanto, iniciamos o texto trazendo à memória o episódio do “apagão” elétrico, que por certo foi intensamente vivido pelos jovens e adultos. Todos fomos convocados a economizar energia elétrica por meio de metas de consumo, reduzindo-o em 20%. Isso provocou um frenesi na sociedade como um todo, pois todos foram envolvidos de forma indistinta, o que deflagrou debates nos mais diversos meios sociais, como indústrias, comércio, escolas e nas próprias famílias, promovendo mudanças de hábitos, reflexões sobre o modo de consumo da energia elétrica, assim como uma melhor compreensão de como ela é produzida e distribuída. Tratou-se, portanto, de um momento educacional acerca da importância da energia para a vida.

### Ler gráfico

O professor pode resgatar o momento do apagão com a atividade e aproveitando depoimentos pessoais dos próprios alunos. Pode promover um fórum que inicialmente apresente os fatos ocorridos e, num segundo momento, busque opiniões sobre as causas e as implicações dessa crise, que marcou a todos. Se houver disponibilidade, jornais e revistas da época podem ser trazidos à aula para ajudar a incrementar com informações esses relatos de vida, realçando aspectos mais amplos do momento em questão, que por vezes passam à baila por falta de orientação de nossos olhares. O educador pode propor pontes entre os relatos pessoais e os eventos impressos nessas mídias. Uma pesquisa na internet pode ser solicitada como recurso alternativo aos jornais e revistas da época. A seguir, apresentamos as respostas esperadas às questões propostas:

1. As respostas devem relacionar a baixa oferta de energia com a queda na atividade industrial, pois, produzindo menos as atividades comercial e residencial são impactadas. Isso ocorre pela baixa oferta de produtos somada à baixa oferta de energia para ampliar negócios ou adquirir produtos para consumo.
2. Caso não tivesse havido a diminuição do consumo de energia elétrica que houve na época do apagão, o gráfico continuaria subindo, sem o degrau que representa o apagão. Como a tendência seria de crescimento do consumo de energia elétrica, o setor residencial seguiria essa tendência também.
3. A tendência seria de crescimento do consumo de energia em ambos os setores, significando maior possibilidade de

ampliação das atividades industrial e comercial, produzindo e comercializando maior quantidade de produtos.

4. Foi educativa pelo fato de que o tema passou a fazer parte do cotidiano das pessoas, que começaram a atentar para diferentes formas de economizar energia, detectando desperdícios e percebendo sua extrema importância para o desenvolvimento do país.

### Proposta de avaliação

Além das clássicas aferições periódicas (provas), o educador pode variar os instrumentos avaliativos, permitindo que seus educandos tenham oportunidades variadas para se expressar e expor suas dúvidas e conquistas. Uma das formas mais simples é propor apresentações de seminários relacionados ao tema do capítulo.

Por exemplo, ao solicitar aos alunos que façam pesquisas sobre o apagão, organize grupos e estipule um tempo de 10 a 15 minutos para a apresentação de seminários. Sugira, se possível, que os estudantes usem os recursos disponíveis: data show, retroprojeto, internet, cartolina etc. Seria produtivo promover um debate após cada seminário apresentado, possibilitando o esclarecimento de dúvidas. Muitas das questões poderão ser usadas durante o curso, caso o educador tenha o cuidado de anotá-las e de verificar se a abordagem do capítulo de uma determinada aula dará conta de alguma delas.

### Aplicar conhecimentos I

Alternativa b.

### Gastos e custos de energia em casa

O foco do texto está no consumo doméstico da energia e no seu uso em larga escala. Para contextualizá-lo, essa parte do texto se fixa na compreensão das transformações de energia que ocorrem numa hidrelétrica, com o intuito de dar condições ao aluno de estender o raciocínio para uma termoeletrica ou outra usina qualquer, guardando as especificidades, mas evidenciando o essencial: uma fonte de energia mantendo uma turbina girando.

### Pesquisar I

Na seção o estudante é convidado a examinar um medidor de energia elétrica acompanhando a leitura do texto. Essa atividade pode ser organizada na própria escola com grupos de alunos supervisionados ou pode ser pedida como atividade para casa. A apuração da energia elétrica consumida por meio da leitura do relógio de luz é um tipo de conhecimento que extrapola a instrução formal e invade o campo mais direto da cidadania, como a própria compreensão de como a energia elétrica é faturada.

### Olhando com mais atenção para a conta de energia elétrica

Chega-se, assim, ao foco do capítulo: a conta de consumo de energia elétrica. Propor um olhar mais atento a essa fatura é papel primordial do educador, chamando a atenção para as interpretações das diversas informações ali dispostas. É recomendável que cada aluno leve a sua conta de luz para a sala de aula,

mesmo que mais antiga, a fim de terem ainda mais próximos deles as informações traduzidas e partilhadas.

O aspecto do planejamento de ações será resgatado na atividade de síntese ao final deste capítulo.

A tarifação fixa ou escalonada (por faixas de consumo) é outro desafio de compreensão que o educador pode se deparar a partir de atividades extras propostas das mais variadas situações de consumo: gás, água, luz, plano de saúde etc. Uma sugestão está na atividade do **Aplicar conhecimentos** que encerra esse tópico.

Há ainda situações que funcionam de forma inversa a esse escalonamento crescente, como no caso da tabela de tempo de estacionamento, muito comum hoje em dia: 1ª hora = R\$ 5,00; 2ª hora = R\$ 2,00; a partir da 3ª hora = R\$ 1,00. Pode-se propor um exercício de previsão de gastos com estacionamento por mês, conforme o tempo de estacionamento.

### Aplicar conhecimentos II

1. b; 2. c.

### Para refletir I

Esta atividade visa levantar os conhecimentos prévios dos educandos, que muito provavelmente já se fizeram essas perguntas ou possuem algumas respostas bastante significativas do ponto de vista prático, mas possivelmente carentes de explicações mais consistentes. Os aparelhos resistivos, os que aquecem com a eletricidade, são os vilões do consumo de energia elétrica, mas existe uma forte preocupação social em disponibilizar equipamentos eletrodomésticos certificados como eficientes energeticamente. O selo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é um desses certificados, além do selo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

### A energia elétrica consumida pelos aparelhos

O passo a seguir é a compreensão de como a energia elétrica é consumida nos eletrodomésticos, com destaque especial à potência e ao tempo de utilização desses aparelhos.

### Pesquisar II

A atividade de previsão de consumo de diversos aparelhos elétricos residenciais é o cerne desta discussão. A apreensão desses parâmetros instrumentaliza o educando ao exercício concreto de sua cidadania, ensinando-o como proceder diante de uma necessidade de contenção de consumo voluntária ou imposta, como na época do apagão. É isso que lhe dará condições de realizar planejamentos efetivos de consumo, permitindo-lhe que estenda seu conhecimento para questões mais sofisticadas sobre a fuga de energia (final do texto) e outros aspectos.

### Para refletir II

Espera-se que os alunos percebam ou saibam que aparelhos de maior potência consomem mais energia elétrica.

### Contas em grande escala: potência instalada e potência consumida

Uma vez discutido o conceito de potência no tópico anterior, a finalização do capítulo se dá com a apresentação da necessidade de correspondência entre a potência elétrica instalada na rede de distribuição e a potência elétrica consumida. Foi essa disparidade que ocasionou o evento do apagão. A analogia feita entre a *pizza* partida e a potência instalada ajuda a compreender como funciona a distribuição da energia em termos de potência consumida (partes da *pizza*). Entretanto, devem ser observados os limites dessa analogia expressos no texto, pois a *pizza*, uma vez consumida, nos nutre, assim como a energia consumida por um aparelho ligado. Mas, ao desligar um aparelho, outro aparelho de mesma potência pode ser ligado e, em termos de potência instalada, tudo se passa como se não tivesse havido nenhuma modificação. Já não ocorre isso com o pedaço de *pizza* consumido, que não retorna mais, pelo menos não para um novo consumo! É aqui que o educador precisa ficar atento na diferença entre os conceitos de energia elétrica proveniente da fonte e potência elétrica característica do aparelho que consome energia.

### Para criar

Espera-se, com o capítulo, que tais conhecimentos façam um sentido mais concreto para os educandos, não somente em suas vivências práticas do dia a dia, mas também na constituição de uma visão mais abrangente das implicações que a disponibilidade e consumo de energia envolvem. A compreensão dos temas desenvolvidos poderá ser sistematizada no plano de economia desenvolvido nessa seção.

## CAPÍTULO 8

### Consumo energético: obesidade e anorexia

Nesse capítulo, procuramos desenvolver no aluno a competência da leitura de imagens e da linguagem figurada, além de explorar conhecimentos a respeito dos problemas relacionados a uma alimentação inadequada ou transtornos psicológicos que envolvem a ingestão de alimentos. É importante que o professor ressalte a importância de o aluno conhecer-se. É necessário mostrar a ele que essas questões são características pessoais, individuais e que, como variam de pessoa para pessoa, existe a possibilidade de uma determinada dieta alimentar servir somente para uns e não para outros. A generalização, nesse caso, não é uma prática saudável.

Mostre aos alunos que alguns transtornos alimentares não são percebidos facilmente. Quase sempre a pessoa com transtornos não reconhece que está “doente” e tem sempre alguma justificativa para a mudança corporal ou de hábitos alimentares. Nesses casos, há necessidade de um olhar atento para perceber sinais ou mudanças nos hábitos alimentares, que podem ser causados por uma visão distorcida do próprio corpo, revelando um componente de baixa autoestima em seu comportamento. Não estamos querendo que o professor ou os alunos assumam o papel de psicólogos, mas

que tenham atenção e conhecimento para, pelo menos, se houver alguma suspeita, ter dados para conversar com algum profissional que possa ajudar aqueles que estejam apresentando esse problema. Ressaltamos a necessidade de ser sensíveis, ou melhor, desenvolver sensibilidade em relação a nós mesmos e aos outros com a finalidade de aperfeiçoar nossa convivência e nossa saúde.

O conhecimento a respeito dos gastos e necessidades energéticas dá aos alunos a possibilidade de procurar, de forma saudável, a melhor maneira de manter o corpo o mais equilibrado possível. Estimular os alunos a uma alimentação saudável e a adotar atividades físicas saudáveis – o que nem sempre é fácil – é fazer uma “poupança” para mais tarde, quando o organismo não reagir mais da mesma forma que na juventude. Tendência a engordar, sedentarismo, “sequestro” de alguns minerais (cálcio na menopausa, por exemplo) são efeitos comuns da idade, que se tornarão menores se tivermos desenvolvido, quando jovens, hábitos alimentares e atividades físicas saudáveis, que nos garantem uma melhor qualidade de vida para o futuro. Pode ser que o nosso aluno do EJA sinta que esse tempo já passou e não é possível fazer isso na idade atual. Mesmo assim, é importante procurar, dentro das suas reais possibilidades, hábitos mais saudáveis e orientar os mais jovens sobre essas questões.

Ao longo do capítulo, há uma série de questões que são levantadas, ora como forma de iniciar as discussões, ora para sistematizar o que foi trabalhado na unidade.

### Sugestão de atividades complementares Manual da saúde alimentar

Estimule e ajude os alunos a criar um *Manual da saúde alimentar*. Eles precisarão fazer uma síntese, esquema ou mapa conceitual dessa primeira parte do capítulo, reunindo informações relevantes para o desenvolvimento do trabalho. Esse tipo de trabalho é muito importante para ficar restrito aos trabalhos em classe. Ele é uma forma de conhecer, aproveitar e explorar os recursos regionais – frutas, verduras, legumes etc. – em substituição àqueles de difícil acesso e, portanto, mais caros. Peça ajuda ao professor de Educação Física para estabelecer parâmetros de atividades físicas, de acordo com a idade, e que sejam passíveis de serem realizadas pelos integrantes da comunidade. Consulte o *Guia alimentar para a população brasileira* (Disponível em: <[http://nutricao.saude.gov.br/guia\\_conheca.php](http://nutricao.saude.gov.br/guia_conheca.php)>. Acesso em: 6 fev. 2013), uma boa referência para determinar os parâmetros de uma alimentação saudável.

Sobre a pergunta inicial do capítulo – “bem nutrido é o mesmo que bem alimentado?” – a diferença básica está nos conceitos que temos a respeito de nossa alimentação.

Estar bem alimentado, segundo a visão popular é ingerir alimentos, não importando os tipos e as quantidades, a ponto de saciar a fome, sem levar em conta gastos e necessidades calóricas. A pessoa fica “satisfeita”, com a sensação de “plenitude” justificada pela percepção do estômago cheio.

Estar bem nutrido, de acordo com a nossa concepção, é ingerir alimentos de forma balanceada em relação a carboidratos,

proteínas, gorduras, vitaminas e sais minerais, em quantidades compatíveis com suas necessidades calóricas, em virtude das atividades desenvolvidas. A pessoa bem nutrida está satisfeita, mas sem a sensação de estômago cheio, um fastio que mostra que comeu demais.

É muito importante trabalhar esses conceitos com os alunos, de forma a garantir uma mudança em determinados hábitos alimentares nada saudáveis. Por exemplo: um aluno sai do trabalho e vai para a escola. A padaria próxima à escola ou a própria cantina da escola servem salgadinhos – pastéis, coxinhas, esfirras, empadas –, alimentos muito calóricos e pouco nutritivos em vitaminas e sais minerais, além de refrigerantes, também com alto teor de carboidratos. Não seria melhor para o aluno, em vez de comer essas coisas, tomar um suco de frutas, ou leite batido com frutas, acompanhando um sanduíche com carne e salada? Ou, ainda, desenvolver um trabalho com a padaria ou a cantina, sugerindo que passem a servir também frutas e sucos, em vez de apenas salgadinhos e refrigerantes? Seria possível fazer o *Manual da saúde alimentar* elaborado pelos alunos chegar até eles? Pense nisso, vale a pena!

### Ler imagem

A figura é muito boa para discutir e levantar hipóteses a respeito dos transtornos alimentares. A fita métrica e a ervilha simbolizam uma grande contradição entre a necessidade de se alimentar e a necessidade de obedecer aos parâmetros de beleza física impostos pela sociedade. Após a discussão e o levantamento das hipóteses, peça que registrem os diversos pontos de vista, na forma de uma pequena redação.

Alimentar-se cada vez mais rápido é uma exigência da sociedade urbana pós-moderna, na qual perder tempo com a alimentação é perder dinheiro. Esquece-se dos hábitos familiares mais tradicionais, nos quais o convívio é tão importante quanto a própria alimentação. Levante uma discussão para que os alunos percebam como esses maus hábitos alimentares podem causar uma outra doença: a obesidade.

### Distúrbios alimentares

O texto deve ser trabalhado com os alunos de forma a exercitarem a competência de leitura e compreensão de textos informativos e a possível aplicação das informações em outras situações do cotidiano. Para que esse trabalho aconteça de forma consistente, recomendamos a leitura do material publicado na internet, no *site* da Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de São Paulo (Disponível em: <<http://portalsme.prefeitura.sp.gov.br/Documentos/Biblioped/EnsFundMedio/CicloII/LerEscrever>>. Acesso em: 12 abr. 2013.), chamado “Referencial de expectativas para o desenvolvimento da competência leitora e escritora no Ciclo II do Ensino Fundamental”.

### A digestão humana

Conhecer a fisiologia (funcionamento) do sistema digestório, assim como a dos órgãos que o compõe, é importante para que os alunos saibam o que e onde acontece cada etapa da di-

gestão e, com isso, ter condições de identificar algum problema relacionado à digestão.

Pode ser interessante para os alunos a descrição da digestão de uma refeição tipicamente brasileira: arroz (amido), feijão (proteínas e amido), bife (proteínas e lipídios) e salada (vitaminas e sais minerais).

Ao mastigar a comida, todos os nutrientes complexos da refeição são reduzidos (digestão física), mas nem todos sofrerão ação da saliva, que promove a digestão química. Na boca, apenas o amido sofre hidrólise, devido à ação da ptialina, originando algumas moléculas de maltose. Entretanto, muitas moléculas de amido ainda ficam intactas por causa do pouco tempo em que a comida fica nas nossas bocas. O mesmo acontece com outros nutrientes, complexos e simples (vitaminas, sais minerais e água), ao passar pelo esôfago e outros órgãos do sistema digestório, dando origem a glicoses, aminoácidos, ácidos graxos, gliceróis, vitaminas, água e sais minerais, todos presentes em maior quantidade no intestino delgado.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa d. A pepsina é uma enzima proteolítica presente no suco gástrico, que é ativada pelo ácido clorídrico. Ela também está presente nesse suco, o que leva o pH desse meio a ser ácido. A tripsina é outra enzima proteolítica, presente no suco pancreático – produzido no pâncreas e lançado no duodeno, que é parte inicial do intestino delgado –, o qual apresenta também um alto teor de bicarbonato de sódio, conferindo a este suco um pH básico.

## CAPÍTULO 9

### Os materiais de ontem e de hoje

---

A ideia central deste capítulo é levar os estudantes a perceberem as grandes mudanças que ocorreram nos hábitos de consumo e no modo de vida em geral das pessoas no decorrer do século XX. Essas mudanças estão relacionadas ao desenvolvimento de novos materiais, que só foi possível por meio das investigações que permitiram adquirir conhecimentos mais precisos sobre a estrutura da matéria. Essas mudanças evoluíram em conjunto com os modos de representar o conhecimento químico por meio de símbolos e fórmulas.

Assim, justifica-se o estudo da estrutura dos átomos e de suas ligações. Esse estudo, ainda que desenvolvido de forma superficial, é suficiente para que os estudantes possam fazer leituras corretas de fórmulas estruturais, aprofundando os conceitos desenvolvidos no capítulo intitulado “Quantidades e proporções de substâncias químicas: do remédio ao veneno” e fornecendo subsídios para a compreensão dos temas tratados nesse e nos próximos capítulos.

### Ler imagens

A atividade inicial propõe, após a análise de propagandas antigas, uma comparação entre materiais utilizados no final do

século XIX e nas décadas iniciais do século XX com os que são utilizados atualmente, para verificar permanências e mudanças. Essa atividade levanta a necessidade do estudo da estrutura dos materiais para a melhor compreensão dessas permanências e mudanças. Quanto às questões propostas, espera-se que a turma apresente respostas como as listadas a seguir.

1. Espera-se que os alunos avaliem as dificuldades e a inconveniência de utilizar esse tipo de material nos dias atuais. Além de implicar em grande derrubada de árvores, a madeira precisaria ser tratada para não se deteriorar em curto intervalo de tempo. Isso sem contar que o custo seria muito alto quando comparado aos materiais atualmente empregados.
2. Mudaram os encanamentos, que não são mais de ferro ou de chumbo, barro ou borracha; mudaram as banheiras, que não são mais de ferro esmaltado. Os lavatórios e mictórios ainda são de louça (porcelana).
3. Resposta pessoal. Mas espera-se que os alunos considerem que uma das razões está ligada à tecnologia dos motores daquela época, que era voltada para o uso com gasolina. Outra razão foi decorrente das crises do petróleo na década de 1970, que levou os preços da gasolina, até então muito baixos, a sofrer um grande aumento – o preço do petróleo aumentou cerca de 10 vezes. Com isso, os países importadores de petróleo, inclusive o Brasil – que na época importava a maior parte do petróleo que consumia – precisaram reduzir o consumo de derivados de petróleo e buscar fontes alternativas de energia. No Brasil, o governo federal implantou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que levou ao desenvolvimento de motores que funcionassem com álcool, obtido da cana de açúcar.

### **A estrutura dos átomos, Pesquisar e União de átomos: formação de moléculas**

O estudo do item fornece informações sobre a constituição dos átomos e a atual definição de elemento químico pelo número atômico, tendo como apoio a tabela periódica. O estudo de aspectos históricos sobre o desenvolvimento das ideias sobre átomos é proposto na pesquisa. É importante ressaltar que, neste ponto, considerando as finalidades do estudo, torna-se *totalmente desnecessário o estudo da distribuição eletrônica em órbitas. Isso porque, além de ser um modelo ultrapassado e substituído desde aproximadamente 1925, leva o aluno a uma simples memorização, sem qualquer compreensão.*

Em **União de átomos: a formação de moléculas**, o tema é tratado de forma abrangente, como resultado de interações elétricas entre átomos.

### **A importância do arranjo dos átomos na molécula, Tipos de ligações entre átomos, Representações simbólicas das ligações químicas: fórmulas estruturais e Como o esclarecimento das fórmulas estruturais permitiu obter novas substâncias?**

É fundamental a realização da atividade, na qual os estudantes constroem **modelos de moléculas** e visualizam a **impor-**

**tânciado arranjo dos átomos** na molécula, tendo em vista que a simples mudança de posição dos átomos acarreta mudanças de propriedades.

Procurou-se diferenciar os **tipos de ligações entre átomos** por meio de imagens que mostram diferentes intensidades de atrações elétricas entre átomos e não simplesmente por definições. Com isso, torna-se possível compreender a linguagem simbólica empregada nas **fórmulas estruturais**, que representam a estrutura das moléculas, incluindo o número, o tipo, a disposição dos átomos nas mesmas. Neste ponto, é interessante retomar as fórmulas centesimal, empírica e bruta, e compará-las com a estrutural, para que os alunos percebam quais informações podem ser obtidas de cada tipo de fórmula.

Para tanto, foram abordados dois exemplos: a obtenção de **sabões e detergentes** e de **macromoléculas (polímeros)**. Nesses exemplos fica clara a importância do conhecimento da estrutura. Se achar conveniente, amplie o número de exemplos, como a obtenção de antibióticos sintéticos a partir do desenvolvimento da estrutura das penicilinas naturais, cuja ação antibacteriana foi descoberta por Alexander Fleming em 1928.

### **Aplicar conhecimentos**

Alternativa d. Há poucas questões que se referem exclusivamente e de forma ampla à estrutura atômica e à ligação química nos exames vestibulares, Enem e Encceja. A maioria requer conhecimentos muito específicos, que não são de interesse deste capítulo.

## **CAPÍTULO 10** **Quem não se comunica...**

---

Em um mundo midiático, carregado de informações por todos os lados, provenientes dos mais diversos meios de comunicação, não conhecer minimamente os princípios gerais que possibilitaram esse desenvolvimento tecnológico, em particular nas telecomunicações, é o mesmo que ficar à margem das novidades cotidianamente lançadas pelas propagandas, quando não refém do desejo persecutório de bens de necessidade questionável. O senso crítico que potencializa uma atuação cidadã consciente e reflexiva só se desenvolve com plenitude quando amparado pelo pleno domínio de um instrumental cultural capaz de fazer o indivíduo relacionar fatos, avaliar consequências e projetar ações futuras visando objetivos claros.

O desenvolvimento dessas habilidades é meta deste capítulo, que tem como mote a discussão sobre o importante papel das tecnologias empregadas nas telecomunicações e sua correlação com o desenvolvimento sociocultural contemporâneo, apropriando-se dos princípios físicos básicos que possibilitaram essa conquista.

O ritmo acelerado das grandes transformações da história nos últimos 50 anos não pode ser sentido sem um parâmetro de

comparação que nos mostre como se vivia então. Os alunos do EJA têm a riqueza de carregarem em si uma parte desta história viva e são chamados a uma participação ativa na aula desde o início, montando uma lista de dispositivos e formas de comunicação a distância que conhecem.

### Pesquisar

A atividade pode ser feita em conjunto com a turma, o que aumenta a riqueza e a diversidade cultural por meio da contribuição do coletivo. Alguns tópicos como controle remoto e cartão magnético não são tidos socialmente como equipamentos de comunicação por não estabelecerem uma relação direta entre pessoas, mas podemos despertar uma compreensão não convencional dos alunos para o fato de que, se nosso mundo foi construído pelo esforço humano, tudo à nossa volta de alguma forma representa pessoas. Sendo assim, ao usarmos o controle remoto, acionamos a televisão que nos dá acesso a informações produzidas por outras pessoas. O cartão magnético nos dá acesso ao dinheiro guardado e administrado no banco por outras pessoas e assim por diante.

A organização desta lista é o eixo que desenvolve o capítulo. A classificação baseada no meio pelo qual a comunicação acontece foi adotada para o seu desenvolvimento, pois se visa assim, além de demonstrar as bases científicas do eletromagnetismo empregado nas telecomunicações, estabelecer também uma noção evolutiva desse desenvolvimento, passando da comunicação por fios para a comunicação por ondas.

### Comunicação por fios

Na comunicação por fios, o telégrafo é a matriz histórica e emblemática para a compreensão de alguns elementos do eletromagnetismo, como a ideia de sinais elétricos trafegando por fios e de dispositivos eletromagnéticos apoiando a codificação e decodificação desses sinais.

### Experimentar I

Com a atividade, os alunos terão contato com o magnetismo produzido pela corrente elétrica, base fundamental da teoria eletromagnética que impulsionou toda a terceira Revolução Industrial com as máquinas elétricas. Perceber que a bobina elétrica funciona como um ímã e que a partir dela podem-se montar aparelhos de comunicação codificada é de suma importância para o prosseguimento do capítulo.

### Ler tabelas

A atividade sobre o **código Morse**, ajuda a compreender o esforço para obter uma comunicação rápida e eficaz. Infelizmente ele não é exemplo de comunicação eficaz, o que levou ao empenho para pesquisa de aparelhos como o telefone e o microcomputador, que já fazem a codificação e decodificação automaticamente.

### Para refletir I

Nesta parte, as telecomunicações são o paradigma para a compreensão do enorme leque de situações em que as ondas eletromagnéticas são empregadas. A compreensão de princípios básicos desse fenômeno físico capacita os alunos a compreender a transmissão de programas de rádio e TV, ampliando seu raciocínio para o funcionamento de um controle remoto, de uma radiografia, da telefonia celular, do processo físico da audição etc.

Para tanto, uma seção teórica sobre ondas foi montada, usando as ondas em água e sonoras como exemplos mais concretos, extraído das situações vivenciais os conceitos fundamentais das ondas que serão explorados no desenvolvimento dos assuntos ligados às ondas eletromagnéticas.

### Estudando as ondas

A partir da compreensão da onda mecânica como a propagação de uma perturbação no meio ocasionado pela transferência ou transformação de energia de uma fonte, as características físicas das ondas são apresentadas: velocidade da onda, comprimento de onda, amplitude e frequência de oscilação, até chegar à equação da onda. A chave para compreensão dessa equação está na ideia de que uma onda mantém sua velocidade constante num mesmo meio. Logo, as grandezas comprimento de onda e frequência são inversamente proporcionais: se uma aumenta, a outra diminui na mesma proporção.

### Aplicar conhecimentos I

1. Como a definição de frequência em Hz relaciona-se com o tempo em segundos, 60 batidas por segundo é o mesmo que 60 Hz. Outro modo de resolver a questão é usando a lógica matemática da frequência expressa em hertz:

$$f = \frac{\text{ciclos}}{s} = \frac{60 \text{ batidas de asas}}{1 \text{ segundo}}$$

2. Esta frequência cardíaca pode ser expressa em batidas por minuto, que daria é 120 batidas/minuto. Para passar essa frequência para Hz, basta lembrar que 1 minuto possui 60 segundos. Sendo assim:.

$$f = \frac{120 \text{ batidas}}{1 \text{ minuto}} = \frac{120 \text{ batidas}}{60 \text{ segundos}} = 2 \text{ Hz}$$

- 3.

$$1200 \text{ rpm} = \frac{1200 \text{ rotações}}{1 \text{ minuto}} = \frac{1200 \text{ rotações}}{60 \text{ segundos}} = 20 \text{ Hz}$$

4. Usando a informação de que a velocidade do som no ar  $v = 340 \text{ m/s}$ , podemos usar a equação da onda  $v = \Delta \cdot f$  para calcular os comprimentos de onda  $\Delta$  correspondentes aos extremos de frequência audíveis para o ser humano.

Para sons graves de 20 Hz, podemos escrever:

$$v = \Delta \cdot f \longrightarrow 340 = \Delta \cdot 20 \longrightarrow \Delta = \frac{340}{20} = 17 \text{ m}$$

$$v = \Delta \cdot f \longrightarrow 340 = \Delta \cdot 20\,000$$

Para sons agudos de 20 kHz:

$$\Delta = \frac{340}{20\,000} = 0,017 \text{ m} = 17 \text{ cm}$$

### Debater

A atividade procura explorar algumas situações em que a ressonância se faz presente de forma mais concreta, bem como a formulação de hipóteses e conclusões.

### O rádio

Só a partir deste ponto é que as ondas eletromagnéticas serão efetivamente tratadas, tomando as transmissões de rádio como modelo para a compreensão das frequências das ondas e a codificação realizada pela modulação da onda pela frequência (FM) ou pela amplitude (AM).

### Para refletir II

As interferências das ondas radiofônicas são discutidas nessa atividade, tratando da regulamentação das concessões das frequências de difusão para as empresas de comunicação, assim como das rádios piratas que, burlando essas regras, transmitem em frequências de outras rádios, “saqueando” ouvintes das rádios regulares e trazendo prejuízos comerciais para elas.

### A sintonia: ressonância das ondas eletromagnéticas

A discussão sobre sintonia se inicia com a tentativa de compreender como é possível captar as ondas de uma única emissora de rádio, num emaranhado de ondas eletromagnéticas de diversas frequências. Os conceitos de frequência, interferência, ressonância e transporte de energia serão aqui articulados para a compreensão da interação onda-matéria.

### Para refletir III

São pedidas pedidas extrapolações para formular explicações para outras situações em que as ondas eletromagnéticas atuam. Em todas elas, a questão da ressonância como transferência de energia da fonte para o sistema estudado é central.

### Diferentes frequências para diferentes finalidades de comunicação

É importante o destaque dado à correlação que deve existir entre o dispositivo construído para determinada finalidade e a frequência de ondas com que irá operar, para o caso tecnológico. O mesmo vale para os processos não tecnológicos como nossa fisiologia: nossos olhos serem sensíveis apenas a uma faixa restrita do

espectro eletromagnético (luz visível) e nossa pele portarem sensores que percebem ondas na faixa do infravermelho, ondas de calor. Uma boa olhada na tabela sobre ondas, suas faixas de frequência e aplicações vai contribuir com a compreensão desses fatos.

O experimento final de blindagem do radinho de pilha pelo alumínio visa contribuir para a compreensão dos conceitos trabalhados no capítulo. O foco é sempre a interação onda-matéria, ou seja, a capacidade ou não de uma certa onda interagir, atravessar ou ser blindada por um material.

### Aplicar conhecimentos II

Alternativa e.

### Experimentar II

Trata-se de um experimento que estimula o raciocínio crítico dos educandos quanto aos materiais capazes de bloquear ou dificultar a sintonia das ondas eletromagnéticas, como quando perdemos a sintonia do rádio do carro ao atravessarmos um túnel muito longo. Logo no início do uso maciço dos telefones celulares, era quase impossível usá-los em trechos subterrâneos do metrô. Hoje em dia já existem as antenas replicadoras de sinais, que possibilitam o uso dos celulares em qualquer situação.

A atividade experimental pode ser feita com os telefones celulares dos educandos, caso estejam à disposição, e o educador pode propor que se façam hipóteses prévias sobre a captação das ondas eletromagnéticas em cada situação, instigando que eles forneçam justificativas, as quais serão confrontadas com os resultados experimentais observados.

## CAPÍTULO 11

### Eu e o meu ambiente

---

Nesse capítulo, procuramos desenvolver no aluno a capacidade de observar, refletir e atuar no ambiente mais próximo de si, ou seja, na sua casa, no entorno dela e na comunidade local. Além disso, as informações sobre as alterações realizadas pelas atividades humanas ao longo do tempo devem servir como ponto de partida para que os alunos possam se conscientizar dos problemas ambientais, dentro do micro e do macrocosmo e, com isso, rever suas práticas em relação aos cuidados com o ambiente.

### Debater I

Espera-se que a turma conclua que é possível abrir mão do bem-estar pessoal em nome do meio ambiente.

### Para refletir I

Nessa atividade, procuramos conscientizar e apurar o senso crítico em nossos alunos a respeito do que é melhor para si e para o meio ambiente. O professor deve conduzir o debate para uma reflexão a respeito da quantidade de lixo que é produzida em

uma residência e se essa quantidade não poderia ser diminuída por um consumo mais consciente e de materiais reaproveitáveis, sem que seja necessário abrir mão do conforto.

## **Debater II**

Espera-se que os alunos listem atitudes pessoais e coletivas que ajudem a melhorar a coleta e a armazenagem do lixo na região onde vivem.

## **Para refletir II**

O professor deve trabalhar a questão da permanência e mudança dos estados físicos da água, como forma de explorar a compreensão da máxima de Lavoisier – “Na natureza nada se cria, nada se perde. Tudo se transforma”. No caso da água, devemos ressaltar que apesar de ela continuar sendo a mesma e na mesma quantidade em termos globais, a humanidade não tem o mesmo acesso à água potável como em outras épocas. Se a quantidade é a mesma, mas a população mundial aumentou, será que todos têm acesso à água? Essa é uma questão que deve “dar um bom caldo” para um debate a respeito da água potável em sua cidade ou região.

## **Para refletir III**

Ajude os alunos a realizarem o levantamento dos fenômenos naturais e humanos que podem interferir nas transformações de estado físico da água no ambiente e, com isso, modificar o ciclo da água em sua região. É importante que eles percebam de que formas podem contribuir para a melhoria ou o agravamento dos problemas ambientais relacionados à água. Por exemplo: não colocar piso de cerâmica ou cimento em quintais e jardins, além de pavimentar ruas e avenidas com paralelepípedos ou outros materiais não asfálticos são medidas que facilitam a penetração da água no solo e evitam enchentes. Manter a vegetação nas margens de córregos e rios ajuda a evitar erosões e a diminuição da profundidade dos cursos d'água. Não construir moradias próximas a mananciais é um cuidado essencial para evitar a contaminação da água com dejetos humanos e industriais.

No esquema sobre o “Ciclo do carbono”, peça aos alunos que transformem em texto as informações nela contidas. É um bom trabalho para desenvolver as habilidades de análise e síntese.

Solicite que construam, a partir da imagem, o ciclo do gás oxigênio. O consumo e a produção desse gás estão muito relacionados ao ciclo do carbono. Por exemplo: a relação entre fotossíntese e respiração celular, a necessidade de gás oxigênio para a combustão do álcool ou gasolina etc.

## **Aplicar conhecimentos I**

As informações adicionais são: a possibilidade de um consumidor não pertencer a apenas um nível alimentar, ou seja, o consumidor secundário (pássaro) pode se alimentar de capim e, nesse nível, atuar como consumidor primário; o produto da decomposição – sais minerais – pode retornar ao vegetal pela absorção das raízes e contribuir na incorporação e/ou produção

de nutrientes pela fotossíntese.

Amplie as informações contidas na cadeia alimentar. Peça aos alunos que reflitam sobre a possibilidade de um ser vivo não conseguir sobreviver se participar de uma única cadeia. Ajude-os a construir uma teia alimentar, que é forma mais próxima da situação alimentar dos seres vivos no ambiente natural.

Para construí-la, sugira que observem as relações entre as pequenas cadeias alimentares que existem na região em que moram. Isso facilitará a percepção de que a teia alimentar é um conjunto de cadeias alimentares interligadas.

Em seguida, peça aos alunos que elaborem uma lista de atividades humanas que poderiam prejudicar a permanência dessa teia na região estudada. Faça com os alunos um levantamento de ações humanas que podem efetivamente ser realizadas com o intuito de preservar as relações alimentares desses seres vivos.

Aproveite o momento para discutir a relação entre a presença de animais indesejáveis no ambiente doméstico – ratos e baratas, por exemplo – e a possibilidade de eles estarem contribuindo no estabelecimento dessa cadeia ou teia alimentar.

## **Debater III**

Ao final dessa atividade, proponha uma pesquisa, em jornais e outros periódicos, a respeito das atividades humanas que podem contribuir para o agravamento do aquecimento global. Como normalmente essas atividades humanas estão relacionadas a aspectos econômicos e sociais, proponha um debate no qual a classe, dividida em três grupos – ambientalistas, economistas e comunidade – deve debater a seguinte questão: é possível haver desenvolvimento socioeconômico aliado à preservação ambiental? Os grupos formados por ambientalistas e economistas devem se preparar para convencer o terceiro grupo, formado por alunos representantes da comunidade local.

Além do trabalho de pesquisa e do conhecimento mais aprofundado de um tema extremamente controverso e atual, essa atividade também exercitar a elaboração de argumentos e o uso das palavras.

## **Aplicar conhecimentos II**

1. c; 2. b.

## Unidade 2 – Matemática e vida cotidiana

### CAPÍTULO 1

#### Letras e números

Esse capítulo procura inserir o estudante no mundo da álgebra, pela análise e solução de situações cotidianas que podem ser representadas por meio de expressões algébricas ou situações cuja solução requeira a utilização de recursos algébricos: uma corrida de táxi, uma viagem de automóvel que exija a divisão do gasto com a gasolina entre os passageiros, uma conta de luz ou uma distribuição de bônus pelo governo.

O propósito é o de criar condições para a construção e o desenvolvimento do pensamento algébrico, explorando as expressões algébricas, o valor numérico de uma expressão algébrica, a construção de expressões e a resolução de equações do primeiro grau.

Tanto os textos quanto as atividades foram elaborados com o intuito de chamar a atenção do estudante para a importância da álgebra na Matemática, especialmente como ferramenta poderosa na resolução de problemas.

Espera-se que a discussão, a reflexão e o enfrentamento das situações propostas contribuam para que, ao encerrar este estudo, o estudante domine cálculos algébricos simples manipulando expressões, números e letras.

#### Aplicar conhecimentos I

Inicialmente, são apresentadas algumas questões sobre expressões e equações. O professor pode, a partir da observação do desempenho dos estudantes, identificar pontos que mereçam ser mais aprofundados ou ampliados pela inserção de novas atividades. Logo a seguir, nesse capítulo, é solicitado ao aluno que verifique se as soluções das equações são corretas. Seria interessante trabalhar esta atividade coletivamente.

Também é retomado o princípio da balança (equilíbrio) para reforçar as propriedades aplicadas na resolução de equações.

Ao introduzir a resolução de equações do primeiro grau, é importante que o professor enfatize as propriedades aplicadas, justificando cada uma das etapas desenvolvidas e, finalmente, levando o aluno a perceber a importância da verificação e validação do resultado obtido. As respostas esperadas estão listadas a seguir.

- a)  $2 \cdot x$   
b)  $v = 3 \cdot m$   
c)  $a + 314 = 4765$   
d)  $a + b$   
e)  $46 - m = 25$

- a) 8  
b) 0  
c) -1  
d) 4
- 30; 30; 80; 15.
- Na tabela deste exercício, já aparecem as soluções das equações apresentadas, que são únicas. Na tabela “Cálculo do valor numérico das expressões” é diferente: o valor da expressão muda em função do valor numérico atribuído à variável.
- Conferir a solução das equações, respectivamente, nos cadernos 1, 2 e 3, substituindo os valores encontrados no lugar de  $x$ .
- a) 13  
b) 2  
c) 1  
d) -85

#### Aplicar conhecimentos II

Para reforçar as propriedades apresentadas sugerimos ao aluno um exercício para calcular o valor de três expressões.

- $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- $(a + b)^3 = (a + b) \cdot (a + b)^2 = a^3 + a^2b + 3ab^2 + b^3$
- $(a - b)^3 = (a - b) \cdot (a - b)^2 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$

#### A regra de três simples

No item, faz-se uso de fatos históricos da Matemática para contribuir com os conteúdos trabalhados neste capítulo.

A regra de três composta é retomada de uma forma diferente da que normalmente é apresentada em outras coleções didáticas. Aqui o professor pode aproveitar e propor outras situações, nas quais os estudantes devem fazer uso de tal conteúdo.

#### Ler texto jornalístico

Para o caso dos critérios de distribuição do bônus Bolsa Família, solicite aos alunos que façam a atividade em grupo. Depois que derem nomes às variáveis, eles devem atribuir um peso a cada uma, dependendo de sua importância na situação considerada. Nesse caso, será mais interessante utilizar os sinais de “maior ou igual a” ou “menor ou igual a”.

#### Aplicar conhecimentos III

- Alternativa d. A porcentagem de crescimento das mulheres é de:

$$\frac{8000}{32000} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

- Como o acréscimo do número de internações de homens é o mesmo que o de mulheres, então o número de homens com AVC será:  $28000 \cdot 1,25 = 35000$  homens
- Alternativa a. Observando a imagem, vemos que os relógios são orientados da seguinte forma:

Milhar: anti-horário; centena: horário; dezena: anti-horário; unidade: horário.

A partir daí, temos a seguinte leitura:

Milhar: 2; centena: 6; dezena: 1; unidade: 4.

Assim, o número, em kWh, obtido na imagem é 2 614.

3. Alternativa b. Essa atividade exige a comparação de expressões algébricas, o cálculo do valor numérico de expressões algébricas e a análise dos resultados para responder.
4. Alternativa a. Essa atividade envolve a transcrição de um texto produzido em linguagem natural para a linguagem matemática, com o propósito de desenvolver nos alunos a capacidade de leitura e interpretação do texto, e utilização de registros diferenciados para a representação da situação apresentada no problema.
5. Alternativa e. Trata-se de uma questão de regra de três simples.
6. Alternativa c. Trata-se de uma questão de regra de três composta.

### Para ampliar

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1990.

GUELLI, Oscar. *Equação: o idioma da álgebra*. São Paulo: Ática, 2004. (Coleção Contando a História da Matemática.)

\_\_\_\_\_. *A invenção dos números*. 9. ed. São Paulo: Ática, 2005. (Coleção Contando a História da Matemática.)

IGLIORI, Júlio. *Números lógicos*. n. 1-4. São Paulo: Iglu, 2005.

MEDEIROS, Kátia Maria. O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula. *Revista de Educação Matemática*. São Paulo: FE-USP, n. 9/10, ano 8, abril, 2001.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Experiências matemáticas: 5ª a 8ª séries*. São Paulo: CE/Cenp, 1994.

ZAMPIROLO, Maria José C. V.; SCORDAMAGLIO, Maria Teresinha. *Números: um pouco de história*. (Projeto Escola e Cidadania – PEC). São Paulo: Editora do Brasil, 2000.

## CAPÍTULO 2

### Pagamentos e cia.

O objetivo desse capítulo é apresentar ao estudante situações que favoreçam a construção e o desenvolvimento de noções relacionadas à economia, ao consumo e às aplicações. O texto trata dos assuntos: porcentagem, juros simples, situações de venda, inflação, entre outros. As atividades foram elaboradas com o intuito de motivar o aluno identificar, em seus conhecimentos anteriores, aqueles que podem ser usados como ferramentas para a resolução de novos problemas. Tais situações devem servir como pretexto para a ampliação desses conhecimentos, permitindo estabelecer relações entre esses conteúdos e algumas situações vivenciadas no cotidiano, por meio de reflexões e discussões.

Espera-se que o aluno perceba a importância desses temas no currículo escolar, principalmente pela possibilidade de sua utilização como auxílio na resolução de problemas da vida real.

Os questionamentos feitos ao iniciar o assunto são imprescindíveis. Sugerimos que o professor provoque uma discussão coletiva a fim de perceber as eventuais dúvidas a respeito do tema, identificando pontos relevantes que merecem ser desenvolvidos e/ou aprofundados. Essa conversa envolve também uma explicitação dos conhecimentos prévios dos alunos, visando, se for o caso, o redirecionamento do processo de aprendizagem.

Depois da leitura do texto “A armadilha do crédito fácil”, o professor pode propor questões sobre as estratégias que considerem eficazes para economizar, ou ainda, sobre as razões que podem levar alguém a comprar produtos supérfluos. Durante a discussão, seria interessante organizar um painel com as sugestões dadas, acrescidas das que estão no texto, com a finalidade de levar os estudantes a refletirem sobre a importância de controlar seus gastos e da necessidade de estabelecer prioridades.

Para analisar os casos de venda a prazo, é interessante fazer uma investigação dos cálculos utilizados pelos estudantes para controlar os juros nos pagamentos de suas compras, ou para comparar os juros a serem pagos em compras feitas a prazo com as condições de pagamento à vista, entre outros. Essa abordagem inicial propicia aos alunos a oportunidade de explicitar e partilhar seus conhecimentos anteriores, constituindo ponto de partida para a proposta de novas questões.

### Aplicar conhecimentos

1. R\$ 394,52
2. Alternativa a.
3. Alternativa c.
4. R\$ 1 080,00
5. R\$ 180,00

### Para ampliar

AMORIM, Joni de Almeida; MACHADO, Carlos. Introduzindo modelagem e simulação de sistemas no ensino pré-universitário. *Revista de Educação Matemática*. São Paulo: Sbem/FE-USP, v. 9, n. 9-10, 2004-2005.

CRESPO, Antonio Arnot. *Matemática comercial e financeira fácil*. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 1997.

FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Ângela. (Orgs.). *Por trás da porta, que matemática acontece?* Campinas: FE/Unicamp-Cepem, 2001.

MENDONÇA, Maria do Carmo Domite. Resolução de problemas pede (re)formulação. In: ABRANTES, Paulo et al. (Eds.). *Investigações matemáticas na aula e no currículo*. Lisboa: APM, 2000. p. 15-33.

NUNES, Teresinha. É hora de ensinar proporção. *Revista Nova Escola*. São Paulo: Abril, 2003. p. 25-28.

POLYA, George. *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

## CAPÍTULO 3

### Cidades, planejamento, ocupações

Este capítulo tem a preocupação de apresentar uma visão geral do que vem a ser planejamento urbano, abordando questões sobre paralelismo de ruas, sua organização, localização (por meio dos guias de ruas), bem como o que são os aparelhos de GPS. É uma excelente oportunidade de o professor destacar a importância de um aparelho como esse para a localização aérea, marítima e até terrestre, envolvendo inclusive questões de segurança nacional, como a que se refere aos aeroportos nos dias de hoje.

Assim, partimos do estudo da capital do Brasil, Brasília, que é uma cidade planejada, tentando mostrar ao aluno como a Matemática está presente em toda a estruturação do espaço físico, item essencial do planejamento urbano.

Organize com os alunos uma conversa em que todos fiquem à vontade para falar sobre o que conhecem a respeito da capital do Brasil. É importante que o professor explore o fato de que o planejamento urbano deve influenciar positivamente na qualidade de vida do cidadão de uma região, pois este trata desde questões de habitação e saneamento básico, até as que envolvem o meio ambiente (poluição, reciclagem, entre outras).

Proponha aos estudantes que tragam fotos de Brasília, e que as comparem com o que sabem acerca das cidades onde moram ou moraram, onde nasceram, outras que conhecem, destacando semelhanças e diferenças.

É a partir daí que os alunos devem ser incentivados a identificar posições relativas aos objetos, seus ângulos, desenhar mapas que destaquem a trajetória de sua casa até a escola (itinerários), e até, por que não, a construir uma maquete, destacando o entorno da escola e suas vias principais de acesso, ampliando assim a visão geométrica que eles têm. Certamente a localização é um fator fundamental de apreensão do espaço pelo estudante e está intimamente ligada à necessidade de levar em conta a orientação.

#### Aplicar conhecimentos I

1. Alternativa a. Nessa questão, exploramos as habilidades de orientação e localização, destacando o uso das coordenadas cartesianas, que são utilizadas na construção de mapas para localização nas grandes cidades.
2. Alternativa e. Essa questão requer do estudante a interpretação de uma afirmação sobre um dos conteúdos abordados neste capítulo (paralelismo). Neste caso, a resposta correta é a última: os quadriláteros têm um ou dois pares de lados paralelos.

#### Trabalhando com áreas e perímetros de figuras

Para aprofundarmos as habilidades sobre orientação e localização no espaço, é apresentada uma discussão relacionada às questões de medida, enfatizando aspectos, tais como:

- realização das medições (escolha da unidade de medida, comparação dessa unidade com o objeto a ser medido e o cálculo das unidades obtidas);
- escolha de unidades de medidas não padronizadas, que variam de pessoa para pessoa, bem como a utilização do sistema métrico decimal.
- relação entre a medida de uma dada grandeza e um número, destacando especialmente a criação de outros números, que não somente os inteiros (a exemplo dos racionais), que possam exprimir tais medidas.

Finalmente, ampliando essas questões, abordamos o cálculo de perímetros e áreas de figuras planas, discutindo suas relações. Sabemos que esses conhecimentos foram adquiridos desde a época dos egípcios e babilônios, que, por questões práticas de agrimensura, conheciam áreas de figuras planas simples.

#### Pesquisar

Para responder à questão proposta, o aluno precisa fazer uma pesquisa sobre a área de Brasília. No *site* do IBGE <[www.ibge.gov.br/cidadesat](http://www.ibge.gov.br/cidadesat)>, ele poderá confirmar a informação sobre a população (2 570 160 habitantes) e a área da cidade, que equivale a 5 780 km<sup>2</sup>.

Assim, para calcular a densidade demográfica, é só dividir o número de habitantes pela área. Temos então,

$$n = \frac{2\,570\,160}{5\,780} \cong 444 \text{ hab/km}^2$$

#### Para criar

Essa atividade requer dos estudantes um trabalho experimental, pois eles devem lidar com a unidade de área mais usada na vida cotidiana, que é o metro quadrado (m<sup>2</sup>). A resposta é pessoal, visto que depende do tamanho de cada sala de aula.

Veja que a atividade permite explorar a questão da estimativa e a necessidade de se trabalhar com submúltiplos do m<sup>2</sup>.

#### Aplicar conhecimentos II

1. Alternativa c. Basta calcular  $\frac{2}{3}$  (dois terços) de 210 000.
2. Alternativa d. Questão que exige o cálculo simples da área de uma região retangular (base  $\times$  altura = 27,9 m<sup>2</sup>) para decidir qual o lote de lajota mais adequado para ladrilhar a sala.
3. Alternativa c. Para responder a esta questão, os alunos deverão aplicar seus conhecimentos, discernindo os conceitos de área e perímetro, visto que os custos com a cerca do lote (contorno do lote) escolhido sairá por conta do orfanato. Assim, neste caso, deverão levar em conta que o menor perímetro sairá mais econômico.
4. Alternativa c. Como a área do retângulo é comprimento ( $c$ ) multiplicado pela altura ( $h$ ), temos:  $A = c \times h$ . É necessário descobrir então:  $2 \cdot c \cdot h \cdot 1,5 = x$ , ou seja,  $2 \cdot A \cdot 1,5 = x$ . Assim,  $3 \cdot A = x$ , o que é o mesmo que afirmar que  $(1 + 2)A = x$ . Assim, o percentual correto é 200%.

Uma atividade bastante interessante é usar o geoplano, na tentativa de explorar e aprofundar com os alunos as questões envolvendo o Teorema de Pitágoras (que já foi estudado anteriormente), medidas de áreas, perímetros, entre outros temas.

Para saber mais sobre o geoplano, consulte: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=22374>>. Acesso em: 19 jan. 2012. Sugira que cada aluno construa o seu próprio geoplano.

### Para ampliar

FAINGUELERNT, Estela Kaufman. *Educação matemática: representação e construção da Geometria*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GOMIDE, Elza Furtado; ROCHA, Janice Cássia. *Atividades de laboratório de Matemática*. Série cadernos de atividades nº 1. São Paulo: Caem-IME/USP, 2004.

## CAPÍTULO 4

### Dependência entre grandezas: funções

Este capítulo apresenta conteúdos sobre funções, especialmente as do 1º e 2º graus e a função exponencial, a partir de temas cotidianos nos quais tais conhecimentos se fazem presentes.

Partimos assim de uma reportagem sobre a dengue (considerada uma epidemia no país), na qual aparece o conceito de função: *incidência de dengue em função do aumento das chuvas*. Aqui tem-se uma excelente oportunidade para o professor promover um debate sobre a doença e suas consequências, bem como trabalhar as ideias básicas relacionadas à função: variável, dependência, regularidade e generalização, ou seja, da interdependência entre duas grandezas e a variação de uma grandeza em relação à outra, procurando levar o aluno a perceber que “ $y$  ser função de  $x$ ” indica que  $y$  muda de valor conforme as mudanças dos valores de  $x$ .

Apresentamos então o conceito formal de função, de domínio, contradomínio e imagem.

### Função do 1º grau

Exploramos uma situação de gasto com passagens de ônibus para levar o aluno a compreender a relação entre as variáveis, e trabalhamos também uma envolvendo uma corrida de táxi. Ambas se referem às funções de 1º grau. A partir daí, definimos formalmente a função do 1º grau.

Ganha destaque o estudo do gráfico de uma função do 1º grau para observar elementos importantes, como a raiz ou o zero da função e os coeficientes angular e linear desta.

É proposta, então, a construção do gráfico da função  $y = -2x + 3$ , de domínio  $\mathbb{R}$ .

Para isso, escolhemos alguns pontos para a tabela (podem ser os mesmos do gráfico anterior):

$x$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
$y$	7	5	4	3	2	1	-1

A partir do gráfico, podemos verificar que, nesse caso, quanto maior o valor atribuído a  $x$ , menor será o valor de  $y$ , tratando-se de uma função decrescente (se  $x$  aumenta,  $y$  diminui), e esse fato é determinado pelo sinal de  $a$  – que é o **coeficiente angular** –, aqui igual a  $-2$ . A reta corta o eixo  $x$  no ponto 1,5, que é o zero ou a raiz da função, pois se:  $f(x) = 0$ , temos  $-2x + 3 = 0$ . Ou seja,  $x = 1,5$ .

Nesse momento, cabe ao professor dar outros exemplos de funções do 1º grau  $f(x) = ax + b$ , possibilitando ao aluno verificar que o gráfico dessa função sempre é uma reta, e que, para determinar esse gráfico, bastam dois pontos. E mais: que a reta é crescente quando  $a > 0$  e decrescente quando  $a < 0$ ;  $a$  é o chamado coeficiente angular da reta;  $f(x) = 0$  é o ponto onde a reta corta o eixo  $x$ , ou seja,  $b/a$  é o zero da função; e que toda reta corta o eixo  $y$  em  $b$ , e  $b$  é o chamado coeficiente linear da reta.

Para tanto, o professor poderá pedir ao aluno que esboce vários gráficos atribuindo apenas dois pontos, fazendo  $x = 0$  e  $f(x) = 0$ , e ainda, se tiver recursos, poderá utilizar um aplicativo gráfico como o Winplot, que ajudará no estudo não só da função do 1º grau, mas também de todas as outras.

### Aplicar conhecimentos I

- Essa atividade exige que o aluno complete a tabela efetuando o produto da quantidade de álcool (em litros) pelo preço de 1 litro do combustível, obtendo assim:

Quantidade de álcool (em litros)	Quantidade a pagar (em reais)
1	0,98
15	14,70
22	21,56

Então, é possível estabelecer a função entre a quantidade a pagar e a quantidade de álcool:  $y = f(x) = 0,98x$ .

- Essa questão envolve a lei de formação de uma função a partir dos dados do problema. Como a multa tem um valor fixo mais uma variável com os dias corridos, temos como lei =  $f(x) = 125\,000 + 1\,000x$ , sendo  $x$  número de dias.
- Alternativa c.  $880\,605 - 4\,300 = 876\,305$   
Agora, vejamos que:  
Janeiro (1)  $876\,305$   
Fevereiro (2)  $876\,305 + 4\,300 \cdot 1$

Março (3)  $876\,305 + 4\,300 \cdot 2$   
 Mês  $x$  (x)  $876\,305 + 4\,300 \cdot (x - 1)$   
 Logo:  $y = 876\,305 + 4\,300 \cdot (x - 1)$   
 $y = 876\,305 + 4\,300x - 4\,300$   
 $y = 872\,005 + 4\,300x$

4. Alternativa c.

### Função do 2º grau ou função quadrática

É apresentado na sequência um exemplo de como é organizado o Campeonato Brasileiro de futebol e a relação entre o número de clubes e partidas realizadas nos dois turnos, para assim estabelecer uma relação representada por uma função do 2º grau.

A partir da definição, sugerimos a construção de gráficos de pelo menos duas funções diferentes para destacar elementos importantes da função quadrática, como: concavidade, simetria, vértice, raízes ou zeros da função.

### Aplicar conhecimentos II

- Alternativa a. Aproveitando o tema futebol, bem como assuntos abordados anteriormente – áreas e perímetros –, sugerimos esta questão do Enceja. É uma atividade que propicia aos alunos relembrem conteúdos anteriores, bem como relacioná-los com conhecimentos aprendidos sobre a função do 2º grau. Se o perímetro é 340, temos que  $2y + 2x = 340$ , ou seja,  $x + y = 170$ , no que resulta em  $y = 170 - x$ . Assim, a área do retângulo é dada pelo produto da base pela altura, assim:  $A = (170 - x) \cdot x = 170x - x^2$ .
- Nessa questão já aparece a receita em função das unidades de sucos, na qual o aluno deverá só substituir  $R(1\,000) = -0,1 \cdot (1\,000)^2 + 500 \cdot (1\,000) = 400\,000$ .
- As raízes são  $x_1 = 4$  e  $x_2 = -2$ ; as coordenadas do vértice da função são  $(1, -9)$ , definida pela equação  $y = x^2 - 2x - 8$ .

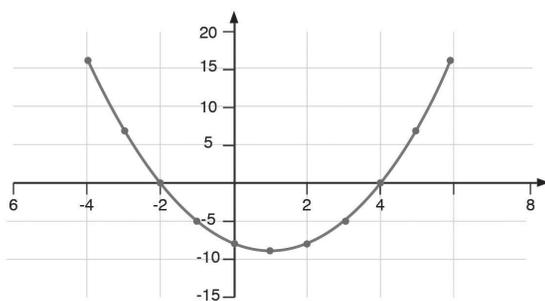


Ilustração digital: Cacá Bressane

4. Alternativa e. De acordo com as informações, temos:

$n$	$m$
0	0
1	1,75
2	3,50
3	5,25
...	...

- Alternativa a. Nessa questão de vestibular, é apresentada uma função quadrática relacionada ao lucro, devendo-se descobrir para qual valor de  $x$  a função lucro atinge seu valor máximo, ou seja, qual é a abscissa do vértice. Nesse caso, temos a função  $L(x) = -100x^2 + 1\,400x - 4\,000$ .  
 Ou  $x_v = \frac{-b}{2a}$  é dado por  $x_v = \frac{-1\,400}{-200} = 7$ .
- Alternativa d.  $-t^2 + 10t = 0$ ;  $t = 0$  ou  $t = 10$ .

### Função exponencial

Finalmente, iniciamos o estudo da função exponencial a partir de duas situações: uma retomando o tema doenças, porém, agora aquelas provocadas por bactérias, e outra envolvendo dinheiro. As duas constituem uma ótima oportunidade para fazer uma pesquisa com essas doenças na cidade, organizá-los em tabelas e construir gráficos, ilustrando a situação, bem como retomar as questões envolvendo juros compostos, já tratadas em momento anterior.

Na sequência é apresentada a definição de função exponencial e todas as características de seu comportamento, ilustradas nos gráficos.

### Aplicar conhecimentos III

- Podemos encontrar a população da seguinte forma:  
 População =  $40\,000 \cdot (1,02)^3 \approx 42\,449$  habitantes.
- População =  $7\,000 \cdot (1,03)^6 \approx 8\,359$  habitantes.
- $M = C \cdot (1 + i)^n \Rightarrow M = 1\,000 \cdot (1 + 10)^5 = 1\,000 \cdot (1,10)^5 = 1\,000 \cdot 1,06051 = 1\,610,51$   
 O montante é de R\$ 1 610,51.
- $M = C \cdot (1 + i)^n \Rightarrow M = 1\,800 \cdot (1 + 1,01)^{12} = 1\,800 \cdot (1,01)^{12} = 1\,800 \cdot 1,12682503 = 2\,028,29$   
 O valor de resgate será de R\$ 2 028,29.

### Para ampliar

#### Livros

GUELLI, Oscar. *Matemática: Ensino Médio*. São Paulo: Ática, 2004. v. 1.

IEZZI, Gelson et al. *Matemática: ciência e aplicações*. São Paulo: Atual, 2004. v. 1.

LIMA, Elon Lages et al. *A Matemática do Ensino Médio*. 7. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2004. v. 1.

OLIVEIRA, Nanci de. *Conceito de função: uma abordagem do processo de ensino-aprendizagem*. Dissertação de Mestrado. PUC-SP: São Paulo, 1997.

SCHWARZ, Osmar. *Sobre as concepções de funções dos alunos ao término do 2º grau*. Dissertação de Mestrado. PUC-SP: São Paulo, 1995.

SIMÕES, Maria Helena P. *Uma sequência para o ensino-aprendizagem da função do 2º grau*. Dissertação de Mestrado. PUC-SP: São Paulo, 1995.

ZAMPIROLO, Maria José et al. *Crescendo e aprendendo*. 2º grau. São Paulo: Editora do Brasil, 2000 (Projeto Escola e Cidadania – PEC.).

## Sites

CENTRO DE APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO DA MATEMÁTICA DO IME-USP (CAEM). Disponível em: <www.ime.usp.br/caem>. Acesso em: 25 nov. 2011.

Aqui são apresentados alguns materiais do centro de aperfeiçoamento do ensino de Matemática para o professor.

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA USP (IME). Disponível em: <www.ime.usp.br/~leo/imatica/programas/varios.html>. Acesso em: 25 nov. 2011.

Nessa página, você poderá encontrar alguns programas (*softwares*) livres que podem ser usados com finalidade educacional (na Matemática).

INSTITUTO DE MATEMÁTICA DA UFRGS. Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo\_mat/cfuncao/exp2.htm>. Acesso em: 25 nov. 2011.

Esse *site* traz uma série de atividades práticas envolvendo funções.

PORTAL DO PROFESSOR. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1390>. Acesso em: 26 set. 2013.

O portal apresenta uma aula bastante interessante sobre função quadrática, com sugestão de trabalho com aplicativos livres, com os quais os alunos podem trabalhar seu próprio gráfico de função quadrática utilizando uma planilha eletrônica com o BrOffice (www.broffice.org), bem como estudar o movimento de um projétil por meio de um recurso disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/11673/projetc-tile-motion\_en.jar>. Acesso em: 12 abr. 2011.

## CAPÍTULO 5

### Fórmulas e direitos

Este capítulo tem o propósito inicial de retomar conhecimentos sobre fórmulas e suas regularidades, já estudadas no capítulo anterior sobre funções. Para isso, partimos de uma sucessão de triângulos e do estudo das regularidades observadas nesta sucessão. São discutidos o uso das letras e a construção das fórmulas, para então apresentarmos questões relacionadas a esse tema.

#### Aplicar conhecimentos I

1. Alternativa c. O número de estrelas em cada linha constitui uma progressão aritmética em que o termo geral é dado por  $a_n = n$ , sendo  $n (n \geq 1)$  o número da linha.

A soma dos 150 primeiros termos da progressão é dada por 
$$S_{150} = \frac{(a_1 + a_n)}{2} \cdot 150 = \frac{(1 + 150)}{2} \cdot 150 = 11\,325$$

Assim, como 12 000 é o número mais próximo de 11 325, é fato que o funcionário III apresentou o melhor palpite.

2. Alternativa b. A questão também requer do aluno conhecimentos para descobrir o padrão (a lei de formação).

#### O nosso dinheiro

Na sequência, iniciamos um tópico especialmente elaborado para discutir questões relacionadas à nossa moeda, tais como dinheiro, salário, cobrança de juros, inflação, cartões de crédito, financiamento, entre outros.

Aqui aparece uma excelente oportunidade para pedir aos alunos que tragam reportagens (de jornais e revistas) relacionadas com esses assuntos, e fazer com que criem conjecturas, argumentem, discutam um pouco sobre o cenário econômico do Brasil, sempre com a intermediação do professor.

Se, entre os alunos, tiver alguém que colecionasse cédulas de dinheiro antigo, peça que as traga para a sala de aula, pois assim os demais colegas poderão visualizar como se deu a evolução de nossa moeda.

#### Aplicar conhecimentos II

A partir do exposto sobre o histórico das moedas brasileiras, é solicitada uma questão para a conversão nominal de Cr\$ 7 000 000,00 (moeda vigente no período de 15/5/1970 até 27/2/1986) para cruzado (moeda vigente no período de 28/2/1986 até 15/1/1989):  $\text{Cr\$ } 7\,000\,000,00 \div 1\,000 = \text{Cz\$ } 7\,000,00$ . Aproveitando a oportunidade, sugerimos também uma pesquisa sobre a CPMF, suas alíquotas, os períodos de cobrança, com qual finalidade foi criada, entre outros aspectos.

#### Pesquisar

Nessa seção, os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre a CPMF. É importante que atentem para o impacto que exercia nas contas bancárias e se o imposto foi revertido para a área da saúde.

#### Cartões de crédito: a moeda de plástico

Em seguida, é apresentado um quadro com as principais taxas (impostos) cobradas atualmente, inclusive a tão citada nos meios de comunicação: a taxa Selic. O professor poderá pedir aos alunos que pesquisem qual é a taxa Selic do corrente mês e como ela foi calculada.

#### Aplicar conhecimentos III

1. Nesta questão, abordamos o assunto tributos e a incidência destes sobre produtos que compramos diariamente. Com base nesse estudo, completamos a tabela a seguir:

Produtos	Preço final	Tributos (%)	Carga tributária
Xampu	3,75	44,20	1,66
DVD (aparelho)	125,00	50,39	62,99
Geladeira	1 199,00	36,98	443,39
Sabonete	0,78	37,09	0,29
Celular	249,00	39,80	99,10
Calça jeans	57,00	34,67	19,76
Televisor	790,00	34,67	273,89

- Alternativa d. A questão trata de outro tributo que incide sobre nosso salário: o Imposto de Renda. Assim, para uma renda anual de R\$ 20 000,00, por estar na faixa de R\$ 15 085,45 e R\$ 30 144,96, deverá incidir um tributo de 15%. Nesse caso, temos:  $R\$ 20\,000,00 \times 0,15 = R\$ 3\,000,00$ .
- Alternativa d. Vamos calcular o IGP-M no primeiro trimestre de 2010. Temos:  
Mar/2010:  $0,6 \times 1,07 + 0,3 \times 0,83 + 0,1 \times 0,45 \rightarrow 0,94\%$ ;  
Fev/2010:  $0,6 \times 1,42 + 0,3 \times 0,88 + 0,1 \times 0,35 \rightarrow 1,15\%$ ;  
Jan/2010:  $0,6 \times 0,51 + 0,3 \times 1,00 + 0,1 \times 0,52 \rightarrow 0,66\%$ .  
Portanto, o maior IGPM no primeiro trimestre de 2010 foi, aproximadamente, 1,15%.
- Alternativa b. A questão trata da compra de um carro em prestações: 30 prestações iguais de R\$ 300,00. Como o cliente resolveu trocar esse veículo após 3 meses, ele já desembolsou R\$ 900,00. Decidiu então comprar um novo carro com o valor final de R\$ 15 900,00, restando a pagar R\$ 15 000,00. Sendo mantido o mesmo valor das parcelas (R\$ 300,00), o cliente pagará o restante do carro em  $15\,000 \div 300 = 50$  meses.
- Alternativa d. A questão apresenta a condição de pagamento para efetuar a compra de um eletrodoméstico: no valor à vista, a seguinte condição é oferecida: uma entrada de 40% e o restante dividido em duas parcelas iguais. Para uma TV de 29 polegadas de R\$ 1 280,00, o valor da parcela seria representado numericamente por: descontada a entrada de 40%, restam 60% de R\$ 1 280,00 divididos por 2.
- A questão aborda os juros no cartão de crédito, com base em uma fatura de compra fictícia feita com esse cartão.

Fatura Anterior	Pagamentos/Créditos	Saldo	Total de Débitos	Fatura Atual	Pagamento Mínimo
850,28	850,28	= 0,00	+ 977,55	= 977,55	206,00

DATA	TRANSAÇÕES NACIONAIS	R\$			
28/02/2009	PAGAMENTO RECIBO - OBRIGADO	-850,28			
18/02/2009	AUTO POSTO LTDA. SÃO PAULO	125,40			
19/02/2009	CABELEIREIRO SÃO PAULO	58,00			
19/02/2009	RESTAURANTE SÃO PAULO	67,00			
21/02/2009	LAVANDERIA SÃO PAULO	35,00			
04/03/2009	SUPERMERCADO SÃO PAULO	305,90			
05/03/2009	PAPELARIA SÃO PAULO	52,00			
05/03/2009	FARMÁCIA SÃO PAULO	141,25			
12/03/2009	GRÁFICA SÃO PAULO	193,00			
<b>TOTAL</b>		<b>977,55</b>			
01/09 = R\$	1.018,00	04/09 = R\$	-----	07/09	-----
02/09 = R\$	850,28	05/09 = R\$	-----	08/09	-----
03/09 = R\$	-----	06/09 = R\$	-----	09/09	-----
MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----	MÉDIA TRIMESTRE=R\$	-----

Como o valor pago, na data de vencimento, não foi o integral, houve a incidência de encargos de financiamento, que, no caso, foi de 11,4% sobre o valor devido. Assim, temos:  $R\$ 977,55 - R\$ 304,00 = R\$ 673,55$ . Então:  $R\$ 673,55 \times 0,114 = R\$ 76,78$  (aproximadamente) são os juros cobrados. Nesse caso, na fatura do mês de abril/2009, no mínimo, terá como débito:  $R\$ 673,55 + R\$ 76,78 = R\$ 750,33$ .

## Para ampliar

### Livros

BONORA JÚNIOR, Dorival. *Matemática financeira: análise de investimentos, amortização de empréstimos, capitalização, utilização de calculadoras financeiras*. São Paulo: Ícone, 1996.

Para entender mais sobre as questões que envolvem porcentagens, descontos, acréscimos, capitalizações simples e compostas, entre outros.

MODANEZ, Leila. *Das sequências de padrões geométricos à introdução do pensamento algébrico*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. PUC-SP, São Paulo: 2003.

Essa publicação apresenta questões relacionadas com as regularidades e os padrões, para quem queira se aprofundar no assunto.

ZAMPIROLO, Maria José C. V.; SCORDAMAGLIO, Maria Teresinha; CANDIDO, Suzana Laino. *Descobrimo e inventando sequências*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

\_\_\_\_\_. *Pagando na mesma moeda*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

\_\_\_\_\_. *Quantos por cento?* São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

### Sites

FUNDAÇÃO de Proteção e Defesa do Consumidor (Procon). Disponível em: <www.procon.sp.gov.br>. Acesso em: 12 abr. 2013.

Este *site* traz uma série de informações de proteção e defesa ao consumidor.

IMPOSTÔMETRO. Disponível em: <www.impostometro.com.br>. Acesso em: 12 abr. 2013.

Use esse *site* para saber o quanto o brasileiro já pagou de tributos e refletir sobre os tributos embutidos nos produtos.

## CAPÍTULO 6

### Pitágoras, seu teorema e o número irracional

Muito da cultura da Grécia Antiga permanece até hoje. Na Matemática, vários são os exemplos dessa permanência. O teorema de Pitágoras é um dos mais clássicos desses exemplos. Sem discutir a origem do teorema, se foi de fato de Pitágoras ou não, essa relação matemática é útil para a geometria e será apresentada neste capítulo.

#### O teorema de Pitágoras

A relação é apresentada e mostra-se um exemplo da aplicação dessa ideia entre os egípcios, com o uso de cordas com nós, mantendo a relação pitagórica.

## Debater I

Na experiência proposta, a parede formará um ângulo menor do que  $90^\circ$  no sentido para o qual a corda foi utilizada, e na outra situação o mesmo ângulo será obtuso. A ideia é fazer que os alunos percebam que o teorema de Pitágoras funciona como um esquadro atual, ou seja, um aferidor de ângulos retos através das medidas dos segmentos que compõem o triângulo.

### Como o teorema de Pitágoras é utilizado hoje

Exemplo de cálculo do segmento de reta que falta, dados os outros dois. Talvez seja preciso lembrar os procedimentos necessários na resolução de equações. O significado de raiz quadrada, de decomposição em fatores primos (fatoração), pode ser debatido para facilitar a sua extração.

### Aplicar conhecimentos I

Até o problema número 5, as raízes quadradas requeridas são de números que apresentam raiz exata, mesmo que em formato decimal. Isso se deve ao fato de no problema 6 ser utilizada a raiz quadrada de 98 como parte do argumento para a explicação do número irracional.

- $x = 13$
  - $x = 5$
  - $x = 20$
- $6^2 \neq 2^2 + 4^2 \leftrightarrow 36 \neq 4 + 16 \leftrightarrow 36 \neq 20$  ∴ não são medidas de um triângulo retângulo.
  - $8^2 \neq 3^2 + 7^2 \leftrightarrow 64 \neq 9 + 49 \leftrightarrow 64 \neq 58$  ∴ não são medidas de um triângulo retângulo.
  - $5,4^2 \neq 4,2^2 + 1,6^2 \leftrightarrow 29,16 \neq 17,64 + 2,56 \leftrightarrow 29,16 \neq 20,2$  ∴ não são medidas de um triângulo retângulo.
  - $2,5^2 = 2,4^2 + 0,7^2 \leftrightarrow 6,25 = 5,76 + 0,49 \leftrightarrow 6,25 = 6,25$  ∴ são medidas de um triângulo retângulo.
- A altura do poste era de 9 m.
- A bolinha percorreu 4,5 m.
- A escada desceu 0,2 m.
- Um dos lados mede 10 cm e o outro lado mede, portanto o triângulo não é isósceles.

### O número irracional

Nesse item, sugere-se que, mesmo por meio do uso de uma calculadora, não se consegue chegar a um valor exato para a raiz quadrada de 98. Usar a calculadora para um exercício de aproximações sucessivas em busca de uma raiz irracional é uma atividade que pode complementar as ideias aqui desenvolvidas.

O texto mostra a impossibilidade de medição e declara que esse tipo de número é chamado de irracional, como negação da racionalidade, ou seja, negação da possibilidade de serem escritos em forma de razão (fração ou divisão).

Por causa da proximidade com o número irracional, o capítulo segue com a definição do conjunto dos números reais e relembra quais conjuntos numéricos formam o

conjunto dos números racionais, justificando a inclusão dos naturais e dos inteiros no conjunto dos racionais. Foi destacada a diferença entre os números racionais que surgem em divisões que geram dízimas periódicas, e que, portanto, apresentam um período identificado e repetitivo dos números racionais que exibem uma sequência decimal infinita, porém não periódica.

## Debater II

O debate é proposto nessa parte do capítulo para tornar mais amena e desafiante as definições inclusivas dos conjuntos numéricos. Usar os diagramas para a localização de determinados valores pode ser útil na compreensão desse tema.

### Os números reais e a reta numérica

A reta numérica é utilizada frequentemente na Matemática. Ressaltar que nela podem estar representados todos os números reais é importante na abordagem de problemas de natureza contínua em funções e também em aplicações estatísticas. Foi criada uma sequência que representa os passos de uma aproximação sucessiva ao valor da raiz quadrada de 3. Visto geometricamente, auxilia a compreensão do significado do número irracional. Segue o exemplo do gráfico, comparado com a reta, que mostra a possibilidade de o número irracional também ser representado na reta numérica, em uma posição semelhante àquela obtida pelas aproximações sucessivas.

### Conjuntos numéricos: alguns destaques

Aproveitando o assunto dos conjuntos numéricos, o capítulo continua explorando os números, especialmente os que aparecem abreviados em manchetes de jornais. Em geral, são números grandes que precisam ser abreviados para criar impacto ao noticiar. Por ser usada a vírgula como separadora de classes, o capítulo comenta que, nesse caso, ela não é um indicador da presença de um número não inteiro. É certo que indica a fração de determinada ordem numérica, mas muito provavelmente a fração de outro número inteiro, que mesmo fracionado continua natural. No caso: 0,7 (sete décimos) de um bilhão nada mais é do que 700 milhões.

### Aplicar conhecimentos II

Esses exercícios desenvolvem a leitura dos números abreviados e procuram criar uma discussão sobre os motivos dessas abreviações, que podem passar por uma ocupação menor do espaço disponível, facilitar a leitura e criar impacto no leitor.

- 5,8 milhões: 5 800 000
  - 4,65 mi: 4 650 000
  - 23,08 bi: 23 080 000 000
  - 7,009 bi: 7 009 000 000
- e 3. Respostas pessoais.

### Arredondar números

Esse item é desenvolvido mostrando que o ar-redondamento necessita de uma escolha da ordem a ser arredondada, e que os critérios matemáticos são objetivos e precisam ser seguidos.

### Aplicar conhecimentos III

1. a) 34 621: 35 000  
b) 34 621: 30 000  
c) 2 537 903: 3 000 000  
d) 2 537 903: 2 500 000
2. a) 3 402 654: 3 milhões  
b) 3 402 654: 3,4 milhões  
c) 67 592 944: 67,6 milhões  
d) 67 592 944: 70 milhões
3. 83,5 mil ou 84 mil
4. Alternativa d.
5. Alternativa c.
6. Alternativa a.
7. Alternativa c.

## 6.2. Etapa 2

### Unidade 1 – Ambiente e saúde

#### CAPÍTULO 1

### O descarte dos materiais que utilizamos: como era, como é?

---

Pretendemos, com o estudo deste capítulo, fazer com que os alunos percebam as implicações ambientais relacionadas com as grandes mudanças de consumo, diversidade e quantidade de materiais, verificadas no século XX, que acompanharam um significativo crescimento populacional. Procuramos tratar tais questões a partir do ponto de vista químico da poluição.

O texto de abertura procura traçar um paralelo entre os produtos utilizados nas residências até o início do século XX e os utilizados atualmente, comparando os tipos de materiais empregados para fabricá-los e as fontes desses materiais. Embora a diversidade e a quantidade tenham aumentado muito desde então, a fonte e o destino final desses materiais continuam sendo os mesmos: o ambiente natural.

#### O que acontece com os materiais lançados no ambiente?

O texto procura mostrar que tipos de mudanças tornaram a poluição ambiental um dos grandes problemas a serem enfrentados pela humanidade e dar subsídios ao desenvolvimento de uma conceituação de poluição ambiental, explorada no item seguinte.

### Você é um agente poluidor?

O texto propõe um teste para conscientizar o aluno sobre o fato de ele possivelmente ser também um dos responsáveis pela poluição, ainda que haja uma tendência geral em considerar fábricas, veículos etc. como agentes únicos de poluição, não levando em conta as ações das pessoas. A discussão dessa atividade deve ser encaminhada para uma investigação do porquê de as pessoas serem agentes poluidores.

### Ler tabela

O item mostra que os principais poluentes do ar possuem representações químicas, fontes e efeitos sobre os seres vivos, ambiente e materiais, além de indicar o tempo de sua permanência na atmosfera. Aqui é introduzida uma diferenciação entre os poluentes primários (lançados diretamente na atmosfera), secundários (que se formam por transformações químicas que envolvem os poluentes primários) e terciários (que se formam em transformações químicas que envolvem poluentes secundários). Com isso, pretende-se levar o aluno a perceber que o processo de poluição é muito mais complexo do que se imagina e que seus efeitos vão além daqueles provocados pelos poluentes primários.

### Poluentes das águas e do solo

A poluição das águas e do solo é menos abordada nesse capítulo do que a poluição do ar, pois entre os seus principais agentes poluidores estão os componentes orgânicos do lixo e dos esgotos, mais relacionados a aspectos biológicos da poluição. Assim, neste item são apresentados os principais aspectos físico-químicos envolvidos na ação de poluentes como óleos vegetais e derivados de petróleo, detergentes sintéticos, fertilizantes, pesticidas e metais pesados.

### Experimentar

É fundamental que a atividade proposta seja realizada, pois ela permite entender uma das principais funções dos detergentes que é a de propiciar maior “molhabilidade” da água, ou seja, a de facilitar sua penetração em tecidos e outros objetos, possibilitando remoção de sujeira mais facilmente. Uma vez entendida do ponto de vista estrutural essa ação dos detergentes, é possível compreender por que não se deve utilizá-lo em excesso em processos de limpeza.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa b.

### Para criar

A atividade de fechamento deste capítulo consiste na elaboração em grupo de uma cartilha para incentivar os moradores da região a contribuírem com a redução da poluição ambiental. Essa atividade é uma boa oportunidade para desenvolver um trabalho interdisciplinar que envolva Língua-gens e Códigos, Matemática e Ciências da Natureza.

## CAPÍTULO 2

### Luzes, câmera, ação!

A imagem tem um forte poder sobre a sociedade moderna. Sua capacidade de sedução e de comunicação tem sido fartamente explorado em propagandas de vídeo em diversas mídias. Guerras são assistidas em tempo real como um grande espetáculo, intimidades da vida privada são reveladas como romances literários, corrupção e escândalos flagrados com microcâmeras escondidas. Podemos pensar, a partir desses exemplos, que nossos olhos ficaram mais poderosos para olhar as mazelas de nosso mundo, o que é muito pouco para laurear o empenho de diversas mentes brilhantes que se dedicaram à ampliação de nossas capacidades. Também podemos olhar mais de perto tanto o imenso Universo como a minúscula célula. A ampliação de nossa capacidade visual foi possível, entre outros avanços, graças ao desenvolvimento da óptica como ramo do conhecimento científico.

#### Uma breve história da luz

Nada conseguiria nos aproximar mais da óptica do que o estudo de nosso sentido da visão. Há milhares de anos, teorias foram formuladas tentando explicar como esse fenômeno acontecia, contribuindo com a formatação da visão de mundo de cada época. A apresentação sumária dos modelos pitagóricos (a luz como algo saindo dos olhos e “tateando” os objetos) e atomista (a luz como emanações de miniaturas particulares saindo do objeto) para o fenômeno da visão deve ilustrar a ideia de evolução conceitual em ciência, desmistificando a impressão de que o conhecimento científico “cai do céu” pronto e acabado, sem grandes esforços ou equívocos.

#### Para refletir I

Estimule os alunos a buscarem respostas aos desafios utilizando os dois modelos, chegando à conclusão de que em alguns casos o primeiro explica melhor e, em outros, o segundo é mais adequado. Discuta com os alunos como seria a explicação para a formação de sombras com estas concepções, assim como a ausência de visão ao fecharmos os olhos ou na ausência de uma fonte luminosa, a fim de empenhar uma busca de nexos entre o que se observa e a teoria formulada.

Um modo de dinamizar a avaliar a capacidade argumentativa dos alunos é organizar um tribunal, dividindo-os em dois grupos, cada qual responsável por defender uma teoria. Imagine uma situação-problema em que haja possibilidades interpretativas para a visão (visão noturna, deficiências visuais, visão de cores, daltonismo, ilusão de óptica etc.) e cada grupo deve buscar explicações usando suas teorias. Haverá situações em que um grupo conseguirá se expressar melhor que o outro, mas isso servirá justamente para ilustrar a ne-

cessidade de um modelo mais consistente. O importante aqui é a oportunidade criativa, o ímpeto de defender sua opinião, além da capacidade de ouvir e pensar no que o debatedor disse para formular questionamentos.

#### Aplicar conhecimentos I

1. A luz da fonte luminosa (lâmpada, Sol, vela etc.) vai até o papel e é refletida para todas as direções, inclusive para os nossos olhos.
2. Tapar seus olhos (afetando a recepção da luz), apagar as luzes (afetando a fonte luminosa) ou retirar o livro de você (afetando o objeto iluminado).
3. Para tanto, basta usar duas lanternas e, com a ajuda de um colega, iluminar sua própria mão simultaneamente pelas duas lanternas. Procure posicionar as lanternas de modo que as duas sombras produzidas sejam projetadas numa mesma parede. As duas sombras deverão apresentar contornos diferentes da mesma mão em virtude de serem produzidas por fontes de luz posicionadas em lugares diversos, cada qual emitindo luz de forma retilínea.

#### O receptor de luz que nos é mais familiar: o olho humano

Olhar para a fisiologia do olho para depois compará-lo à câmera fotográfica foi a estratégia adotada para apresentar as características dos receptores de luz.

#### Experimentar I

A atividade da câmara escura, apesar de simples, é muito intrigante, envolvente e promove grandes oportunidades de vislumbre com o fenômeno da propagação retilínea da luz. A formação da imagem invertida no papel vegetal é, por si só, um momento de revelação que, somado ao uso da lente convergente, potencializa, já neste ponto do estudo, formulações de hipóteses sobre o que deve estar acontecendo para que a imagem melhore sua nitidez. Uma boa discussão sobre a relação matemática entre as proporções do tamanho do objeto, as respectivas imagens e distâncias ao orifício ajuda a compreender o efeito de modificação do caminho percorrido pelo raio de luz dentro da câmara.

#### Aplicar conhecimentos II

1.  $\frac{o}{i} = -\frac{D}{d} \rightarrow D = d \cdot \frac{o}{i} = 150 \cdot \frac{12}{8} = 225 \text{ cm} = 2,25 \text{ m}$   
Portanto, a pessoa deveria estar posicionada à 2,25 m do orifício da câmara.
2. Aumentando a distância da pessoa ao orifício da câmara para além dos 2,25 m, a imagem da pessoa ficaria cada vez menor, perdendo nitidez, dificultando a visualização de detalhes.
3. Diminuindo a distância da pessoa ao orifício da câmara para menos de 2,25 m a imagem não caberia inteira no papel vegetal.

## Aplicar conhecimentos III

1.

Máquina fotográfica	Câmara escura	Olho humano	Função
Conjunto de lentes	Lente	Cristalino	Focalizar a imagem
Diafragma	Orifício	Pupila e íris	Permitir a entrada de luz
Tampa da lente da máquina	Fechar o orifício	Pálpebra	Impedir a entrada de luz
Filme fotográfico	Papel vegetal	Retina	Captação e registro da imagem

2. Admitindo a existência do homem invisível, teríamos de admitir necessariamente que ele seria cego, uma vez que a luz que entrasse por suas pupilas não encontraria qualquer anteparo para formar a imagem, ou seja, seu olho não seguiria o princípio da câmara escura.

### Experimentar II

As questões que abrem este segmento do capítulo praticamente pautam seu desenvolvimento. Foi apresentada a relação estabelecida entre a luz emitida por um corpo aquecido e sua temperatura, dando ideia de que a luz é energia em propagação, como toda onda eletromagnética. A atividade de observação da chama de uma vela não dá o caráter probatório de uma experiência demonstrativa, necessitando-se, para tanto, de um termômetro termopar apropriado. Essa atividade serve mais de apoio teórico para o professor exemplificar outras situações em que a medida da temperatura dos objetos seja feita com base na cor, como a utilização de pirômetros ópticos em siderúrgicas e a análise espectral na astronomia estelar. Decorre dessa atividade um exercício de aplicação a uma situação cotidiana de uso inapropriado de lâmpadas.

### Para refletir II

Esta reflexão inicial pretende problematizar a origem do fenômeno óptico conhecido como arco-íris. A dispersão da luz é produzida quando a luz branca, que é resultante da interferência de todas as cores do espectro visível colorido, troca de meio de propagação, alterando assim sua velocidade. Ao fazer isso, a luz branca policromática dispersa em todas as suas componentes.

### Para refletir III

Esta reflexão chama a atenção para os fenômenos ópticos da reflexão e da refração, vivenciados pelos educandos no cotidiano. Em superfícies lisas e polidas ocorre a reflexão da luz, como no caso dos espelhos, da lataria polida em automóveis ou da própria superfície da água. Quando a luz consegue atravessar determinados meios como o vidro, corpos de água rasa ou certas resinas, dizemos que a luz sofreu refração. Ao fazer isso, a luz muda sua direção de propagação, causando efeitos ópticos curiosos como o aparente des-

locamento de objetos imersos na água. Os índios aprendem desde crianças como lidar com essas situações.

### Projetores e refletores de luz: do objeto para os olhos

Aqui damos uma ideia a respeito da diferença entre a reflexão de uma superfície polida e de uma superfície fosca, com base no modelo de propagação retilíneo da luz que vimos na câmara escura. A lente é finalmente explicada em linhas gerais, associada a defeitos da visão como miopia e astigmatismo.

Fecha-se o capítulo com uma breve explicação sobre a relação entre as cores que nossos olhos percebem, a luz incidente sobre os objetos e sua reflexão.

### Experimentar III

Trata-se de um experimento simples que visa identificar o tipo de lente daqueles óculos. Os resultados esperados estão no texto que segue à proposição do experimento, mas há que se atentar para situações em que o dono dos óculos possua uma patologia mais complexa em seus olhos, o que deve ser confirmado para explicar os resultados imprevistos, uma vez que apenas as lentes corretivas para miopia e para hipermetropia foram discutidas nesse texto.

### Para refletir IV

Este debate inicial deve enriquecer a reflexão final sobre os fenômenos ópticos, pois propõe situações bastante comuns e que podem ser percebidas, permitindo argumentos consistentes para denunciar a má fé de alguns comerciantes ou mesmo corrigir seus eventuais despreparos, na melhor das hipóteses. As luzes vermelha e verde não devem ser usadas em balcões de carnes para não alterar a coloração real do produto ali exposto: luz vermelha poderia encobrir eventuais escurecimentos e luz verde daria um aspecto escurecido artificial na carne vermelha. As luzes de lojas de roupas também devem ser brancas para que possamos ver a cor real dos tecidos e escolher aqueles de nosso gosto.

## CAPÍTULO 3

### O futuro dos materiais que utilizamos: perspectivas de mudanças

A ideia central desse capítulo é trabalhar conhecimentos químicos no contexto das relações existentes entre o aumento no consumo de bens verificado após a Segunda Guerra Mundial e a extração de recursos naturais minerais e energéticos do ambiente, destacando-se a importância do petróleo e dos metais. Esperamos que os estudantes, por meio da leitura de gráficos, imagens e textos, percebam que esses recursos são finitos e poderão esgotar-se, o que leva à necessidade de buscar alternativas. Procuramos focalizar o

estudo no âmbito brasileiro, principalmente no que se refere aos dados numéricos. Entretanto, aspectos globais são também considerados.

Os conhecimentos químicos desenvolvidos são principalmente a constituição do petróleo e a obtenção de suas frações por meio da destilação fracionada, além do estudo das propriedades dos metais e sua interpretação no nível microscópico (ligação metálica).

O texto introdutório procura mostrar as mudanças no modo de vida das pessoas, verificadas após a Segunda Guerra Mundial. Essas mudanças estão relacionadas com o grande aumento da diversidade e da quantidade de bens de consumo, salientando que esse aumento acarretou a intensificação da extração de recursos naturais.

### **O que mudou na obtenção e no uso de recursos energéticos?**

O texto compara as fontes de energia utilizadas no Brasil em diferentes períodos, destacando-se o papel do petróleo e seus derivados.

### **Ler gráficos**

1. Petróleo, lenha e carvão.
2. Nesse ano se iniciou uma grande crise mundial de petróleo, em que os preços do produto chegaram a aumentar até 400%. No Brasil, foi instituído o Próalcool, programa que levou ao desenvolvimento de tecnologia para o uso de álcool obtido da cana como combustível.
3. A partir da crise de petróleo ocorrida em meados da década de 1970, o Brasil intensificou as prospecções de petróleo em território nacional, o que permitiu encontrar grandes jazidas submarinas na plataforma continental.

### **O petróleo e seus derivados e Aplicar conhecimentos I**

A importância do petróleo justifica maior conhecimento sobre esse material e seu processamento, o que é feito nesse texto. Quanto à questão proposta, espera-se que a turma responda que é necessário realizar transformações químicas, pois a gasolina é constituída por substâncias diferentes das que constituem o óleo combustível e o querosene.

### **Mudanças na obtenção e no uso de recursos minerais**

O texto procura mostrar que as jazidas minerais são finitas e sua exploração causa danos, muitas vezes irreversíveis, ao ambiente.

### **Os metais e suas propriedades**

A interpretação dessas propriedades requer conhecimentos sobre ligação metálica, que é abordada neste item. É interessante nesse ponto comparar essa ligação com as que foram trabalhadas no primeiro capítulo do volume, intitulado “O descarte dos materiais que utilizamos: como era, como é?” (iônica e covalente), salientando que todas são atrações elétricas entre átomos, mas têm características que as diferenciam.

### **Ler imagem**

A atividade de fechamento é a análise de uma imagem, seguida de um debate. A imagem ilustra uma moradia autossuficiente que capta energia solar e dos ventos para aquecimento e obtenção de água do subsolo. O gás para cozinha é obtido da decomposição de resíduos orgânicos do lixo e dos esgotos. O alimento vem da criação de animais e do plantio de vegetais. O debate proposto a partir da análise da imagem visa estimular os alunos a ampliarem sua visão sobre o futuro, considerando diversos fatores que possam influir numa mudança de modo de vida tal como a apresentada na imagem. Pode-se avaliar também o aspecto “individualista” da proposta, que procura resolver a obtenção de energia, alimentos e água apenas para uso familiar. Será que no futuro os grupos humanos não terão mais consciência da necessidade de compartilhar projetos de sustentabilidade?

### **Aplicar conhecimentos II**

1. d; 2. b.

## **CAPÍTULO 4**

### **Estava escrito nas estrelas**

---

Astronomia é um assunto que instiga crianças, jovens e adultos indistintamente. Publicações especializadas têm se esforçado para produzir material de fácil acesso ao público leigo, justamente por terem percebido que se localizar na imensidão do Universo, compreender de que modo nos movemos no espaço e como ele se estrutura faz parte das questões que ajudam a dar sentido à própria existência humana.

Apesar de não ser a tônica do capítulo, as quebras de paradigmas e mudanças de perspectivas que deram novos rumos à história humana estão implícitas no texto. Assim, as mudanças de paradigmas podem também ser debatidas com a classe.

### **Debater**

Para alguns, os conhecimentos de astronomia podem ser menos relevantes, distantes dos desafios diários a que uma educação libertadora para jovens e adultos se propõe. Discordamos redondamente dessa tese. A estética do mundo também é uma dimensão potencializadora fortemente ratificada pela importância que a arte-educação tem nas diversas pedagogias. Assim, a abertura dos horizontes para uma visão de mundo mais ampla e mais bela proporcionada pela astronomia é também um empreendimento que favorece o surgimento de alternativas que fomentam projetos de vida, inserções sociais e autorrealizações.

### **Pesquisar I**

Construindo um modelo para o sistema Terra-Lua, o capítulo todo aponta para a construção do mapa do Universo,

primeira atividade proposta logo no início. Essa construção se dará paulatinamente, aumentando as dimensões e a complexidade na medida em que avançamos na leitura. A construção de modelos de proporcionalidade é o método empregado em que os alunos se veem diante de algo novo e surpreendente, começando pelas dimensões da Terra e da Lua, assim como pela distância que as separa.

Se estimarmos o diâmetro de uma laranja em 10 cm como sendo a Terra, usando os dados fornecidos pelo texto, é possível perceber, por regra de três simples, que o diâmetro da Lua é muito próximo do diâmetro de uma uva ou uma azeitona pequena (aproximadamente 2,7 cm) e a distância entre elas deveria ser de 30 m ( $30 \times 10 \text{ cm} = 300 \text{ cm} = 3 \text{ m}$ ). Esse exercício torna-se mais surpreendente se o educador chamar a atenção para o fato de que nós vivemos na superfície da Terra e é daqui que avistamos a Lua.

### Para refletir, As fases da Lua e Os eclipses

Parte-se em seguida para as explicações das fases da Lua e dos eclipses lunares e solares. Se a escola dispuser de uma maquete do globo terrestre e de um retroprojektor para simular o Sol, ficará muito prático explicar as fases da Lua e os eclipses utilizando-se uma bolinha de isopor ou uma fruta de tamanho proporcional à Lua, com relação ao globo terrestre. O dia e a noite podem ser também explicados, bem como as regiões em que se avistam o ocaso e o amanhecer, assim como discutir sobre os fusos horários.

### Aplicar conhecimentos I

Alternativa d. As alternativas a, b e c são descartadas, pois nessas épocas a Lua está numa fase diferente da cheia, quando reflete a luz do Sol para a noite da Terra com mais intensidade. O dia 2 de outubro, segundo o desenho, é o dia que marcaria a fase da lua cheia.

### Pesquisar II

Se estimarmos o diâmetro de uma bola de basquete de aproximadamente 30 cm, utilizando as informações do texto, por regra de três simples, chegaremos à conclusão de que a Terra teria o diâmetro de uma ervilha (aproximadamente 3 mm), posicionada a uma distância de aproximadamente 30 m. Em geral, 30 passos de 1 m dão uma boa noção desse modelo Terra-Sol.

### Experimentar

O gnômon é citado para mostrar como o homem utilizou a periodicidade astronômica no início da contagem do tempo. Não está sendo proposta a construção de um gnômon real, para o qual precisaríamos da luz solar, mas sim a compreensão de seu funcionamento por meio de atividades de simulação em que a Terra fica parada e o Sol se move (sistema geocêntrico, no item “Simulando as sombras do gnômon”) e na situação em que a Terra é vista de fora a mover-se (sistema heliocêntrico, no item “Analisando sombras de fora da Terra”). As questões propostas são encaminhadas no texto que segue a sugestão da atividade.

As estações do ano podem também ser mais bem compreendidas utilizando-se o globo terrestre e o retroprojektor para simular o translado da Terra em sua órbita e destacar o efeito da inclinação do eixo da Terra na tipificação do clima em cada posição de sua trajetória.

Nesse ponto do curso, como sugestão de avaliação, pode-se pedir aos alunos que se organizem em grupos de 3 ou 4 pessoas para produzir um vídeo (utilizando câmeras de celular, por exemplo) com duração máxima de 4 minutos. Os temas podem ser distribuídos segundo interesses dos próprios alunos – defendendo, por exemplo, o sistema de mundo heliocêntrico ou geocêntrico. É importante que eles procurem elaborar argumentos consistentes a partir de pesquisas e debates, trazendo as fontes de pesquisa para dar força às suas argumentações. Os vídeos podem ser assistidos numa aula posterior e gerar um bom debate.

### Aplicar conhecimentos II

Alternativa b. Quanto maior for o afastamento rumo ao sul, ou seja, do Equador, maior será a sombra.

### Ler tabela

A tabela com as características dos planetas do Sistema Solar é a base a partir da qual se expandirá a noção de distâncias, revelando a necessidade da troca de unidade de medida para algo que seja mais prático de se usar nos cálculos das dimensões. Saber ler a tabela e interpretar os dados consistentemente é um dos objetivos pedagógicos visados aqui.

1. O planeta que possui o dia mais curto é aquele que possui uma rotação em horas menor, ou seja, Júpiter. O que possui o dia mais longo é Vênus, com 5 817 horas, que correspondem a 242,38 dias terrestres ( $5\,817 \text{ horas} \div 24 \text{ horas} = 242,38 \text{ dias}$ ).
2. O ano de Netuno dura:  $60\,188 \text{ dias} \div 365 \text{ dias} = 164,89 \text{ anos}$ . O dia de Vênus dura:  $5\,817 \text{ dias} \div 24 \text{ horas} = 242,38 \text{ dias}$ .  $242,38 \text{ dias} \div 30 \text{ dias} = 8 \text{ meses}$ .
3. O planeta de maior massa é Júpiter, com 318 vezes a massa da Terra. Para saber quantas vezes ele é maior que a Terra, podemos comparar seus diâmetros:  $142,8 \times 10^3 \text{ km} \div 12,8 \times 10^3 =$  aproximadamente 11 vezes maior.
4. Analisando as temperaturas mínima e máxima dos planetas, verificamos que aqueles em que a água tem condições de permanecer no estado líquido (entre 0 °C e 100 °C) são a Terra e Marte. Buscam-se sinais de vida em Marte justamente por isso, uma vez que se tem por critério científico que a vida necessita de um ambiente com água líquida para se desenvolver.
5. O modelo para o Sistema Solar pode ser construído tomando como base os exercícios realizados para construção dos modelos da Terra, da Lua e do Sol, utilizando os dados de distância do Sol da tabela de planetas. Se convertermos a distância entre Mercúrio e o Sol ( $58 \times 10^6 \text{ km}$ ) para 58 cm e adotarmos o mesmo raciocínio para os demais planetas, deixando-os alinhados, podemos ter uma boa ideia das distâncias médias em termos proporcionais.

## Formação do Sistema Solar e A gravidade

A relação entre os dados da tabela de planetas e os valores da gravidade pode guiar a discussão dessa parte do texto, em que é apresentada a formulação do campo gravitacional, que se manifesta como uma aceleração da gravidade nas proximidades dos planetas. Comparar os campos gravitacionais dos planetas, associando na análise suas massas e seus raios, ajudará na compreensão da magnitude e da importância dessa característica da matéria que tanto nos determina fisiologicamente. Discutir com os alunos sobre o que aconteceria com os nossos corpos se o campo gravitacional da Terra fosse mais ou menos intenso, assim como o efeito da ausência da sensação de gravidade quando se está em órbita, facilitará a compreensão desse conceito. Entretanto, é essencial destacar que “tudo o que possui matéria possui também um campo gravitacional à sua volta”. Não somente corpos celestes possuem gravidade. A caneta, a mesa, as pessoas, tudo o que possui matéria tem inerentemente um campo gravitacional. Calcular, refletir ou estimar a intensidade desses campos vai fazer com que os alunos entendam por que as coisas não grudam umas nas outras.

### Aplicar conhecimentos III

1. Alternativa e.
2. Alternativa d.
3. Conforme dado da tabela, se o diâmetro da Terra =  $12,8 \cdot 10^3$  km, então seu raio em metros será  $6,4 \cdot 10^6$  m. Aplicando a fórmula de campo gravitacional, teremos:

$$g_{\text{Terra}} = \frac{G \cdot M_T}{d^2} = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} = \frac{40,20 \cdot 10^{(-11+24)}}{40,96 \cdot 10^{12}}$$
$$= 0,98 \cdot 10^{(-11+24-12)} \rightarrow g_{\text{Terra}} = 0,98 \cdot 10^1 = 9,8 \text{ N/kg.}$$

4. Supondo uma pessoa com massa = 70 kg, o campo gravitacional a uma distância de 10 metros seria calculado por:

$$g_{\text{Pessoa}} = \frac{G \cdot M_{\text{Pessoa}}}{d^2} = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 70}{10^2} = \frac{469 \cdot 10^{-11}}{10^2}$$
$$= 469 \cdot 10^{(-11-2)}$$

$$g_{\text{Pessoa}} = 469 \cdot 10^{-13} = 4,69 \cdot 10^{-15} \text{ N/kg}$$

O valor obtido para o campo gravitacional da pessoa é muito menor do que o campo Terra, motivo pelo qual a força produzida pelo campo da pessoa não é capaz de mover qualquer outra massa.

## CAPÍTULO 5

### Eu e o futuro do ambiente

Neste capítulo, os problemas ambientais são descritos e trabalhados com o objetivo de fazer com que o aluno compreenda, reflita e aja diante dos agravos ambientais gerados pelo homem:

falta de água potável, lixo, desmatamento, poluição do ar, chuva ácida e o tão comentado aquecimento global.

Por meio de figuras e gráficos, os problemas vão sendo pontuados e analisados, para posterior discussão sobre os possíveis modos de lidar com cada tipo de problema. Desse modo, propomos que o aluno seja incluído nessa discussão e adote alguma forma de intervenção, trazendo para ele a responsabilidade social e ambiental diante dessas questões.

Os sites indicados apresentam trabalhos desenvolvidos por uma série de instituições preocupadas com o meio ambiente. Não deixe de consultá-los.

### Ler gráficos I

1. Se somente 2,5% da água do planeta é doce e, desta, apenas 0,4% está disponível para o consumo humano, concluímos que a água doce potável representa 0,01% do total. Considerando que de 0,4% (0,01% do total), apenas 0,8% nos é acessível, pois é a que está na superfície da Terra, aproximadamente 0,00008% do total de água no mundo.
2. A água existente no mundo atual é a mesma quantidade da época do surgimento do planeta, mas a população tem crescido muito rapidamente e, portanto, o consumo também. Isso significa que, a cada ano que passa, mais pessoas no mundo estão sem água, número cada vez mais relacionado a condições econômicas.

### A água

Em 1992, a ONU instituiu o dia 22 de março como o Dia Mundial da Água. Nessa mesma data, divulgou a Declaração Universal dos Direitos da Água, com a intenção de propiciar fóruns de discussão, reflexão, análise e conscientização a respeito do uso sustentável da água. Em 2010, em comemoração a esse dia, a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) publicaram um relatório conjunto que mostra os seguintes dados: em 2008, enquanto a população mundial estava em torno dos 6,6 bilhões de habitantes, cerca de 5,9 bilhões de pessoas utilizavam água potável. Hoje, com a população mundial beirando os 7 bilhões de habitantes, cerca de 884 milhões de pessoas no mundo não têm acesso à água potável, e um terço dessas pessoas vive na África subsaariana. Assim, pode-se concluir que a população sem acesso à água potável está aumentando.

Além dessas questões, segundo o Instituto Internacional de Ecologia, o custo necessário para a produção de água potável tem aumentado cada vez mais, passando em dez anos (1990-2000), no Brasil, de R\$15,00 para R\$ 150,00 por 1.000 m<sup>3</sup> de água tratada. Esse aumento é devido ao esforço do tratamento em função da má qualidade da água captada nos reservatórios. (Disponível em: <www.iie.com.br>. Acesso em: 4 jan. 2012).

Segundo o relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), as principais formas

de agressão ao meio ambiente, responsáveis pela escassez de água, são:

- falta de medidas sanitárias e de tratamento de esgotos, o que leva a poluição de rios e lagos;
- águas subterrâneas contaminadas por métodos de exploração inadequados;
- águas superficiais muito exploradas pela irrigação e contaminadas por agrotóxicos;
- áreas úmidas, rios e outros ecossistemas reguladores de águas drenados, canalizados, represados e desviados sem planejamento. Disponível em: <[www.pnud.org.br/meio\\_ambiente/reportagens/index.php?id01=1067&lay=mam#ped4#ped4](http://www.pnud.org.br/meio_ambiente/reportagens/index.php?id01=1067&lay=mam#ped4#ped4)>. Acesso em: 4 jan. 2012.

### **Pesquisar I e Ler gráfico II e III**

Nessas atividades, os alunos poderão refletir sobre dois dos grandes problemas relativos ao uso da água no Brasil: o seu consumo excessivo e a falta de saneamento básico adequado e extensivo (o que leva à poluição das águas).

A falta de infraestrutura em alguns serviços prestados, como ocorre com a rede de esgotos do nosso país, causa grande impacto negativo no ambiente e são temas das seções “Ler gráfico II” e “Ler gráfico III”. É o caso também do serviço de coleta de lixo, cujo índice de ausência, principalmente na zona rural, é alarmante. Em “Ler gráfico II”, essa questão é tratada fazendo um paralelo com as informações específicas sobre a região onde reside o aluno.

### **Pesquisar II**

Esse item aborda a produção de lixo doméstico, levantando o problema do destino dado aos produtos que descartamos. As respostas são pessoais, já que dependem do volume de lixo produzido pelos alunos e suas famílias.

### **Aplicar conhecimentos I**

- Porque nessa época (e até hoje), em alguns tipos de indústrias, a fonte de energia básica era a queima de combustíveis fósseis, o que gera a emissão de numerosos gases responsáveis pela formação das chuvas ácidas, como o óxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$ ).
- A reação entre os gases de óxido de enxofre e de nitrogênio, presentes na atmosfera, com a água das chuvas, forma compostos de natureza ácida, como o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).
- A queima de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão.
- A chuva ácida em contato com o solo libera metais tóxicos que podem contaminar rios e prejudicar os seres vivos que dependem dessa água. A ação da chuva ácida em prédios e monumentos transforma qualquer material formado por carbonato de cálcio – mármore, por exemplo – em gesso, o que causa a erosão da construção. Ela contribui também para a corrosão de diversos metais, componentes de casas, edifícios, represas, turbinas hidrelétricas etc.

- Uso de fontes alternativas de energia, que não sejam derivadas de combustíveis fósseis; economia de energia elétrica, além da utilização de aparelhos elétricos com melhor eficiência energética; utilização de transporte público ou bicicletas; manutenção de veículos para que fiquem bem regulados.
- Corrosão de metais e materiais formados a partir de mármore ou pedra-sabão; morte de vegetais de espécies diferentes por perda foliar; murchamento de vegetais submetidos a taxas normais de hidratação.
- Resposta pessoal.

### **Aplicar conhecimentos II**

Finalize o capítulo abordando a poluição do ar, o efeito estufa e o aquecimento global. As respostas são pessoais.

## **CAPÍTULO 6**

### **A Química no sistema produtivo industrial**

Este capítulo tem como objetivo central mostrar aos alunos a importância de conhecimentos químicos no sistema produtivo industrial, bem como a importância desse sistema para o cotidiano das pessoas. A indústria química ainda se encontra em plena expansão e oferece muitas oportunidades de trabalho. Os cursos de Química ainda têm pouca procura quando comparados a outros, possivelmente porque os estudantes não têm vivenciado no Ensino Médio aulas que propiciem uma visão abrangente e atrativa da Química, o que esse livro, incluindo o presente capítulo, procura proporcionar.

Ao longo do capítulo são retomados conteúdos já tratados anteriormente: as fórmulas, as transformações, as equações químicas e outros fundamentos do conhecimento científico. Desse modo, o capítulo faz a retomada de conhecimentos e da sua aplicação dentro de um novo contexto. São introduzidas noções sobre transformações químicas sequenciais, essenciais na indústria.

#### **As indústrias da indústria química e Para criar**

A partir da lista de indústrias que compõem o complexo químico industrial indicada neste item e de observações que realizam em suas casas ou locais de trabalho, propomos aos alunos, como atividade inicial, a elaboração de um texto sobre a importância da indústria química em sua vida diária. Essa atividade tem a finalidade de levar os alunos a perceberem a grande variedade de produtos provenientes da indústria química.

#### **O sistema produtivo industrial e Amônia – sua importância, suas características e sua história**

Diante da grande diversidade de indústrias químicas, destacamos, neste capítulo, as indústrias de amônia, de ácido nítrico

e de ácido sulfúrico. Isso porque esses produtos são, direta ou indiretamente, necessários à produção de praticamente todas as demais indústrias. Alguns produtos de outras indústrias já foram abordados anteriormente e outros também serão nos próximos capítulos desta obra.

Outra razão para a escolha dessas indústrias foi a possibilidade de retomar conceitos químicos já estudados, relacionando-os com processos produtivos, aspectos históricos e implicações ambientais.

### Ler tabela

Assim, o estudo do texto tem início com a leitura de um quadro, seguido de perguntas que retomam ideias sobre ligação química, fórmulas e proporções, propriedades específicas. A discussão dessas questões é uma boa oportunidade para avaliar quanto esses conceitos foram compreendidos pelos alunos.

### Por que a amônia ganhou tanta importância no sistema produtivo industrial?, A síntese da amônia e Ler gráfico

Os itens abordam ainda um pouco da história da síntese da amônia como uma necessidade premente no século XX, devido à expansão da agricultura, que exigiu maior disponibilidade de fertilizantes, e aos conflitos ocorridos na Primeira Guerra Mundial, que requereram novos processos de obtenção de explosivos.

### O ácido nítrico e O ácido sulfúrico

O texto sobre o ácido nítrico está relacionado aos estudos sobre a amônia, uma vez que esse ácido é obtido industrialmente a partir dela. Nele, trabalhamos a ideia de transformações químicas sequenciais, que são etapas de um processo global, relacionando-as ao que ocorre na formação da chuva ácida a partir de óxidos de nitrogênio. O mesmo tratamento é dado ao item sobre o ácido sulfúrico.

### Pesquisar

Nesse item, é proposta uma investigação sobre alguma das indústrias químicas relacionadas anteriormente. Para essa atividade, caso o professor considere interessante e viável, pode ser organizada uma visita a alguma indústria química local. Grandes empresas geralmente aceitam visitas, disponibilizando inclusive funcionários para monitorá-las.

Podem ser formados grupos de alunos para observar, além dos aspectos de produção, as condições de trabalho dos funcionários, os meios de descarte de resíduos, o relacionamento entre funcionários, com seus chefes e vice-versa, os horários de trabalho, a alimentação etc. As observações e conclusões serão mostradas em cartazes e/ou *folders*. É interessante incluir um fluxograma das transformações, escrevendo-se os nomes dessas transformações e algumas fórmulas ou equações químicas, desde as matérias-primas até os descartes de produtos.

## CAPÍTULO 7

### “Contudo, ela se move!”

Este capítulo apresenta alguns conceitos de movimento trabalhados em mecânica. Em cursos regulares de Física, infelizmente é muito comum se gastar um tempo enorme discutindo a descrição matemática dos movimentos, conhecida como cinemática. Isso contribui para formar nos alunos a concepção de que a Física é um amontoado de fórmulas matemáticas descritivas de difícil aplicação no dia a dia, em virtude do alto nível de abstração exigido para o desenvolvimento temático dessas aulas. À dinâmica, parte da mecânica que trabalha as interações entre os corpos, geralmente, reserva-se muito pouco tempo de estudo, reforçando ainda mais a imagem caricatural da Física.

Por isso, optamos por abordar a mecânica a partir da espinha dorsal de sua estrutura teórica: suas Leis de Conservação. Nesse capítulo, em particular, a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento é o tema central que rege o desenvolvimento temático.

Iniciamos com uma breve contextualização histórica, destacando a figura de Galileu Galilei como o autor da frase que dá título ao capítulo e também o encerra.

### Pesquisar

A palavra “mecânica” é a analisada na primeira atividade, que propõe aos alunos que recorram ao dicionário e reflitam em que situações e contextos esse termo é empregado. É a partir da lista que classifica as coisas que lhes vêm à mente nessas situações que desenvolvemos os temas, começando pelo movimento.

### Estudando os movimentos

Logo de início percebe-se que há movimentos diferentes e classificáveis segundo sua trajetória: translações e rotações, designadas respectivamente por coisas que se deslocam e coisas que giram.

### Estudando as coisas que se deslocam

Nas coisas que se deslocam, o conceito de velocidade é trabalhado a partir de placas de trânsito que indicam o tempo para se chegar a algum lugar em vez da distância. Uma discussão sobre os limites de velocidade no trânsito é trabalhada, abrindo oportunidades para um debate sobre cidadania no trânsito, em que o educador poderá aprofundar os assuntos de acordo com a demanda dos alunos.

### Para refletir I

1. Trata-se de uma questão para chamar a atenção dos educandos acerca da velocidade de deslocamento em cada situação, ao se avistar a placa. É evidente que a placa se destina aos motoristas, cuja velocidade é, em média, maior que a do pedestre e menor que a do helicóptero. Entretanto é bastante

interessante destacar o fato de se usar a noção de tempo para informar a distância até um certo local nas estradas, até porque a definição de velocidade média leva em conta ambos conceitos: tempo e deslocamento.

2. Espera-se que os educandos percebam que, se nada de excepcional acontecer nesse trajeto, o helicóptero chegará primeiro, pois sua velocidade de deslocamento é a maior dos três casos. A pessoa caminhando chegará por último, caso o trânsito não impeça o automóvel de se deslocar nessa via. A placa sobre limites de velocidade nas vias se destinam a controlar o movimento dos automóveis e as placas que informam o tempo para um certo destino levam em conta esta velocidade, admitindo que os automóveis naquela via se deslocam em média, com velocidades próximas ao limite determinado. Velocidades acima desses valores fazem com que o veículo chegue antes, como no caso do helicóptero, e velocidades menores aumentam o tempo da viagem, como no caso do pedestre.
3. Significa que se o carro permanecer nessa velocidade, ao final de 1 hora ele terá percorrido 40 quilômetros. O educador pode usar esse conceito para aplicar em outras situações que envolvam taxas que variam com o tempo, como o consumo médio de água ou luz de uma casa no mês, a taxa de crescimento de uma criança num ano etc. A finalidade é mostrar justamente que o conceito de velocidade está mais presente em nossas vidas do que apenas nas estradas.

### Aplicar conhecimentos I

1. Conforme dados fornecidos, o limite de velocidade para caminhões é de 80 km/h. Sabendo que 15 minutos correspondem a 0,25 h, temos:

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow d = v \cdot t = 80 \cdot 0,25 = 20 \text{ km}$$

Assim:  $120 - 20 = 100$ . Ou seja, a placa deverá ser colocada no quilômetro 100 da rodovia.

2. Alternativa b. A velocidade média, nesse caso, deve ser obtida considerando os percentuais de veículos que trafegaram em determinadas velocidades, que se traduzem, na média ponderada, pelos percentuais das velocidades constantes no gráfico:

$$v_m = \frac{(5 \cdot 20) + (15 \cdot 30) + (30 \cdot 40) + (40 \cdot 50) + (6 \cdot 60) + (3 \cdot 70) + (1 \cdot 80)}{100}$$
$$= \frac{4\,400}{100} = 44 \text{ km/h}$$

### Estudando as coisas que giram

O movimento de girar ocorre em torno de um eixo de rotação. Para se caracterizar esse movimento, não é preciso necessariamente haver um giro completo. O análogo à velocidade trabalhada no tópico anterior aqui é a frequência, apresentada como uma grandeza que caracteriza a velocidade dos giros.

### Aplicar conhecimentos II

É importante ressaltar para os educandos que para que um eixo seja identificado, não há necessidade de que algo dê uma volta completa em torno dele, como no caso dos eixos das rodas da bicicleta ou mesmo das catracas e pedais. O próprio guidão possui um eixo, as alavancas dos freios e os mecanismos que pressionam as sapatas do freio nas rodas também se valem de eixos de giros, como os eixos no celim da bicicleta. As pernas e braços da ciclista possuem eixos nos joelhos, tornozelos, dedos, cotovelos e punhos, entre outros. Resumindo, giros e movimentos totais ou parciais em torno de um ponto podem ser pensados como possuindo eixos.

### Para refletir II

1. Trata-se de uma questão que deve ser melhor contextualizada pelo educador. Sugerimos que se oriente a reflexão no sentido das interações que esses móveis realizam com seu entorno. Por exemplo, um automóvel precisa empurrar o chão para trás para se mover para frente. Mesmo para fazer curvas, os pneus devem empurrar o asfalto numa direção para poderem virar na direção dada pelo movimento do volante. Caso o piso esteja escorregadio, o movimento será desordenado, podendo causar acidentes. O avião e o navio também realizam movimentos da mesma forma, só que empurrando o ar, no caso do avião, e a água, no caso do navio.
2. Nesses casos, os movimentos são produzidos porque algo transferiu uma parte de seu movimento. Uma bola de bilhar se moveu porque o taco a empurrou e, se ela bater em outra bola, parte de seu movimento será transferido. A característica desses móveis não dispõem de energia própria, como cita a questão, já deve orientar a reflexão.
3. Procure construir com os educandos as duas categorias de modelos de produção de movimento: por compensação e por transferência. A partir daí, ajude-os a olhar para as interações que os móveis realizam ao iniciarem ou modificarem seus movimentos: se a interação ocorrer em sentidos opostos, então será por compensação; se a interação for no mesmo sentido será por transferência. No caso da pessoa caminhando, ela interage com o solo, de uma forma parecida com o carro, logo por compensação. Já a prancha de surfe é por transferência do movimento da onda que a impulsiona. O foguete é por compensação, pois o gás resultante da queima do combustível é lançado para baixo, fazendo o foguete subir. O submarino, o helicóptero, o peixe o pássaro e o paraquedas se movem como o automóvel, o barco e o avião, ou seja, por compensação. Uma bola de futebol só se move se alguém a chutar, ou seja, por transferência.

### Aplicar conhecimentos III

1. Alternativa e. A taxa com que os fluoretos devem ser adicionados ao fluxo de água na estação é obtida por:

$$\text{Taxa} = 30\,000 \frac{\text{L}}{\text{s}} \cdot 1,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 45\,000 \frac{\text{mg}}{\text{s}} = 45 \frac{\text{g}}{\text{s}}$$

Para se determinar a massa  $M$  que será gasta durante uma hora de tratamento de água, devemos saber que 1 hora corresponde a 3600 s (60 min · 60 seg). Logo,

$$M = 45 \frac{\text{g}}{\text{s}} \cdot 3\,600 \text{ s} = 162\,000 \text{ g} = 162 \text{ kg.}$$

- Alternativa a. Apesar de o texto do livro do aluno não apresentar uma reflexão prévia que possibilite uma resolução do problema pela simples leitura, conta-se aqui com a experiência de vida dos alunos de EJA e com a possibilidade de resolver o desafio simplesmente pensando que é a catraca dos pedais que produz o movimento da roda traseira e que esse movimento é transmitido pela corrente. Assim, quanto maior for o diâmetro da catraca dos pedais e quanto menor for a roda traseira, mais rapidamente a roda traseira girará. Em uma bicicleta, temos os eixos nos centros das rodas e dos pedais. Contudo, não é somente isso que gira nela: o garfo do guidão possui um eixo que permite fazer as curvas; o banco da bicicleta também possui um eixo que permite regulagem; as alavancas do guidão possuem eixos em torno dos quais realiza um semigiro e que acionam, por meio de um cabo de aço, as sapatas que freiam a bicicleta.

### A produção dos movimentos

Damos início à apresentação da Lei da Conservação da Quantidade de Movimento, começando por discutir de que forma é possível produzir algum movimento. Essa ideia é fundamental para explicar toda e qualquer produção de movimento ou de rotação ou de deslocamento, respectivamente, por meio de compensação ou transferência. Para ilustrá-la, diversas situações do cotidiano são apresentadas.

### A conservação dos movimentos

Finalmente, a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento é apresentada e desenvolvida com mais detalhes. A análise do movimento do barco a remo é paradigmático e a metodologia do emprego da tabela que organiza os movimentos antes e depois da interação é de extrema utilidade para a compreensão de como se aplicam essas ideias na construção de máquinas e aparelhos destinados a controlar os mais variados movimentos.

### Para refletir III

- O movimento do barco é por compensação, uma vez que o rapaz empurra a água para trás e faz o barco seguir para frente. Pode-se introduzir a ideia da Conservação da Quantidade de Movimento a partir dessa situação, pois ela ilustra o ANTES e o DEPOIS da remada. Se antes da remada tudo estava parado, então a quantidade de movimento total do sistema era zero. Pela conservação, depois da remada deve dar o mesmo resultado, e o texto do educando que se segue explica exatamente isso.

- Trata-se de educar para a forma de pensar as leis de conservação em Física. Sempre que acontece alguma transformação ou interação no sistema, para se analisar que algo se conserva deve-se levar em conta a situação ANTES da interação e DEPOIS dela.

### Aplicar conhecimentos IV

- Trata-se de uma situação fictícia, mas não irreal, que não exige qualquer abstração dos alunos para sugerirem soluções ao desafio. Compreender como a natureza se comporta no que diz respeito ao movimento é conseguir aplicar a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento às diversas situações do dia a dia. Qualquer solução que seja factível deve ser discutida com todos os alunos.
- Empregando a tabela de conservação do movimento, encontramos facilmente a resposta:

	$Q_{\text{pessoa da frente}}$		$Q_{\text{pessoa de trás}}$		$Q_{\text{Total}}$
Antes	100	+	100	=	200
Depois	220	+	$x$	=	200

Portanto:  $220 + x = 200$  e  $x = -20$ . Isso significa que, depois do empurrão, a pessoa de trás recuou.

- A questão serve para os alunos levantarem hipóteses, mesmo que muitos deles já saibam que o movimento está relacionado à quantidade de massa do corpo. O boxe que se segue ao texto traz essa confirmação e anuncia a ideia de inércia como a tendência do corpo em manter seu estado de movimento, que será apresentada em seguida.

### O cálculo da quantidade de movimento e Experimentar

Não foi dada ênfase ao cálculo da quantidade de movimento justamente pelo fato de ser um complemento desnecessário para nossos objetivos com esta obra. Pretendemos que os alunos sejam capazes de explicar os fenômenos observados a partir dos princípios que auxiliam a construção de uma visão de mundo potencializadora de futuras descobertas. Essa é a instrumentalização desejada para os alunos e que baliza a estrutura deste texto. Um boxe foi montado com informações de como se procede para realizar esse cálculo, assim como a relevância da magnitude da massa e da velocidade para definir uma quantidade de movimento, mais fortemente demonstrável pela atividade **Experimentar** proposta. Suas questões dão oportunidades para a síntese final que relaciona a Lei da Conservação com as Leis de Newton, que serão discutidas na próxima seção.

### Para modificar os movimentos, só fazendo força

As questões iniciais se propõem a provocar nos alunos uma visão de interação entre os objetos e o meio que os circundam, particularmente nos veículos de transporte. É fa-

zendo força no meio que o veículo controla seu movimento, modificando a direção ou a velocidade. Os dispositivos que controlam o movimento dos veículos são projetados de acordo com a interação desejada com o meio, conforme explicação feita sobre o leme do navio. Nessa seção, a palavra “força” deve ser entendida como sinônimo de interação, discutida anteriormente em quantidade de movimento. É por meio das interações que ligamos as Leis de Newton à Lei da Conservação da Quantidade de Movimento.

O texto é encerrado com a discussão de situações em que as Leis de Newton estão embutidas, destacando o conceito de força. O foco ao se utilizar as Leis de Newton não é mais o sistema como um todo, como era na constatação da Lei de Conservação da Quantidade de Movimento, mas em uma parte do sistema: o movimento de um de seus objetos constituintes, explicando como os movimentos podem ser produzidos, mantidos ou alterados.

### Aplicar conhecimentos V

1. Para produzir movimentos em torno do eixo horizontal, basta movimentar o leme na cauda do avião para a direita ou para a esquerda. Para produzir movimentos em torno do eixo vertical, basta levantar ou abaixar os elevadores da cauda do avião. Para produzir movimentos em torno do eixo lateral, é necessário levantar um dos *ailerons* e abaixar o outro, dependendo do tipo de rodopio que se deseja. Outras manobras podem ser pensadas com a conjugação de dois ou mais dispositivos. Discuta isso com os alunos.
2. Esta é uma questão desafiadora e que busca verificar se os alunos conseguem fazer a generalização dos exemplos discutidos no texto sobre a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento. Trata-se de um movimento por compensação, mas no qual o processo é parecido com o do revólver ou do canhão: algo é lançado para um lado, causando um recuo no sentido oposto. No caso, o que é lançado para um lado é um jato de gás, modificando o movimento da nave no sentido oposto. Isso explica os jatos direcionais nas espaçonaves. Esse também é o princípio de funcionamento dos propulsores dos foguetes em seu lançamento, que ejetam gases com grande velocidade para baixo, o que o impulsiona para cima.

## CAPÍTULO 8

### Introdução à Biotecnologia

---

Neste capítulo, o aluno irá conhecer a célula procariótica e a eucariótica, assim como seus componentes citoplasmáticos. Estudará também a organização do material genético nessas células e as implicações dos avanços tecnológicos no campo da Biologia, da Medicina e da Bioquímica, para que possa avaliar o

desenvolvimento e a utilização de alguns procedimentos biotecnológicos, como o Projeto Genoma, os transgênicos, a clonagem e a terapia com células-tronco.

São temas interessantes e polêmicos e que devem trazer uma série de questões para serem amplamente discutidas.

### Para refletir I

1. Ao se juntar com o outro gameta, o óvulo, haverá a união de dois conjuntos de 23 cromossomos, no caso da espécie humana, e o número de cromossomos da espécie será mantido. Caso não haja nenhuma mutação, as características da espécie também serão mantidas.
2. **Semelhanças:** em ambos os processos ocorre a formação de quatro células com metade do número de cromossomos específicos da espécie. O número de cromossomos duplica e depois se divide duas vezes. Ambos os processos são responsáveis pela formação de gametas. **Diferenças:** o processo masculino forma quatro gametas, enquanto o feminino forma apenas um gameta. No masculino, formam-se quatro células de mesmo tamanho, enquanto no feminino formam-se três de mesmo tamanho e uma maior que as outras três.
3. Porque a célula-ovo é geneticamente diferente das células do pai e da mãe.
4. Devido à combinação entre os materiais genéticos, aumenta a variabilidade genética dentro da espécie, o que permite o aparecimento de novas características.

### Ler esquema I

1. Porque elas possuem as mesmas características, pois só houve uma duplicação e divisão de cromossomo.
2. Como não houve mistura entre materiais genéticos, as células formadas serão geneticamente idênticas em relação à “célula-mãe”.
3. É uma reprodução mais rápida, o que favorece a expansão de características que já passaram pela seleção natural.
4. Se o ambiente for estável, é melhor que haja reprodução assexuada, como forma de garantir a rapidez necessária para a conquista do ambiente. Se o ambiente não for estável, o melhor é que o ser vivo se reproduza de maneira sexuada, pois assim terá chance de adquirir novas características e sobreviver às mudanças ambientais.
5. Sim, pois pode aumentar a sua população rapidamente e garantir a variabilidade genética necessária à sua manutenção no ambiente.

### Aplicar conhecimentos I

1. Ambas se referem a questões não técnicas. Na primeira charge, a interferência nas questões religiosas, uma vez que, segundo a Bíblia judaico-cristã, “Deus fez o homem à sua semelhança”. Entretanto, estão modificando o homem sem o consentimento de Deus. A segunda se refere à falta de ética na utilização de informações confidenciais e de uso restrito da pessoa. Os empregos podem se tornar mais difíceis, pois

as exigências serão maiores, não só do ponto de vista profissional, mas também em relação à saúde.

## 2. Alternativa a.

### Ler charge

Sim, pois a charge faz alusão à criação de um ser vivo utilizando material genético de outro ser vivo de espécie diferente: banana com genes humanos.

### Aplicar conhecimentos II

Alternativas a, d, e.

### Para refletir II

1. O fato de existir, em um ambiente natural, plantas geneticamente modificadas, faz com que a seleção natural atue somente sobre as não modificadas, podendo inclusive levá-las à extinção, uma vez que os insetos, que se alimentavam de todas as plantas, passam a se alimentar somente de algumas espécies.
2. A produção de frutos na região seria afetada, pois o número de insetos polinizadores (borboletas, mariposas, abelhas, mamangabas etc.) diminuiria drasticamente.

### Ler esquema II

Reprodução sexuada: os materiais genéticos dos pais são diferentes entre si e, ao serem misturados no óvulo fecundado, uma nova combinação será formada.

Clonagem: o material genético de um dos pais é exatamente idêntico ao do clone, não havendo nenhuma chance de sofrer recombinação.

## CAPÍTULO 9

### Doenças profissionais por uso de substâncias químicas

O objetivo deste capítulo é fornecer informações ao aluno sobre alguns riscos inerentes ao trabalho com substâncias químicas no sistema produtivo industrial, os quais continuam presentes mesmo com a avançada tecnologia empregada nos processos de produção. Ainda que seja um capítulo essencialmente informativo, procuramos, sempre que possível, envolver o aluno em situações-problema que requerem sua participação ativa, seja na análise de textos e tabelas, seja na busca de dados sobre outras doenças ocupacionais.

Para tanto, foram escolhidas como exemplos de doenças o saturnismo e o hidrargirismo. As razões dessa escolha foram, no caso do saturnismo, o fato de essa ser uma das doenças conhecidas há mais tempo (desde a Roma Antiga) e que até hoje atinge milhares de pessoas. No caso do hidrargirismo, a escolha deveu-se a, após o caso de Minamata, no Japão, passarmos a ter conhecimento sobre o acúmulo progressivo de metais pesados nos organismos vivos e nas cadeias alimentares.

A partir desses exemplos, outras doenças profissionais podem ser trabalhadas, como a silicose (causada por inalação de pó de minerais da classe dos silicatos), a asbestose (causada por inalação de fibras de amianto), o benzenismo (causado por inalação de benzeno e solventes dele derivados), entre tantas outras.

### Ler texto literário

A introdução do estudo das doenças profissionais se dá pela atividade que trata da intoxicação por chumbo na extração e na fundição desse metal a partir de seu minério. Será interessante, ao convidar os alunos para a leitura do texto, falar algo sobre o seu autor e sobre as características do livro do qual foi extraído, como resumido a seguir:

O escritor italiano de origem judaica Primo Levi (1919-1987) nasceu em Turim. Em 1937, matriculou-se no curso de Química na Universidade de Ciências de Turim. Entretanto, em 1938, o governo facista proibiu os judeus de frequentarem escolas públicas, permitindo apenas que os já matriculados concluíssem seus estudos. Assim, Primo Levi conseguiu concluir seu curso superior com distinção e louvor, mas, em seu diploma, foi inserida a expressão “DE RAÇA JUDIA”, o que na época lhe fechou todas as portas para qualquer trabalho legalmente reconhecido.

Com o pai à beira da morte, teve de aceitar diversos subempregos, para poder sustentar-se e à sua família. Em 1943, após a queda de Mussolini, as forças armadas alemãs nazistas ocuparam parte do território italiano e Levi se uniu a um grupo de resistência. Foi preso e, depois de passar por um campo de concentração italiano, foi levado, em 1944, ao campo de concentração de Auschwitz, onde ficou até a chegada das tropas aliadas.

O livro *A tabela periódica* é um romance que foi escrito em 1975, com o título original *II sistema periódico*, e traduzido para o português somente em 1994. Nessa obra, cada capítulo tem um nome de um elemento químico que teve significado importante em algum momento da vida de Primo Levi.

Nessa atividade são propostas, após a leitura do texto, questões que visam associar determinada doença a um tipo de trabalho e refletir sobre como um elemento metálico, como o chumbo, pode incorporar-se ao organismo humano.

### O chumbo e o saturnismo

No texto didático são apresentadas características desse elemento, sua fonte natural, aplicações, toxicidade e formas de evitar essa doença ocupacional. No estudo desse texto, são retomadas as representações de transformações químicas sequenciais vistas anteriormente e introduzidos os conceitos de intoxicação crônica e intoxicação aguda, relacionando-os com o conceito de concentração.

### O mercúrio e o hidrargirismo

No texto didático, além do estudo de propriedades e utilizações do mercúrio, propomos a leitura de uma matéria jornalística, que trata de intoxicações em garimpos do Pará e relembra o famoso caso de Minamata, ocorrido no Japão. Feitas essas leituras

ras, os estudantes deverão se juntar em duplas ou grupos, e, seguindo as questões, discutir semelhanças entre hidrargirismo e saturnismo, bem como características relacionadas à intoxicação crônica e à intoxicação aguda.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa a.

### Para ampliar

DREISBACH, Robert H. *Manual de envenenamentos*. São Paulo: Atheneu/Edusp, 1975.

ESPERIDIÃO, Yvonne M.; NÓBREGA, Olímpio S. *Metais*. São Paulo: Ática, 1996.

LEVI, Primo. *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.

MACEDO, Jorge A. B. *Águas e águas*. São Paulo: Varela, 2001.

OGA, Seizi. *Fundamentos da toxicologia*. São Paulo: Atheneu, 1996.

## CAPÍTULO 10

### A todo vapor

---

A sustentabilidade ambiental é um dos assuntos mais urgentes na pauta da humanidade e tem tomado cada vez mais espaço nas diversas mídias, trazendo à reflexão o mundo que deixaremos para as futuras gerações. Esse tema possui diversos vieses de abordagem, todos igualmente importantes e necessários. Trata-se de um assunto essencialmente interdisciplinar, um tema que não é passível de esgotamento no domínio de um único ramo do conhecimento.

Este capítulo foi escrito para motivar seus leitores a conhecerem conceitos importantes da física térmica. Além disso, busca-se chamar a atenção para a questão ambiental e trazer alguns dados sobre a urgência do tema. O capítulo é iniciado com a apresentação das razões históricas para as opções feitas durante o desenvolvimento industrial e tecnológico, que têm apresentado seu alto preço no tempo presente.

### Pesquisar

A atividade de abertura resgata assuntos já vistos em capítulos anteriores de outras disciplinas, colaborando com a formação de um panorama interdisciplinar e ampliando o instrumental de análise da questão ambiental.

### O meio ambiente é “globalizado” por natureza

Essa parte do texto prepara o cenário para a compreensão dos impactos da ação humana sobre o meio ambiente. Tendo em vista o estudo das máquinas térmicas, a contextualização de seu desenvolvimento e apogeu durante a Revolução Industrial, ela é

de suma importância, uma vez que vivemos hoje as consequências das grandes transformações no modo de vida das pessoas, assim como no meio ambiente de maneira global.

### Aplicar conhecimentos I

Alternativa b. Trata-se de um problema que exige as habilidades de ler, compreender e relacionar informações em tabelas. A qualidade de ar péssima corresponde, de acordo com a primeira tabela, a uma concentração de 30 a 40 ppm de monóxido de carbono. Com essa informação, busca-se na segunda tabela a faixa correspondente e seu respectivo sintoma.

### Tudo começou com uma revolução que perdura ainda hoje

É nessa parte do capítulo que a Revolução Industrial é enfocada, particularmente no aspecto das inovações técnicas, que servirá de mote para a continuidade do capítulo.

### Para refletir I

A atividade proposta visa evidenciar a importância que as máquinas térmicas têm em nosso dia a dia, por menos que nos demos conta disso. Geladeira, fogão, torradeira, chuveiro, veículos automotivos etc. são dispositivos destinados a controlar o calor e a temperatura, transformando energia para nosso conforto e comodidade.

### O funcionamento das máquinas térmicas

Alguns conceitos básicos são rapidamente resgatados, para entrar na conceituação e na discussão do funcionamento das máquinas térmicas (turbina a vapor e motor a explosão interna). Essas duas máquinas térmicas propiciarão a discussão de conceitos físicos largamente empregados nas tecnologias ligadas ao controle do calor e da temperatura.

### Debater

O debate proposto busca instigar os alunos a pensarem nos geradores termoeletrônicos, particularmente em seu combustível, e nas transformações de energia que ocorrem.

O texto que se segue dará pistas sobre as questões postas em debate.

### A turbina a vapor

O funcionamento da turbina a vapor é discutido em detalhes, dando-se destaque à ideia da conservação de energia que ocorre nesse processo. O quadro sobre **O fluxo de energia nas mudanças de estado** ajuda a compreender como as substâncias, em particular a água, ao mudar de estado físico, de sólido para líquido, e deste para gasoso, absorve energia, ou, em sentido oposto, cede energia.

### A pressão atmosférica e as mudanças sob pressão

A discussão sobre a pressão atmosférica vem à tona com base nos possíveis resultados do experimento, particularmente quando ele é realizado em uma localidade acima do nível do mar. Nesse caso, os pontos de fusão e de ebulição da água não serão

exatamente 0 °C e 100 °C, respectivamente, mas um pouco menores. Os conceitos de pressão atmosférica e do comportamento dos gases sob diferença de pressão são explicados no texto, sendo propostas algumas questões ligadas à vivência cotidiana e relacionadas ao assunto, a fim de aferir a compreensão.

### Para refletir II

1. Os dois furos visam garantir que o ar entre por um dos furos à medida que o óleo sai pelo outro. É a entrada de ar que expulsa o óleo. Com um único furo, ao entornar a lata, a pressão dentro dela fica menor que a pressão atmosférica, impedindo que o óleo saia.
2. Ao sugar o canudo, diminuímos a pressão de nossa boca. Deslocando a língua para trás, aumentamos seu volume. Com isso, a pressão atmosférica sobre a superfície do líquido fica maior que a pressão dentro da boca, o que faz com que o líquido flua pelo canudinho para dentro da boca.
3. O princípio é o mesmo do canudinho, ou seja, o motor do aspirador diminui a pressão atmosférica no bico do aspirador, fazendo com que o ar seja sugado e, junto, a poeira.
4. Os ventos na natureza ocorrem devido à variação de pressão e temperatura do ar na atmosfera, pelo processo de convecção do ar quente que sobe e do ar frio que desce. Esse movimento faz com que ocorram regiões de maior e menor pressão, levando o fluxo do ar para as regiões de menor pressão.

### Cozinhando sob pressão

Toda a discussão precedente, tanto teórica como experimental, pode ser verificada na tecnologia da panela de pressão. A pressão atmosférica é utilizada por ela a favor da economia energética, cozinhando os alimentos mais rapidamente do que uma panela convencional.

### Aplicar conhecimentos II

1. a; 2. e.

### As Leis da Termodinâmica e o rendimento das máquinas térmicas

Esse tópico é aberto, destacando-se o processo de formação do conceito de calor, tendo como gênese o conceito de calórico, fluido térmico que ia da fonte quente para a fria. A evolução conceitual do calor nos levou ao processo de transferência de energia térmica que possuímos hoje, mas a ideia do fluxo de calor nos ajuda a compreender a necessidade de realizar um grande esforço para fazer o calor fluir no sentido contrário, ou seja, da fonte fria para a quente, como ocorre na geladeira.

A Segunda Lei da Termodinâmica remete à necessidade de se pensar a questão do rendimento das máquinas, uma vez que a aquisição do combustível representa um custo real para o seu funcionamento. A definição matemática do rendimento decorre da apresentação da Primeira Lei da Termodinâmica, que nada mais é que o princípio da conservação da energia: o calor total ( $Q$ ) fornecido a um sistema é igual ao trabalho ( $T$ ) realizado por ele somado à sua energia interna ( $U$ ):  $Q = T + U$ .

### Aplicar conhecimentos III

1. Máquina 1:  $\eta_1 = \frac{T}{Q} = \frac{200}{1000} = 0,2 = 20\%$

Máquina 2:  $\eta_2 = \frac{T}{Q} = \frac{350}{1000} = 0,35 = 35\%$

Como  $\eta_2 > \eta_1$ , então, a máquina 2 é mais eficiente que a máquina 1.

2. Alternativa c.

### Para refletir III

As questões visam buscar referências do uso cotidiano das palavras “rendimento” e “eficiência”. Todas essas questões trazem boas pistas para entender o conceito físico de eficiência e rendimento. É importante ter em mente a ideia de que o rendimento é o resultado de um investimento, de uma aplicação, de um empenho realizado. Quanto maior o benefício produzido, maior será o rendimento ou a eficiência obtida.

### O motor a explosão interna: a potência que veio dos cavalos

O conceito de potência aplicado aos motores a explosão interna é discutido aqui, fazendo uma correspondência histórica com as referências ligadas aos cavalos, meio de transporte utilizado antes da Revolução Industrial. O fundamental aqui é ficar claro o fluxo de energia e suas transformações, partindo-se do combustível até a produção do movimento dos pistões nos cilindros do motor.

O funcionamento de um motor de quatro tempos é apresentado detalhadamente para destacar aspectos importantes sobre as transformações gasosas e suas propriedades, ainda que de forma qualitativa. O mecanismo de refrigeração do motor completa a perspectiva do estudo das propriedades térmicas da água e seu emprego tecnológico.

Seria uma ótima atividade propor uma seção de cinema com o filme brasileiro *Kenoma* (1998). Discutir a obsessão do personagem em construir um moto-perpétuo, máquina idealizada que não consumiria energia ao funcionar, poderia estimular um excelente debate com a turma sobre os conceitos vistos nas aulas, ou, ainda, o filme poderia ser usado como provocador de questões, abrindo o capítulo. As duas Leis da Termodinâmica podem ser bem debatidas a partir do filme que, entre paixões e desilusões humanas, manifesta a engenhosidade e a empreitada científica com todos os riscos e frustrações inerentes a essa arte.

## CAPÍTULO 11

### A saúde do trabalhador

Inicialmente, neste capítulo, abordamos os conceitos gerais relativos à saúde e, posteriormente, focamos as questões mais específicas referentes à saúde do trabalhador. Para as discussões, nos baseamos na definição de saúde descrita na Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, que criou o Sistema Único de Saúde (SUS):

A saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer, o acesso aos bens e serviços essenciais; os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do país.

Fonte: Casa Civil da Presidência da República. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/18080.htm>. Acesso em: 18 fev. 2013.

Houve também a preocupação em demonstrar que a saúde dos indivíduos apresenta, além de um componente individual (ligado aos hábitos de vida), forte influência de um componente coletivo (que tem mais relação com o ambiente e as políticas públicas). A importância da prevenção está presente de forma transversal ao longo de todo o capítulo, com a valorização da conscientização do aluno sobre os seus hábitos, a necessidade de mudança daqueles que lhe são prejudiciais e o seu engajamento para possíveis transformações na dimensão coletiva da saúde.

### Ler imagem I

1. A turma deve ser estimulada a observar o cartaz com atenção e identificar algumas medidas que ajudem a prevenir a doença. Espera-se que cite medidas como: comer frutas, verdura e legumes e realizar atividades físicas. É preciso explicar aos alunos as razões dessas medidas serem preventivas (fibras ajudam no trânsito intestinal, atividades físicas estimulam o sistema imunológico, circulatório e respiratório, entre outras).
2. e 3. Respostas pessoais.

### Saúde

O senso comum entende saúde como o contrário de doença. Se uma pessoa não tem nenhuma doença, dizemos que ela é saudável. No entanto, mesmo não estando doente, uma pessoa pode estar submetida a uma série de condições prejudiciais à sua saúde. Além dos aspectos físicos (ou biológicos), a saúde tem um aspecto psicológico e outro social. Por meio do texto proposto, tentamos enfatizar que a saúde apresenta dois enfoques principais: o individual e o coletivo.

### Para refletir

1, 2 e 3. Essas questões têm como objetivo construir um conceito de saúde a partir da comparação entre a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS) e as definições encontradas pelos alunos entre pessoas conhecidas. É importante ressaltar que a definição da OMS não deve ser vista como a correta, uma vez que existem muitos autores que a criticam, principalmente por colocar a saúde como um estado completo de bem-estar (e, portanto, inatingível). A definição presente na lei do SUS traz uma perspectiva mais interessante, uma vez que define a saúde como decorrente de fatores que a determinam e outros que a condicionam.

4 a 7. Essas questões pretendem fazer com que os alunos pensem sobre os seus hábitos individuais e reflitam sobre a necessidade de mudanças para melhorar a sua saúde. Ao preencher a tabela da questão 5, é importante que os alunos pensem

sobre suas questões familiares, laborais e relacionadas à vivência na sociedade. Nessas três instâncias da vida, há uma série de condições que afetam a saúde, como desemprego, violência doméstica, excesso de ruídos, falta de equipamentos de proteção, poluição, trânsito etc. A proposta de confecção do cartaz coletivo tem por objetivo lembrar hábitos não citados pelos alunos, mas que também os afetam, além de propor maneiras de diminuir os prejuízos em sua saúde.

8 e 9. Ambas as questões, da mesma forma, pretendem que eles sejam capazes de fazer isso na esfera individual. Todos têm direito à saúde, mas são igualmente responsáveis por garanti-la. Assim, pedimos que eles pensem nas condições sociais que prejudicam a saúde, mas também proponham formas de prevenir ou alterar essas condições. Por exemplo, se a poluição de um córrego for levantada como condição que prejudica a saúde, os alunos podem propor a diminuição do lixo que nele é jogado por meio de uma campanha de conscientização da comunidade, um abaixo-assinado exigindo das autoridades competentes sua limpeza, um vídeo denunciando a situação do córrego etc.

### Saúde, um direito de todos!

Nesta parte do capítulo, apresentamos um breve histórico de como se constituiu o SUS e do importante papel que a sociedade civil organizada teve na sua construção. Procuramos demonstrar, dessa forma, que a promoção da saúde é um direito garantido na Constituição (a principal lei do país) e que é muito importante a ação dos cidadãos na garantia desse direito. O texto apresenta ainda dicas de como os alunos podem atuar na luta pela efetivação da lei no que se refere à saúde.

### Saúde do trabalhador

Após definir o que é saúde de modo geral, enfocamos particularmente a saúde do trabalhador. Isso porque, quando se trata de EJA, sabemos que esse público é formado por trabalhadores, independentemente de eles estarem ou não no mercado formal de trabalho. Os alunos são convidados a pensar em quais riscos esses trabalhadores estão submetidos e nos diferentes riscos existentes em diversas atividades de trabalho.

### 28 de abril – Dia Mundial de Segurança e Saúde no Trabalho

Esse texto mostra que os problemas de saúde do trabalhador não são comuns na maior parte dos países e não são específicos do nosso. Apresenta ainda um cordel feito por repentistas nordestinos para o Ministério da Saúde que faz um resumo do que foi trabalhado ao longo de todo o capítulo, convocando todos para que se engajem na luta pela prevenção de acidentes e doenças de trabalho.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e a Comissão Interna para Prevenção de Acidentes (Cipas) são mencionados e posteriormente detalhados. Tanto um como outro devem ser conhecidos pelos trabalhadores, uma vez que são importantes ferramentas na prevenção de acidentes e doenças do trabalho e, portanto, na promoção da saúde.

## Ler imagens II

Os EPIs são retomados na atividade, que alerta os alunos acerca da obrigação do empregador de fornecer esses equipamentos, tamanha a sua importância no cotidiano dos trabalhadores. É preciso chamar a atenção dos alunos para as atividades mostradas nas imagens, para que possam identificar os riscos que cada profissional estaria correndo, caso não estivessem usando os EPIs. As questões propostas se voltam à conscientização de que é dever do trabalhador utilizar os EPIs e que é seu direito exigir o fornecimento desses equipamentos. As respostas esperadas são apresentadas a seguir.

1. Na primeira imagem, há risco de queda do andaime, por isso, é preciso usar os seguintes EPIs: capacete, macacão profissional, corda presa ao colete, o qual está preso ao andaime. Na segunda imagem, nota-se a possibilidade de intoxicação por inalação de produtos tóxicos. Os EPIs são boné com protetor de orelhas, luvas, avental, macacão e máscara respiratória. E na última imagem, podem ocorrer cortes no corpo. Os EPIs recomendados são capacete, luvas, macacão profissional, protetor de orelhas.
2. Resposta pessoal.
3. Resposta pessoal.
4. Professor, oriente os alunos a procurar *sites* que enfoquem a legislação trabalhista brasileira, como o <http://segurancasaudedotrabalho.blogspot.com.br/2010/08/deveres-e-direitos-referentes-ao-epi.html>. Acesso em: 6 fev. 2013.

## Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – Cipa

Um trecho das Normas Regulamentadoras das Cipas, referente às suas atribuições, é apresentado aqui para que os alunos tomem contato com o assunto. As questões propostas têm o intuito de ajudá-los a verificar se essa Comissão existe ou não em seu local de trabalho e também a perceber sua importância e a relação que ela tem com os equipamentos de proteção individual. Ao final, sugerimos a montagem de uma cena de teatro que esclareça sobre os riscos, os acidentes ou as doenças decorrentes do trabalho. O importante é que essa cena seja apresentada para outras pessoas – da comunidade, por exemplo – que não estejam diretamente ligadas aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Dessa forma, além de se aprofundarem nos temas estudados, os alunos disseminarão esses conteúdos, agindo de maneira transformadora em sua comunidade. A articulação para conseguir os espaços ou locais e para definir a qual público as cenas serão mostradas, assim como promover um debate sobre saúde do trabalhador após as apresentações, é papel fundamental do professor na educação de seus alunos e de outros trabalhadores. “E, concluindo, dentro desse enfoque, não se poderá dizer que saúde é um estado de razoável harmonia entre o sujeito e a sua própria realidade?” (Marco Segre e Flávio Carvalho Ferraz. Departamento de Medicina Legal, Ética Médica e Medicina Social e do Trabalho da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997).

## Unidade 2 – A Matemática resolvendo problemas

### CAPÍTULO 1

### Você, a mídia e a Matemática

---

Este capítulo tem a preocupação de apresentar uma visão geral dos diferentes tipos de gráficos utilizados em um jornal ou uma revista, ao mesmo tempo que apresenta algumas estratégias de utilização da Matemática para a persuasão do leitor e a transmissão de informações, que nem sempre são neutras, pois expressam a opinião do autor. Assim, o estudante é alertado para os perigos da ideologia da certeza, mostrando que a Matemática às vezes é utilizada como artifício de persuasão.

O capítulo explora gráficos, tais como: de linhas, de colunas, de setores, de barras, ideogramas e suas construções.

Espera-se que o estudante compreenda a importância e a necessidade de dominar algumas ideias e ferramentas da Matemática, requeridas para realizar a leitura e a interpretação de notícias publicadas em jornais, revistas e *sites* com discernimento e criticidade.

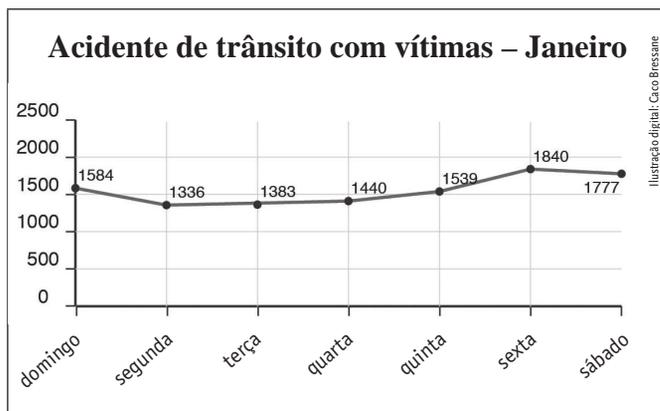
O trabalho com os gráficos tem o objetivo de criar condições para que o estudante busque as informações apresentadas nas notícias, estabeleça relações entre o texto e o gráfico que o acompanha, comparando e articulando as mensagens apresentadas. Finalmente, espera-se que ele se sinta capaz de emitir sua própria opinião. É importante que o professor chame a atenção dos alunos para os diferentes tipos, propondo questões que desenvolvam sua percepção a respeito dos gráficos que são mais adequados para representar determinadas situações.

Uma sugestão é organizar uma conversa em que todos os alunos fiquem à vontade para falar sobre gráficos. É possível sugerir que os alunos tragam jornais e revistas com gráficos para a sala e que os comparem e falem sobre eles. Esse é um momento importante, a fim de valorizar os conhecimentos sobre gráficos já construídos pelos jovens e adultos.

### Ler gráficos

1. O gráfico 5 trata do aumento no número de jovens votantes entre 2002 e 2006. O gráfico 6 mostra a taxa de desemprego entre homens e mulheres e a desvantagem destas neste quesito.
2. O aumento foi de 0,8 milhão de jovens votantes, ou seja, de 800.000 jovens entre 2002 e 2006.
3. A resposta é pessoal.

No exercício com a tabela 3, o gráfico de linhas ou segmentos referente à tabela pode ser feito da seguinte forma, possibilitando uma visão dos dias de maior incidência de acidentes:



#### Aplicar conhecimentos

- Alternativa d. Essa atividade exige a leitura criteriosa do gráfico. Alguns estudantes podem interpretar incorretamente os dados apresentados, e responder que a categoria mais exposta é a das crianças, quando, na verdade, é preciso entender que a categoria mais exposta é a que tem menos pessoas imunizadas, ou seja, a dos adultos com idade entre 20 e 29 anos.
- Alternativa c. Para responder esta questão, basta observar o gráfico para perceber que o único período de queda é o compreendido entre os anos de 2003 e 2006.
- Alternativa a. Essa questão exige cálculos simples de multiplicação e a comparação dos resultados obtidos com o gráfico.
- Alternativa d. A questão envolve, novamente, cálculos simples (adição, subtração e multiplicação) e leitura de gráfico.
- No item a basta verificar quanto falta para totalizar 100%, o que, no caso, para os acabamentos, são 26%. No item b, para completar a tabela, basta calcular as porcentagens:

Etapas da obra	Gastos em reais
Fundações	$0,07 \times 145\ 000 = 10\ 150$
Serviços preliminares	$0,04 \times 145\ 000 = 5\ 800$
Acabamentos	$0,26 \times 145\ 000 = 37\ 700$
Projetos e aprovações	$0,05 \times 145\ 000 = 7\ 250$
Instalação hidráulica	$0,17 \times 145\ 000 = 24\ 650$
Telhado	$0,12 \times 145\ 000 = 17\ 400$
Estrutura e alvenaria	$0,15 \times 145\ 000 = 21\ 750$
Esquadrias	$0,10 \times 145\ 000 = 14\ 500$
Serviços complementares	$0,04 \times 145\ 000 = 5\ 800$

- Alternativa c. Essa atividade apresenta dois gráficos de linhas sobre um mesmo plano cartesiano. É necessário observar que a cada vitória devem ser associados 3 pontos, a cada empate, 1 ponto, e nenhum ponto a uma derrota. Para identificar uma derrota, um empate ou uma vitória é preciso verificar qual é o gráfico que está acima do outro em determinada data.
- Verificamos no gráfico:  
Um aumento aproximado de 25% da população urbana, comparando 1991 e 2000.  
Um aumento aproximado de 45% da população urbana, comparando 1991 e 2010. Esses fatos demonstram a má distribuição da população em termos territoriais e que o Brasil se consolida neste século como um país eminentemente urbano, podendo até ser comparado a países da Europa.
- Alternativa c. O estudante precisa calcular quantas das 279 pessoas respondem “não” à enquete. Pelo gráfico, esse número corresponde a 25%, ou seja, 69,75 pessoas.

#### Para ampliar

##### Livros

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1990.

LARSON, Ron; FARBER, Betsy. *Estatística aplicada*. 2. ed. Tradução de Cyro Patarra. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

SCORDAMAGLIO, Maria Terezinha. *Fazer média está na moda*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC)

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Experiências matemáticas: 5ª a 8ª séries*. São Paulo: SE/Cenp, 1994.

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com estimativas*. Tradução de Sérgio Quadros. São Paulo: Scipione, 1998. (Coleção Investigação Matemática.)

\_\_\_\_\_. *Atividades e jogos com gráficos*. Tradução de Sérgio Quadros. São Paulo: Scipione, 1998. (Coleção Investigação Matemática.)

ZAMPIROLO, Maria José C. V. *As estatísticas revelam...* São Paulo: Editora do Brasil, 2000 (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

\_\_\_\_\_; SCORDAMAGLIO, Maria Terezinha. *Gráficos: a comunicação da atualidade*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000 (Projeto Escola e Cidadania - PEC.)

##### Sites

IBGE. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Disponível em: <[www.ime.usp.br/caem](http://www.ime.usp.br/caem)>.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <[www.edumatec.mat.ufrgs.br/cursos/trab2/grdia.htm](http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/cursos/trab2/grdia.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2012.

Traz somente questões interessantes sobre gráficos. Você mesmo poderá acessar a resposta para ver se acertou.

## CAPÍTULO 2

### Sistemas de numeração, de medidas e problemas de contagem

A primeira parte deste capítulo trata dos sistemas de numeração posicionais e mostra os procedimentos necessários para a realização de cálculos em situações de conversão de valores de uma base para outra. O sistema de numeração decimal está automatizado na mente de cada pessoa. Para compreendê-lo plenamente, pode ser necessário explorar sistemas em outras bases.

#### Aplicar conhecimentos I

1. a)  $(12)_5$ , b)  $(24)_5$ , c)  $(104)_5$ , d)  $(130)_5$ , e)  $(311)_5$ .
2. a)  $(302)_5 = 77$  e  $(43)_6 = 27 \therefore (302)_5 > (43)_6$   
b)  $(1011)_3 = 31$  e  $(202)_4 = 34 \therefore (1011)_3 < (202)_4$

#### Aplicar conhecimentos II

- a)  $(11101)_2 = 29$
- b)  $(100101)_2 = 37$
- c)  $(1000001)_2 = 65$
- d)  $(11100000)_2 = 224$

#### Algumas medidas de tempo

Os minutos e os segundos da hora apresentam um formato de agrupamento de 60 unidades. O sistema de graus, para a medida de ângulos e arcos de circunferência, também apresenta subdivisões em grupos de 60 unidades. No texto do aluno são mostrados alguns elementos históricos da origem desse tipo de agrupamento. Seguem exercícios que requerem conversões dentro desses sistemas, incluindo a construção da ideia de média aritmética.

#### Aplicar conhecimentos III

1. a) 7h15min  
b) 8h30min  
c) 3h35min  
d) 1h27min  
e) 1h42min  
f) 1h34min30s
2. Tempo total da prova: 1h33min27s

#### Aplicar conhecimentos IV

1.  $A = 113^\circ 15'$ ;  $C = 117^\circ 15'$ ;  $D = 97^\circ 15'$ ;  $E = 91^\circ 15'$
2. Ângulo interno:  $174^\circ 22' 30''$

#### Problemas de contagem e de raciocínio combinatório

A segunda parte do capítulo aborda elementos de raciocínio combinatório. Referida abordagem será efetuada a partir de problemas que desenvolvem o raciocínio multiplicativo. Não é

feita a discriminação dos tipos de agrupamentos: arranjos, combinações e permutações. Também não são propostas fórmulas de resolução. O aprofundamento dessas particularidades pode ser feito se houver tempo disponível. São dados dois exemplos resolvidos para introduzir o assunto.

#### Aplicar conhecimentos V

1. Ao todo são  $5 \times 4 \times 3 = 60$  possibilidades.
2. Ao todo são  $4 \times 3 = 12$  números.
3. Ao todo são  $4 \times 4 = 16$  números. São eles: 33, 37, 38, 39, 73, 77, 78, 79, 83, 87, 88, 89, 93, 97, 98, e 99.
4. O número de diagonais de um heptágono é  $28 \div 2 = 14$ .
5. Como os números naturais devem ser pares, a ordem das unidades apresenta apenas duas possibilidades. Para completar o número de três algarismos restam quatro possibilidades para a ordem das dezenas e três possibilidades para a ordem das centenas. Assim:  $3 \cdot 4 \cdot 2 = 24$  números naturais.
6. Sendo 26 letras e 10 algarismos, as possibilidades são:  $26 \cdot 26 \cdot 26 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 175\,760\,000$ . Esta seria a resposta se as placas com os algarismos 0000 não fossem excluídas. Por isso, para cada formação de três letras, deve-se excluir uma placa. Assim são  $175\,760\,000 - 17\,576 = 175\,742\,424$  placas possíveis. Outra maneira de resolver seria descontar a placa a ser excluída no cálculo inicial:  $26 \cdot 26 \cdot 26 \cdot 9\,999 = 175\,742\,424$ .
7. Alternativa e. Na alternativa a, saindo às 9h20min, o tempo médio da viagem é de 90 min, portanto, chegará às 10h50min. Na alternativa b, saindo às 9h30min, o tempo médio da viagem é de 90 min, portanto chegará às 11h. Na alternativa c, saindo às 9h, o tempo médio da viagem é de 95 min, portanto, chegará às 10h35min. Na alternativa d, saindo às 8h30min, o tempo médio da viagem é de 105 min, logo, chegará às 10h15min. E na alternativa e, saindo às 8h50min, o tempo médio é de 100 min; consequentemente; chegará às 10h30min.
8. Alternativa c. O tempo médio da viagem de João é de 50 minutos e o da viagem de Antônio é de 110 minutos. A diferença no tempo é de 60 minutos. Durante 20 dias, Antônio gasta 20 horas a mais que João.
9. Alternativa c. Como a única pessoa que sabe o telefone de Carlos é o Ênio, Aldo precisa falar com Ênio. Aldo não tem o telefone de Ênio, mas Dino tem. Assim: Aldo liga para Dino, depois para Ênio e por fim para Carlos.
10. Alternativa d. Na tentativa de melhorar o aproveitamento das mesas à disposição, no primeiro dia podem ser realizados os jogos números 1 a 5. No segundo dia, os jogos números 6 a 10. No terceiro dia, apenas os jogos números 11 a 13. O jogo 14 não pode ser realizado nesse dia porque envolve jogadores dos jogos 11 e 12. No quarto dia, é realizado o jogo 14, e apenas no quinto dia pode ocorrer a final.

## CAPÍTULO 3

### Sistemas de equações, elementos de geometria analítica e probabilidade

Este capítulo, assim como o anterior, traz instrumentos matemáticos importantes para a resolução de problemas. A resolução dos sistemas de equações pelo método da substituição é apenas um dos procedimentos possíveis. Outros métodos podem ser apresentados, se houver interesse e tempo.

Desenvolvemos aqui a ideia de equação de uma reta, definindo tanto sua equação geral como sua equação reduzida. A ênfase recai sobre a obtenção da equação da reta por meio de um sistema de equações criado a partir das coordenadas de dois pontos.

#### Aplicar conhecimentos I

1. a)  $(8; 1)$ ; b)  $\left[\frac{3}{2}; \frac{1}{2}\right]$ ; c)  $(-3; 1)$  d)  $\left[\frac{7}{5}; \frac{2}{5}\right]$ ; e)  $(1; -1)$ ;

f)  $(3; 4)$ ; g)  $(5; 5)$ ; h)  $(4; 3)$ ;

2. a)  $\begin{cases} 3x - 2y = 26 \\ 2x + y = 29 \end{cases}$  Os números são 12 e 5.

b)  $\begin{cases} x + y = 18 \\ 3x - 2y = 19 \end{cases}$

O comprimento do retângulo é 11 m e a largura é 7 m e a área é 77 m e a área é 77 m<sup>2</sup>

c)  $\begin{cases} 2c + j = 117 \\ 3c + j = 162 \end{cases}$

Carlos tem R\$ 45,00 e Júlia tem R\$ 27,00.

d)  $\begin{cases} c = j + 4 \\ 3c - 6j = 0 \end{cases}$

Cláudia tem 8 anos e Juca tem 4 anos.

e)  $\begin{cases} 2x + 2y = 160 \\ \frac{x}{6} = \frac{y}{4} \end{cases}$

O valor de  $x$  é 48 e o de  $y$  é 32. O quadrado formado tem lado igual a 8 e sua área é 64 cm<sup>2</sup>.

f)  $\begin{cases} 4m + 2a = 6 \\ 4a + 2m = 4,5 \end{cases}$

O mamão custa R\$ 1,25 e o abacate R\$ 0,50.

g)  $\begin{cases} a + n = 9974 \\ 15a + 25n = 175930 \end{cases}$

Na arquibancada, assistiram ao jogo 7342 torcedores e 2632 ficaram nas numeradas.

#### Aplicar conhecimentos II

1. a)  $2x + y = 6$

b)  $-3x + 2y = -4$

c)  $5x - 3y = 4$

2.  $(1; 2)$ ,  $(4; 6)$  e  $(16; 1)$

3.  $(r) : y = -3x - 2$ ;  $(s) : y = x - 1$ ;  $I$

#### Aplicar conhecimentos III

1. O aluno comprou 21 bilhetes e a probabilidade de ele ganhar é de  $\frac{21}{85}$ .

2. A probabilidade de o mais velho ganhar é de  $\frac{3}{60}$  e a probabilidade de o mais novo ganhar é de  $\frac{8}{140}$ . O irmão mais novo tem chance, porque  $\frac{8}{140} > \frac{3}{60} = \frac{1}{20} = \frac{7}{140}$ .

#### Debater

O objetivo deste debate é levantar alguns aspectos relativos ao cálculo de probabilidades. Na primeira questão, não é correto afirmar que os valores sempre serão 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Isso pode acontecer eventualmente, mas não é possível afirmar que ocorrerá sempre. No lançamento da moeda (segunda questão) a probabilidade de sair CARA ou COROA é 50% cada uma. Nada garante que em 10 lançamentos serão 5 caras e 5 coroas. A probabilidade não determina a ocorrência, apenas estima a chance (terceira questão). A probabilidade que indica a certeza de ocorrência (última questão) é a probabilidade 1% ou 100%. Por exemplo: qual é a probabilidade de sair 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 no lançamento de um dado comum?

#### Aplicar conhecimentos IV

1. I.  $\frac{1}{3}$ ; 1. II. 0

2. I. à diagonal OQ;

II. A inequação  $y - x \leq \frac{1}{2}$  é resolvida pelos pontos das regiões II, III e IV, e a inequação  $x - y \leq \frac{1}{2}$  pelos pontos das regiões I, II e III. As regiões II e III satisfazem as duas inequações. Essas regiões representam 75% da área que contém todas as possibilidades.

3. I.  $X = Y = Z$

II. 72%

4. Alternativa b.

5. Alternativa d.

6. Alternativa e.

## CAPÍTULO 4

### Congruência, semelhança e o teorema de Tales

Este capítulo mostra as ideias, as congruências e as semelhanças geométricas, bem como explora a razão de semelhança entre os lados das figuras, as áreas e os volumes. Continua com o teorema de Tales e termina sugerindo experiências com ampliações e reduções.

#### Debater I

As ideias de comparação iniciam-se com o desenvolvimento do conceito de congruência. É dado destaque para a

identificação dos elementos correspondentes (homólogos). A correspondência depende da posição que o elemento ocupa na figura. Algumas vezes, quando as figuras estão desenhadas em posições invertidas, surgem dificuldades para a identificação dos pares de elementos correspondentes. É útil o uso de setas para se determinar os pares. Propor aos alunos outros casos nos quais seja necessária a identificação dos pares de elementos correspondentes.

### Aplicar conhecimentos I

1. a) Os pentágonos são congruentes.

Elementos correspondentes nos quadriláteros	
Pares de lados	Pares de ângulos
$AB$ e $IJ$	$A$ e $I$
$BC$ e $JF$	$E$ e $H$
$CD$ e $FG$	$D$ e $G$
$DE$ e $GH$	$C$ e $F$
$AE$ e $IH$	$B$ e $J$

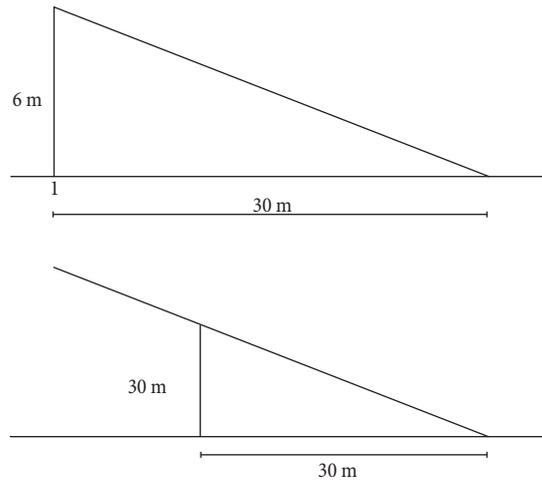
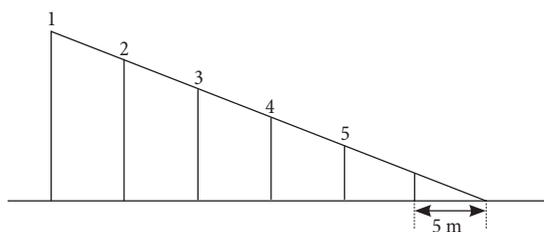
- b) Os heptágonos não são congruentes. O ângulo do vértice  $G$  não é congruente ao ângulo do vértice  $I$ . Outros pares de elementos também não são congruentes.

### Debater II

A noção de semelhança é mostrada de maneira bastante simplificada. O conceito é construído na evidência de que se as figuras apresentarem a mesma forma (especialmente identificadas por meio de seus ângulos) e segmentos correspondentes proporcionais, então a semelhança está estabelecida. No caso da semelhança entre triângulos, os critérios citados são: dois ângulos congruentes (o terceiro ângulo congruente é decorrência dos dois inicialmente congruentes) e lados correspondentes proporcionais. A ênfase dos exercícios é dada na identificação dos lados correspondentes e no cálculo de suas medidas.

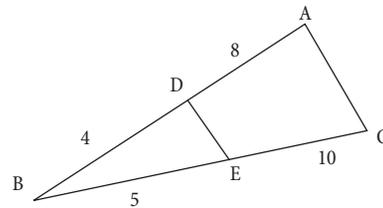
### Aplicar conhecimentos II

1. Alternativa a.



Da figura original podem ser destacados dois triângulos semelhantes. Um que apresenta duas medidas dadas, e outro que apresenta uma medida e a outra que se quer descobrir. A partir dessa visualização, a montagem da proporção é simples:  $\frac{x}{20} = \frac{6}{30} \rightarrow x = 4$ .

2. Alternativa b. Nesse problema, alguns alunos podem confundir a razão que divide o segmento  $AB$  com a razão de semelhança entre os triângulos.



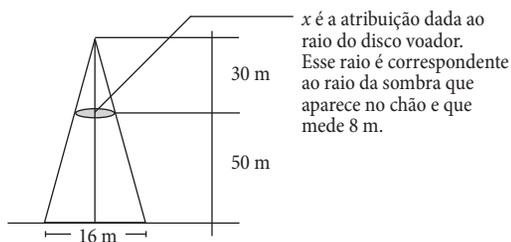
O ponto  $D$  divide o segmento  $\overline{AB}$  na razão de 2 para 1. Ou seja, em relação à medida plena do segmento  $\overline{AB}$ , duas partes são o segmento  $\overline{AD}$  e outra parte do segmento  $\overline{BD} = 4$  cm.

Como o triângulo  $ABC$  é triângulo retângulo, calcula-se a medida do segmento  $\overline{BC} = 15$  cm. O ponto  $E$  também divide o segmento  $\overline{BC}$  na mesma razão anterior, então  $\overline{BE} = 5$  cm e  $\overline{EC} = 10$  cm.

O segmento  $DE$  pode ser calculado utilizando-se semelhança entre os triângulos retângulos. Assim:  $\frac{DE}{9} = \frac{4}{12} = DE = 3$  cm.

Com todas as medidas calculadas, é só montar a razão pedida:  $\frac{ADEC}{DBE} = \frac{30}{12} = \frac{5}{2}$

3. Alternativa a. Como o problema pede o raio aproximado do disco, a proporção a ser montada já pode levar em conta esse dado e utilizar os triângulos retângulos que aparecem ao ser traçado um segmento vertical do helicóptero ao chão. Assim:  $\frac{30}{12} = \frac{30}{12} \rightarrow x = 3$



4. Esse problema apresenta dados iniciais que possibilitam a determinação da altura do poste ( $h$ ):  $\frac{1,80}{0,60} = \frac{h}{2} \rightarrow h = 6$ .  
Fazendo esse cálculo, descobre-se que o poste mede 6 m. Assim, na segunda situação, é possível criar outra proporção para o cálculo da sombra da pessoa:  $\frac{1,80}{s} = \frac{6}{1,5} \rightarrow s = 0,3$ .  
Portanto, a sombra da pessoa é de 30 cm.

### Aplicar conhecimentos III

1. Como são dadas as medidas de dois lados correspondentes, é possível calcular a razão de semelhança entre os lados da figura.

$$k_A = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

Considerando que a questão refere-se à área das figuras, a razão que interessa é a razão entre as áreas ( $k_A$ ), que é o quadrado da razão entre os lados.

Então:  $k_A = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$  Obtida a razão entre as áreas, é só calcular a área da figura maior ( $A_M$ ).

$$\text{Assim: } \frac{54}{A_M} = \frac{9}{16} \rightarrow A_M = 96$$

A área da figura maior é 96 cm<sup>2</sup>.

2. Alternativa b. Nesse problema, apenas uma das dimensões das carroças será alterada. Assim, 20% de aumento sobre 1 m implica aumento de 0,20 m, portanto, a altura da nova carroça será de 1,20 m.
3. Alternativa a. O altar em forma de cubo foi alterado nas suas três dimensões. Foi construído um novo cubo, semelhante ao primeiro, com razão de semelhança entre os lados ( $k_l$ ) igual a 2. Sendo assim, a relação entre a razão de semelhança entre os lados e a razão entre os volumes é dada por:  $k_v = (k_l)^3$ , então  $k_v = 2^3 = 8$ . A opção correta é a que afirma que o novo altar manteve sua forma cúbica e teve seu volume multiplicado por 8.

### Aplicar conhecimentos IV

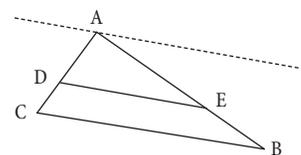
1. O objetivo desse exercício é verificar se o estudante consegue ver os triângulos semelhantes que a situação sugere. O último parágrafo do capítulo mostra isso.

$$\text{Assim, } \frac{x}{2,5} = \frac{5}{4} \rightarrow x_{30} = 3,125$$

2.  $\frac{3x-3}{4x-2} = \frac{6}{9} \rightarrow x = 5$ . Portanto,  $3x - 3$  é igual a 12 e  $4x - 2$  é igual a 18.

3. Alternativa b. Nesse problema, a sugestão de traçar pelo ponto A um segmento paralelo a  $DE$  é apenas para que o

aluno visualize um feixe de paralelas cortadas por uma transversal. A solução é simples e é obtida por meio de uma proporção.  $\frac{AD}{2,5} = \frac{3}{4} \rightarrow AD = \frac{3}{2} = 1,5$



## 6.3. Etapa 3

### Unidade 1 – Ciência e produção

## CAPÍTULO 1

### Processos produtivos industriais da Química: como eram, como são e como deverão ser no futuro

O tema do capítulo é bastante abrangente e, por isso, procuramos escolher alguns recortes que possibilitassem desenvolver novos conceitos químicos, retomar outros trabalhados em capítulos anteriores e propiciar uma visão ampla de implicações sociais e ambientais relacionadas às mudanças que ocorreram e possivelmente virão a ocorrer nos processos químicos industriais.

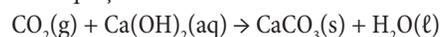
O texto introdutório procura mostrar as consequências sociais e ambientais da visão equivocada do que se considerava “progresso” e estabelece a década de 1970 como marco de mudanças significativas nos processos industriais, visando à proteção do meio ambiente e a da saúde pública.

#### O que mudou nos processos químico-industriais dos anos 1970 até hoje?

O item trata das primeiras legislações brasileiras referentes ao controle da poluição e sua influência nos processos industriais, como a necessidade do controle da emissão de poluentes nas próprias indústrias.

#### Experimentar

Para exemplificar esse controle, abordamos formas de diminuir a emissão de gases poluentes para a atmosfera, propondo a realização de um experimento com materiais de fácil aquisição. Esse experimento consiste na simulação de um processo em que o gás carbônico é retido por meio de transformação química com uma solução saturada de hidróxido de cálcio, conhecida como água de cal. Nessa transformação,  $\text{CO}_2$  reage com  $\text{Ca(OH)}_2$ , como mostra a equação:



Os símbolos entre parênteses (g), (s), (ℓ), e (aq) indicam, respectivamente: gasoso, sólido, líquido e aquoso (ou seja, solução aquosa).

### Como a retenção de gases é feita nas indústrias?

É interessante, no estudo do item, traçar um paralelo com o experimento realizado, no que diz respeito ao tipo de gás retido (as indústrias não se interessam ainda em reter  $\text{CO}_2$ ) e ao sistema em que a transformação química é realizada, como mostra a imagem do processo de remoção de gases pelo sistema de secador *spray*.

### Controle do lançamento de resíduos industriais nas águas e no solo

Retomamos a ideia de reter os poluentes na fonte e, nesses casos, são importantes as reações que formam sólidos pouco solúveis (reações de precipitação) e as reações de neutralização.

No estudo das reações de precipitação, procuramos esclarecer conceitos comumente incorporados de forma equivocada pelas pessoas, como a concepção de metal pesado como metal tóxico e a de metal leve como não tóxico.

Mostramos também que o que existe nas soluções são íons dos metais e não metais em sua forma sólida. Nesse ponto, se necessário, deve ser retomado o estudo da estrutura atômica, lembrando que átomos de um mesmo elemento químico podem ser eletricamente neutros (número de prótons igual ao de elétrons) ou eletricamente carregados (número de prótons diferente do número de elétrons). No caso de íons de metais pesados, há menos elétrons do que prótons. Portanto, eles têm carga elétrica positiva.

### Ler gráfico

Introduzimos a escala de pH como uma medida da acidez ou alcalinidade de uma solução. A escala de pH é uma escala logarítmica, em que o valor do pH está relacionado à concentração de íons  $\text{H}^+(\text{aq})$  que se originam quando ácidos são dissolvidos em água, por meio da seguinte relação matemática:  $\text{pH} = \log [1/\text{concentração de íons } \text{H}^+(\text{aq}) \text{ em mol por litro}]$ .

Entretanto, nesse momento do estudo, e para compreensão do mundo que nos cerca, é mais do que suficiente que os estudantes concebam o pH como medida do grau de acidez de uma solução, como foi apresentada no texto do aluno.

**Não se recomenda** trabalhar essa expressão matemática com os alunos, pois, sem que tenham formados os conceitos de mol e de logaritmo, eles poderão ser levados a uma utilização mecânica da fórmula matemática, sem compreensão do fenômeno.

O estudo das reações de neutralização permite definir o que é sal do ponto de vista químico (substância resultante da reação de um ácido com uma base). No senso comum, quando se fala em sal, pensa-se no sal de cozinha (cloreto de sódio), que é considerado não tóxico. Porém, há muitos sais extremamente tóxicos, como o cloreto de bário, o cianeto de potássio, entre outros.

### O que deverá mudar no sistema químico-industrial em um futuro próximo?

Procuramos mostrar tendências relacionadas à economia de recursos naturais e à necessidade de se estabelecer uma forma de responsabilidade ambiental, que vá além de tratar poluentes, mas englobe cuidar de todo o ciclo produtivo, desde a obtenção de matéria-prima até o destino final dos produtos após o uso pelo consumidor final.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa a.

## CAPÍTULO 2

### Um choque elétrico na modernidade

---

O título do capítulo procura problematizar os impactos que a eletrificação das cidades trouxe para o mundo moderno. Foi um choque que, em vez de nos paralisar, nos impulsionou, nos jogou num mundo de permanentes transformações tecnológicas de amplitudes crescentes. Basta olhar para os aparelhos elétricos e eletrônicos que fazem parte de nosso dia a dia, e a dificuldade que temos de nos imaginar sem eles.

Para que esses aparelhos possam ser utilizados, é fundamental que haja uma instalação elétrica adequada, compatível com as características elétricas estipuladas pelos fabricantes. Compreender as regras básicas que estão inscritas nesse cenário ajuda a ver o mundo tecnológico com um olhar mais ativo e atuante, possibilitando intervenções, questionamentos e compreensões que estão longe de ser revelados pelo senso comum.

Entretanto, o usufruto dessa tecnologia elétrica condiciona hábitos e formata mentalidades, fazendo-se necessário um mínimo de explicações a respeito dos diversos termos técnicos que estão estampados nos equipamentos elétricos e nas instalações residenciais. Foi esse o eixo deste capítulo.

### Debater

A atividade de abertura propõe uma troca de ideias sobre o mundo onde vivemos, tratando das tecnologias relacionadas à eletricidade e buscando evidenciar como ela está presente nos diversos aspectos cotidianos de nossas vidas. Entretanto, se a eletricidade nos trouxe comodidade e facilitou muitas tarefas por meio dos equipamentos elétricos, trouxe também a necessidade de a sociedade ficar atenta à garantia de disponibilidade de energia elétrica para manter os mais diversos serviços sociais.

### Os benefícios trazidos pela eletricidade

Após uma contextualização histórica inicial, fazemos uma abordagem mais sistemática sobre essas informações elétricas, de modo a voltar a atenção para o significado de cada uma delas, bem como de seu correto emprego para o funcionamento dos aparelhos.

## Pesquisar I

A atividade abre essa discussão propondo a confecção de uma lista de equipamentos elétricos, destacando e classificando suas informações elétricas.

## Grandezas físicas que caracterizam os aparelhos elétricos

São discutidas quatro grandezas físicas elétricas, as que mais aparecem nas carcaças ou nos manuais dos equipamentos elétricos: tensão, potência, corrente e frequência.

Cada grandeza é discutida de modo a correlacionar informações de domínio corrente entre as pessoas com algumas mais específicas. É o caso dos transformadores de tensão elétrica, dos equipamentos que aquecem, dos efeitos da corrente elétrica sobre o corpo humano e dos testes realizados pelos eletricitistas para descobrir quais são os fios fases.

## Aplicar conhecimentos I

1. A posição verão é a de menor potência. Portanto:  $P = i \cdot U \rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{2200}{220} = 10 A$   
Para a posição inverno, temos:  $P = i \cdot U \rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{4400}{220} = 20 A$

2. a) Conforme os cálculos anteriores, na posição inverno.  
b) O consumo de energia do chuveiro será maior quanto maior for a potência utilizada pelo chuveiro ( $E = P \cdot t$ ). Portanto, na posição inverno se consome mais energia elétrica do que na posição verão, em banhos de mesma duração.

3. Para o chuveiro 110 V – 220 W/4400 W.  
Cálculo da corrente na posição verão:  $P = i \cdot U \rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{2200}{110} = 20 A$   
Para a posição inverno, temos:  $P = i \cdot U \rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{4400}{110} = 40 A$

A corrente calculada para o chuveiro que funciona em 110 V é o dobro das correntes do chuveiro que funciona em 220 V. Portanto, o choque de um chuveiro de 110 V é bem maior que o choque de um chuveiro de 220 V, representando maior risco à saúde. Por isso, é mais comum o uso de chuveiro de 220 V.

## Qual é a origem da eletricidade?

Para explicar a origem da eletricidade foi apresentado o modelo atômico, com ênfase em seu caráter elétrico. Trata-se de um bom momento para que o educador discuta com os educandos o papel dos modelos científicos como instrumento de explicação para as causas de fenômenos observados na natureza. Um modelo não é a realidade atual do fenômeno, mas sim um conjunto de hipóteses que devem ser coerentes com o conjunto teórico no qual ele está inserido. Esses modelos não surgem casualmente, mas são resultados de enormes esforços de reflexão, cálculos e pesquisas, buscando refinamentos sistemáticos até que a comunidade científica, em consenso, aceite-o como uma boa explicação.

Em nosso caso, estamos interessados apenas nas características elétricas das partículas subatômicas e em seu comportamento ao serem aproximadas entre si. Essa é uma boa oportunidade explicar que estamos em uma fronteira muito tênue, para não dizer em campo comum, entre a Física e a Química, o que pode proporcionar o estudo de outras relações que não as discutidas nesse texto, como as ligações atômicas e moleculares, por exemplo.

É sugerida a clássica experiência de atritar uma caneta no cabelo e depois aproximá-la de pedaços de papel picado. Apesar de bastante simples, é uma atividade que ajuda a ilustrar como é possível eletrizar materiais por atrito.

Os alunos perceberão que o papel picado será atraído pela caneta, pois, ao ser atritada, esta adquire um excesso de carga de determinado sinal, atraindo eventuais excessos de cargas de sinal oposto que tenham ficado no papel picado.

É comum sentirmos os pelos do braço serem atraídos pela tela da televisão e, às vezes, pelo monitor do computador, ou ainda percebermos acúmulo de poeira sobre ambas.

É que essas telas acumulam muita carga elétrica negativa durante o seu funcionamento, sendo capazes de atrair partículas leves, portando cargas com sinal positivo, como os pelos do braço ou as partículas de pó.

A corrente elétrica é, então, apresentada como movimento ordenado de cargas elétricas, que carregam consigo a energia necessária para o funcionamento dos aparelhos.

## Materiais condutores e isolantes

A discussão sobre o comportamento dos materiais quando passa uma corrente elétrica por eles contextualiza a atividade experimental que se segue. A tabela de resistência específica ajuda a classificar os materiais em bons ou maus condutores de eletricidade, justificando assim seus usos nas ligações elétricas.

## Experimentar e Aplicar conhecimentos II

A atividade **Experimentar** traz a confecção de um capacitor bastante simples, mas ele não funcionará se não houver cuidado na montagem. É primordial que não se deixe nenhum fio da palha de aço para fora do potinho, caso contrário não acontecerá o acúmulo de eletricidade dentro do capacitor, uma vez que a palha de aço é um bom condutor e, se houver contato com a parte externa, essa carga do canudinho atritado fluirá para a mão. É isso que a questão 1 de **Aplicar Conhecimentos II** pretende discutir. O plástico é um isolante e o metal é um condutor. Sendo assim, as cargas acumuladas na parte interna do capacitor, sem ter contato com a parte externa, ficam confinadas, pois essas cargas não conseguem fluir pelo plástico do potinho, que é um mau condutor.

A questão 2 sumariza a compreensão sobre o movimento das cargas elétricas no experimento. Se o papel higiênico ficou com cargas positivas depois de ser atritado com o canudinho, então este ficou com cargas negativas, que foram transferidas para o interior do capacitor. Como o que se move são os elétrons (cargas negativas), então a fâsca surgiu porque os elétrons pularam do prego para o colchete.

Essas atividades pretendem demonstrar que, apesar de a eletricidade não ser um fluido, ela pode ser pensada como um fluxo de cargas elétricas.

### O circuito elétrico

Trata-se do primeiro passo para ampliar o conteúdo após a apresentação da instalação elétrica residencial. Os conceitos de circuito aberto e fechado e curto-circuito são apresentados no contexto da corrente elétrica, resgatando os conceitos de frequência e tensão elétrica.

### Pesquisar II

A atividade é um exercício investigativo, propondo um olhar atento para os fios e postes de eletricidade. Aqui é pedido que os alunos acompanhem o caminho dos fios de sua residência o máximo possível, dando o passo inicial para a compreensão da instalação residencial.

### Aplicar conhecimentos III

1. a; 2. d; 3. e.

Uma forma interessante de sumarizar os conhecimentos apreendidos no capítulo seria pedir aos alunos que, em grupos de cinco ou seis, elaborem um planejamento de instalação elétrica residencial. Para realizar o trabalho, eles devem montar uma planta baixa simples desde a entrada dos fios de eletricidade na residência, passando pelo relógio de luz e quadro de distribuição, sendo ramificados pelos cômodos da casa. Peça que façam algumas previsões de quais aparelhos pretendiam ligar nas tomadas para determinar o tipo de fiação e quais fusíveis/disjuntores deveriam ser usados. Esse projeto pode ser elaborado em uma cartolina e apresentado aos demais colegas em um “Simpósio de Instalação Elétrica Residencial”, organizado para acontecer em uma das aulas de encerramento do curso sobre eletricidade.

## CAPÍTULO 3

### Biotecnologia, o presente e o futuro: previsões

Neste capítulo, o professor deve estimular os alunos a exercitarem a análise crítica das tecnologias e biotecnologias relacionadas à área da saúde humana.

Em diversos momentos, propõe-se que os alunos confrontem o que já conhecem com o conhecimento acadêmico, sistematizado, para que possam tratar das questões da manipulação gênica sem cair em uma concepção maniqueísta e pensar que a biotecnologia ou “é do bem” ou “é do mal”.

Procure também ampliar os conhecimentos dos alunos com outras situações em que eles percebam as numerosas aplicações dessas tecnologias em seu cotidiano. Pesquisas na internet e nos

jornais diários permitem acompanhar o tema, muito rico em informações já difundidas nos meios de comunicação.

Por exemplo, em outubro de 2006, foi sancionada a lei que obriga os produtores de alimentos que utilizam compostos transgênicos a identificar essas substâncias na embalagem, a qual deve apresentar um triângulo com os lados de cor preta e no centro a letra **T**, identificando a presença de organismos transgênicos ou de alguma substância produzida a partir de organismos geneticamente modificados.

Os jornais de 15 de setembro de 2011, impressos e televisivados, trouxeram uma notícia que pode ser preocupante ou promissora. Nesse dia, o feijão transgênico criado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) recebeu a aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), órgão do governo federal responsável pela legislação e fiscalização do uso de organismos geneticamente modificados. A semente em questão é resistente ao mosaico dourado, vírus transmitido pela mosca-branca, inseto muito comum em regiões rurais.

Apesar de os agricultores estarem esperando ansiosamente pelo feijão transgênico, a liberação para o plantio e consumo deve acontecer em 2014, para que haja tempo de as sementes serem testadas de acordo com alguns procedimentos técnicos do órgão fiscalizador.

Indique a leitura do romance *Admirável mundo novo*, de Aldous Huxley, como forma de fazê-los perceber que já na década de 1930 se pensava a respeito da manipulação gênica. Contextualize a discussão, mostrando que quase todas as descobertas científicas não surgem da ideia brilhante de um “iluminado”, mas sim de um acúmulo de conhecimento ao longo do tempo. O cientista é aquele que pesquisa, nos mais diversos campos da Ciência, e elabora explicações para os fatos e fenômenos, muitas vezes observados, mas nem sempre sistematizados ou organizados.

### A chegada da biotecnologia

A biotecnologia engloba todos os processos que se utilizam de agentes biológicos para a obtenção de produtos. Desse modo, poderíamos dizer que a biotecnologia existe há milhares de anos, desde que se descobriu a fermentação de pães, bebidas e queijos, realizada por microrganismos. Nos últimos anos, porém, o termo “biotecnologia” vem sendo utilizado como sinônimo de engenharia genética, ramo recente da Ciência.

Os conhecimentos que possibilitaram o desenvolvimento da biotecnologia remontam a meados do século XIX, quando o monge austríaco, Gregor Mendel, lançou as bases da genética, explicando a transmissão de características de geração a geração.

Veja o desenvolvimento da biotecnologia no século XX:

**Década de 1920:** início do melhoramento genético.

**1953:** descoberta a estrutura do DNA.

**Início dos anos 1970:** primeira transferência de genes entre espécies diferentes. A comunidade científica estabeleceu regras de biossegurança para a pesquisa e o desenvolvimento de produtos com modificações genéticas.

- 1982:** lançamento da insulina desenvolvida por biotecnologia.
- 1993:** lançamento, nos EUA, do primeiro cultivo desenvolvido pela biotecnologia: um tomate longa-vida.
- 1996:** primeiro plantio comercial da soja geneticamente modificada, nos EUA.
- 1997:** primeiro plantio da soja geneticamente modificada, na Argentina.
- 1999:** as culturas geneticamente modificadas ocupam 40 milhões de hectares em todo o mundo. No Brasil, o Ministério da Agricultura registra as primeiras variedades de soja geneticamente modificada.
- 2001:** as plantas geneticamente modificadas ocupam mais de 50 milhões de hectares em todo o mundo. São 13 os países a cultivar comercialmente essas plantas.
- Fonte: CONSELHO de Informações sobre Biotecnologia e Transgênicos. Disponível em: <www.cib.org.br/faq.php?id=2>. Acesso em: 2 mar. 2012.

### Aplicações da biotecnologia no sistema cardiovascular e no sangue

O item traz as mais recentes inovações biotecnológicas relacionadas à manutenção da saúde do sistema cardiovascular.

Inicie a discussão do tema questionando a localização do coração e dos vasos sanguíneos. É comum que, para indicar a localização do coração, leve a mão direita para o lado superior esquerdo do corpo. Na verdade, o coração se encontra em uma região do corpo chamada de mediastino, localizada no centro do corpo e não à esquerda.

Os átrios cardíacos se localizam logo atrás do osso esterno e a ponta do coração, representada pela porção final dos ventrículos, posiciona-se abaixo do seio esquerdo. Procure imagens que mostrem a real posição do coração em nosso tórax e mostre-as aos alunos. Chame a atenção deles em relação ao tamanho dos pulmões direito (maior) e esquerdo (menor).

Para a localização de artérias, veias e capilares, peça a eles que, inicialmente, observem um ou mais vasos sanguíneos em seu corpo – os mais fáceis de ser observados se localizam no dorso das mãos ou na parte interna do braço, na altura do cotovelo. Esses vasos sanguíneos são as veias e podemos encontrá-las facilmente em diversas partes do corpo, pois são visíveis através da pele.

As varizes também são veias, que se tornam mais visíveis porque apresentam problemas em sua anatomia interna, o que acaba por dificultar a circulação do sangue, principalmente em membros inferiores. São os vasos sanguíneos os responsáveis pelo retorno do sangue ao coração.

Peça aos alunos que utilizem outro sentido, que não seja a visão, para achar outro vaso sanguíneo. Pode ser que alguns coloquem os dedos ao lado do pescoço ou na parte lateral do pulso e sintam uma pulsação ou latejamento. Esses vasos sanguíneos são artérias, que pulsam, não são visíveis sob a pele e são as responsáveis por conduzir o sangue do coração para os outros órgãos do corpo. Alguns podem sentir essa pulsação nos membros

inferiores, principalmente na parte interna da perna, na altura dos joelhos.

Agora, proponha as seguintes questões aos alunos: E nas pontas dos dedos, é possível ver ou sentir algum vaso sanguíneo pulsando? E no lóbulo da orelha? E se cortarmos a pele desses órgãos, sairá sangue?

Essas questões devem conduzir os alunos a perceberem que o sangue não circula somente em veias e artérias, mas através de outro tipo de vaso sanguíneo, que não é grande e superficial o suficiente para ser visto e não dispõe de musculatura desenvolvida, a ponto de pulsar. Esses vasos são chamados de capilares sanguíneos e têm esse nome porque, na maioria das vezes, seu diâmetro é inferior ao diâmetro de um fio de cabelo.

Antes de iniciar as reflexões sobre a importância e composição do sangue, peça aos alunos que tragam para a classe qualquer tipo de exame de sangue. Estabeleça a relação entre o nome do exame e o que provavelmente encontrarão nos resultados, para que eles entendam alguns tipos de prefixos ou sufixos. Por exemplo: *hemo* = sangue; *cito* = célula; *eritro* = vermelho; *leuco* = branco. Trabalhe com eles o significado dos termos que aparecem nos exames – valores ou parâmetros normais, valores esperados, valores encontrados, valores dependentes da faixa etária etc. – para que entendam os resultados dos exames.

Se possível, prepare uma lâmina de extensão sanguínea (esfregaço) com uma gota de sangue e mostre aos alunos as formas e quantidades relativas das células sanguíneas.

A seguir, algumas instruções para o preparo da lâmina:

#### Materiais:

- gota de sangue – colhida por meio de punção digital;
- lâmina de vidro;
- corante de Leishman (eosina + azul de metileno) – encontrado em casas especializadas de materiais para laboratório.

#### Preparo da lâmina:

- faça a desinfecção do dedo com algodão e álcool etílico;
- com uma lanceta descartável ou agulha esterilizada, faça um furo na polpa de um dedo;
- coloque uma gota de sangue a 2 cm de uma das extremidades de uma lâmina de vidro limpa e sem traços de gordura;
- com outra lâmina de vidro, faça o esfregaço, de modo a deixar uma fina camada de sangue sobre a lâmina.

#### Pesquisar

Vale destacar as observações sobre a automedicação a seguir.

**Vantagens:** é mais rápido, pois não depende de consulta médica; mais barato, pois muitas vezes a pessoa que se automedica já tem o remédio em casa e não precisa gastar com a locomoção até o serviço de saúde; não precisa faltar ao trabalho; e não sobrecarrega os serviços de saúde com problemas simples de serem resolvidos. Além disso, há melhor aproveitamento do medicamento já utilizado.

**Riscos:** uso de medicamentos incorreto, fora do prazo de validade; ou medicamento adulterado pelo armazenamento

inadequado; “mascaramento” de sintomas; agravamento do problema de saúde; desencadeamento de reações alérgicas, algumas com risco de vida.

**O que fazer se, apesar dos riscos, for se automedicar:** ler com atenção a bula; prestar atenção na composição; seguir fielmente as indicações de dosagens e instruções de uso; guardar o remédio nos locais indicados na bula; respeitar o prazo de validade; prestar atenção no aspecto do medicamento e não o usar se suspeitar de adulteração. Se apesar desses cuidados ainda tiver dúvida, consulte um médico.

### Debater

Antes de exibir o filme, converse com os alunos a respeito dos testes que são feitos em animais até que uma determinada substância possa ser aprovada para consumo humano. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é o órgão federal responsável pela fiscalização, pelo controle da produção e pela avaliação dos riscos à saúde de qualquer produto industrializado para uso humano, importado ou não.

Chame a atenção para o uso de pessoas que vivem abaixo da linha da miséria como cobaias nos testes realizados pela indústria química. Essas pessoas concordam em se submeter aos testes para ganhar algum dinheiro para sua sobrevivência e a de seus familiares.

Pergunte aos alunos se eles tiveram conhecimento de alguma situação semelhante a essa no Brasil, em que pessoas muito pobres se sujeitam a determinadas situações, correndo risco de morte apenas para ganhar o dinheiro que permita sua sobrevivência: prostituição infantil na Amazônia; trabalho escravo em indústria de tecidos em São Paulo; mineração na Serra Pelada, no Pará; corte de cana no litoral de Pernambuco; entre outras.

Antes de realizar o debate, levante os conhecimentos prévios dos alunos e proponha que discutam outras maneiras para testar medicamentos ou novos alimentos industrializados. Divida a classe em dois grupos: um deve ser formado por alunos que assumirão o papel de donos de uma indústria do ramo de medicamentos e o outro deve ser formado por alunos que representarão uma ONG que atua na preservação dos direitos humanos.

### Para refletir

A atividade tem como objetivo aprimorar o nível do registro dos alunos a partir de uma imagem ou esquema, de forma a contemplar diversas possibilidades de leitura de diferentes tipos de texto. Acompanhe a produção em sala de aula e depois peça aos alunos que se sintem mais confiantes para ler seus textos. Se eles permitirem, estimule a correção coletiva dos trechos que não estiverem claros.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa a.

## CAPÍTULO 4

### A Química na farmácia

---

O principal objetivo deste capítulo é informar os estudantes sobre a ação de medicamentos. Tais informações poderão contribuir para que eles, como cidadãos, reflitam sobre a necessidade, a adequação e os riscos do uso de medicamentos.

No texto introdutório, deve-se chamar a atenção para as diversas concepções errôneas e contraditórias que são propagadas sobre o uso de “medicamentos naturais”: esses remédios são ora extremamente valorizados ora desacreditados. Ambas as posturas são problemáticas e podem trazer consequências inesperadas.

### Constituintes dos medicamentos: fármacos e excipientes

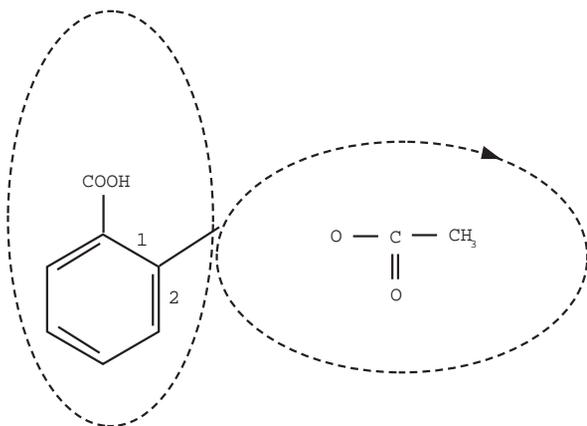
Com o intuito de uniformizar a linguagem (terminologia) que será utilizada no decorrer do capítulo, esclarecer-se, que entre os termos fármaco, droga e medicamento, o que tem um único significado é “fármaco”, que designa uma substância química que tem propriedades medicinais e é empregada no preparo de medicamentos.

### Ler bula

É aconselhável pedir aos estudantes que tragam embalagens e bulas de remédios para leitura antes das atividades, enfatizando o que possa ser compreendido na análise desses textos e mesmo usando alguns deles para ilustrar as atividades. Procuramos mostrar – a partir da leitura da composição de um medicamento – que, além de um ou mais fármacos, que são os chamados *princípios ativos*, os medicamentos contêm os chamados *excipientes* ou *veículos*, os quais são indispensáveis para a correta absorção dos fármacos pelo organismo humano e servem também muitas vezes para disfarçar um eventual gosto ou cheiro ruim.

### Os nomes dos fármacos

Ao trabalhar o tema, diga aos alunos que, apesar de não ser empregada nos receituários médicos, a nomenclatura química oficial da União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac) para as substâncias que constituem o fármaco, é a única sistemática, ou seja, pertence a um sistema de nomenclatura que obedece a certa lógica, de modo a permitir uma associação direta entre o nome e a estrutura molecular do fármaco. Assim, conhecendo-se o nome oficial, pode-se, seguindo as regras de nomenclatura, escrever a fórmula estrutural da substância e vice-versa. Isso é importante, pois, como sabemos, as propriedades de uma substância química estão relacionadas à sua estrutura molecular. Essa relação sistemática entre nome e estrutura não é possível na maioria dos nomes genéricos ou de marca registrada.



### Medicamentos de marca registrada, genéricos e similares

Nas discussões sobre o tema, devem ser bem salientadas as diferenças entre esses três tipos de medicamentos, colocando-se em destaque o princípio da *bioequivalência*, que é garantida para os genéricos, mas não para os chamados similares. Lamentavelmente, aqui no Brasil é ainda muito comum uma prática popularmente conhecida como “empurroterapia”, pela qual alguns maus profissionais que trabalham em balcões de farmácias tentam vender ao paciente medicamentos similares àqueles prescritos pelos médicos, mas que não são absorvidos pelo organismo da mesma forma que os genéricos ou os de marca.

Também ocorrem, infelizmente, casos de imitação, de falsificação e de adulteração de medicamentos. Por essas razões, deve-se evitar adquirir esses produtos em estabelecimentos que não sejam farmácias e drogarias e, sempre que adquirir um medicamento, observar bem o lacre da embalagem, o nome do medicamento (há alguns que procuram imitar os de marca utilizando-se das mesmas cores e formatos de letras), se o medicamento é mesmo um genérico, se está dentro do prazo de validade etc.

### Ler texto informativo

Outro aspecto importante, que deve ser bem discutido com os estudantes, é o que se refere à existência ou não de *tarjas* nas embalagens dos medicamentos. O texto escolhido traz informações relevantes, mas, como qualquer texto, deve ser lido com questionamentos e senso crítico. Por isso, foi proposta a questão que se refere aos riscos de vida pela ingestão de substâncias químicas. É importante ressaltar que qualquer medicamento, com ou sem tarja, pode trazer riscos se for utilizado de forma inadequada.

### A ação química de fármacos no organismo

Novos conhecimentos químicos são introduzidos e outros são retomados no estudo desse item, no qual é reforçada a relação entre estrutura molecular e propriedades das substâncias.

Evidentemente, não haveria tempo de abordar todas as classes de medicamentos, por isso foram escolhidas as que estão entre as mais utilizadas: *antiácidos*, *antibióticos*, *analgésicos*, *antitêrmicos* e *fitoterápicos*. No estudo de cada uma dessas classes, procuramos, por meio de experimento ou de textos, fornecer meios para interpretar corretamente a sua ação terapêutica, apontando razões científicas para que esteja sempre presente um “estado de alerta” para o uso de medicamentos. Independentemente da classe a que pertencem, o uso deve ser correto e orientado por profissional da saúde habilitado para tal.

### Aplicar conhecimentos

Alternativa e.

### Debater

A atividade, que fecha o capítulo é fundamental para avaliar o quanto o estudo aqui proposto contribuiu para que a argumentação dos estudantes nos debates de grupo seja sustentada por conhecimentos científicos, além do senso comum. É interessante, depois do relato de cada grupo, promover um debate geral entre os estudantes, enfatizando a importância do conhecimento adquirido para o exercício pleno da cidadania.

## CAPÍTULO 5

### O eletromagnetismo nosso de cada dia

O eletromagnetismo costuma ser um tema menos desenvolvido no Ensino Médio regular, porque normalmente é deixado para o último ano, na iminência dos exames vestibulares e da conclusão dessa fase de ensino.

Quando esse curso é dado, em geral se inicia pela eletrostática, discutindo problemas de cargas estáticas que exigem uma grande abstração dos educandos, o que dificulta muito a compreensão da importância desse conhecimento na transformação do nosso mundo. Um caminho mais conveniente, e pedagogicamente mais eficaz, é partir de um recorte que possibilite o desmonte de alguns aparelhos elétricos, construindo um cenário apropriado para estruturar a apresentação dessa teoria.

Pensando nisso, optamos por começar o eletromagnetismo pela eletrodinâmica, ou seja, observando o funcionamento dos aparelhos elétricos a partir da corrente elétrica, das cargas em movimento. Essa opção nos permite desenvolver um texto que, sem apresentá-las explicitamente, tem seu eixo principal nas quatro Leis de Maxwell do Eletromagnetismo. Essas leis são expressas em quatro equações, que relacionam campos elétricos e magnéticos entre si às suas fontes.

1ª Lei: **Lei de Gauss Elétrica** – toda carga elétrica é fonte de um campo elétrico (isso é apresentado quando falamos

sobre o funcionamento das pilhas, na seção **3º grupo de aparelhos: fontes de energia elétrica**).

2ª Lei: **Lei de Gauss Magnética** – não existe monopolo magnético, no magnetismo sempre haverá dois polos (cuja ideia é apresentada quando falamos sobre as propriedades dos ímãs, na seção **2º grupo de aparelhos: motores elétricos**).

3ª Lei: **Lei de Faraday** – a variação de um campo magnético numa região do espaço produz um campo elétrico (apresentado quando estudamos o funcionamento de um dínamo de bicicleta, na seção **3º grupo de aparelhos: fontes de energia elétrica**);

4ª Lei: **Lei de Ampère-Maxwell** – a variação de um campo elétrico numa região do espaço ou uma corrente elétrica pode produzir um campo magnético (vemos isso ao estudar o funcionamento do motor do liquidificador, na seção **2º grupo de aparelhos: motores elétricos**).

Não nos preocupamos em destacar o nome das Leis de Maxwell no decorrer do texto, o que acrescentaria pouco à compreensão dessas quatro leis que, a princípio, parecem complexas. Contudo, sua apreensão pode ser muito facilitada ao partir das aplicações tecnológicas em aparelhos que usamos cotidianamente e se tivermos em mente que **a fonte de todo campo elétrico é uma carga elétrica** e que **a fonte de todo campo magnético é sempre uma corrente elétrica**. É fundamental que o educador sempre traga às formulações de explicações feitas pelos educandos essas duas ideias, que muito ajudarão na estruturação dos conceitos e das leis. Essas serão nossas chaves para a compreensão de como duas teorias (Eletricidade e Magnetismo) se confluíram numa estrutura teórica unificada: o Eletromagnetismo.

### Pesquisar I

A atividade proposta na abertura do capítulo tem por objetivo causar um estranhamento no educando ao olhar para os aparelhos elétricos de seu cotidiano, que, de tão comuns, se confundem com a paisagem dos ambientes da nossa casa.

As questões propostas para ser debatidas buscam instigar os educandos e preparar o terreno para o método investigativo proposto no capítulo. Essas questões são desenvolvidas nos comentários que seguem, mas a intenção é ir além da leitura, propiciando aos alunos a oportunidade de manipular materiais.

### Aparelhos elétricos para diferentes funções

Nesta seção, os aparelhos elétricos são agrupados conforme as transformações de energia que realizam. Nosso foco são três grupos de aparelhos: os aparelhos resistivos, os motores elétricos e as fontes de energia.

### Aplicar conhecimentos I

- Na atividade, espera-se que a turma responda:
  - a) aparelhos resistivos – chuveiro elétrico, secador de cabelos, torradeira, chapinha etc.
  - b) motores elétricos – liquidificador, máquina de lavar, secador de cabelos, barbeador elétrico etc.

- c) fontes de energia elétrica – pilha, bateria de carro, usina elétrica etc.
- d) aparelhos de comunicação – televisão, rádio, computador ligado em rede, telefone etc.
- e) componentes elétricos – fio, resistor, capacitor, soquete etc.

### 1º grupo de aparelhos: resistivos

É solicitado aos alunos que tragam chuveiros velhos e lâmpadas incandescentes para ser analisados. Esse material pode servir de acervo para turmas futuras. As questões propostas no início da investigação são para orientar o olhar, favorecendo a compreensão dos fenômenos e conceitos que serão apresentados na sequência do texto. O foco deve ser posto nos parâmetros físicos que influenciam o funcionamento desses aparelhos: comprimento do resistor nos chuveiros e espessura do filamento das lâmpadas. Essa discussão culmina na compreensão da importância de se planejar bem a instalação elétrica residencial, escolhendo-se os fios elétricos mais apropriados para cada instalação.

### Debater I

1. Espera-se que o aluno explique, em detalhes, o procedimento de remoção da resistência queimada, partindo do desligamento da rede elétrica, desmonte da carcaça na qual está a câmara de água do chuveiro e desconexão dos contatos elétricos para substituição por uma resistência nova.
2. Espera-se que o aluno expresse seus conhecimentos prévios, citando as características típicas de lâmpadas de maior intensidade luminosa, como as lâmpadas de maior potência elétrica. Em um primeiro momento, ainda que se confunda com a voltagem, é interessante guardar essas respostas para posterior discussão.
3. Trata-se de uma questão um tanto técnica, que será facilmente respondida por alunos da turma que atuam profissionalmente na área de elétrica. Mas, para os demais alunos, é possível problematizar a situação instigando-os a optar por fios mais finos ou mais grossos, conforme os aparelhos que possuam na casa em questão.

### Pesquisar II: Investigando o chuveiro elétrico

1. A tensão elétrica é expressa pela unidade de medida volt (V) e a potência elétrica pela unidade Watt (W).
2. Na posição inverno o chuveiro precisa aquecer mais a água – por ela estar naturalmente mais fria – o que exige uma potência maior. Já no verão a temperatura ambiente é mais alta, influenciando, assim, a temperatura da água. Portanto, o aquecimento para o banho pode ser menor, o que corresponde a uma potência menor.
3. No resistor, no qual a energia elétrica é transformada em energia térmica, aquecendo a água que passa por ali.
4. Isso depende do chuveiro, mas é interessante tentar localizar por onde a eletricidade pode passar conforme o posicionamento da chave de temperatura do chuveiro.

- Guardadas as especificidades de cada chuveiro, em geral, quando a chave está na posição verão, o tamanho do resistor por onde a eletricidade passa é maior do que quando a chave está na posição inverno.
- Devido à insuficiência de pressão sobre o diafragma, sistema de mola e borracha que pode se deslocar quando a câmara na qual a água é aquecida dentro do chuveiro está cheia. Se não houver água suficiente na câmara para empurrar o diafragma, então os contatos elétricos não serão ligados e a eletricidade não aquecerá o chuveiro, saindo um filete de água em temperatura ambiente.

### Pesquisar II: Investigando a lâmpada incandescente

- Em geral, em lâmpadas do mesmo fabricante, o tamanho dos filamentos não muda, mas a espessura sim, de tal modo que lâmpadas de maior potência apresentam filamentos mais grossos que lâmpadas de menor potência.
- Lâmpadas de maior potência brilham mais e possuem filamentos mais grossos que lâmpadas de potências menores, que brilham menos.

### Joule: o homem, a medida, o efeito

O quadro tem por objetivo apresentar a Ciência de uma perspectiva humana, mostrando-a como resultado de um esforço coletivo nem sempre harmonioso, mas que tem como característica a correspondência entre as explicações e as observações dos fenômenos da natureza. O modelo de Drudde para a corrente elétrica ajuda a compreender o efeito Joule, base de funcionamento dos aparelhos resistivos e fenômeno elétrico inevitável. Daí a necessidade de se planejar adequadamente a instalação elétrica residencial.

### Aplicar conhecimentos II

- Deve-se tomar a maior potência do chuveiro. Portanto:  $P = i \cdot U \rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{4400}{220} = 20 \text{ A}$ . Acrescentando 25% ao valor obtido, teremos 25 A. Observando a tabela de fiação, vemos que precisaremos de um fio de 4 mm<sup>2</sup> de seção transversal.
- Alternativa b.

### Aplicar conhecimentos III

- Para completar a tabela basta aplicar as equações da potência elétrica ( $P = i \cdot U$ ) e da Lei de Ohm ( $U = R \cdot i$ ) em cada posição do chuveiro, sabendo que, estando ele ligado, sua tensão é fixa em 220 V:

Temperatura	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente (A)	Resistência (Ω)
Alta	220	7700	35	6,29
Média	220	5060	23	9,57
Baixa	220	3520	16	13,75
Desligado	0	0	0	0

Comparando os valores calculados com as características físicas do resistor, percebemos que, quanto maior a resistência elétrica (comprimento do resistor), menores serão a corrente elétrica e a potência elétrica do chuveiro, acarretando um aquecimento menor da água.

- Fazendo o mesmo com as três lâmpadas de potências diferentes e de mesma tensão:

Temperatura	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente (A)	Resistência (Ω)
Baixa	110	25	0,23	478,3
Média	110	60	0,55	200,0
Alta	110	100	0,91	120,9

Quanto maior a resistência do filamento (menor espessura), menor a corrente e menor a potência.

### 2º grupo de aparelhos: motores elétricos

É fundamental destacar as duas partes do motor elétrico – a fixa (estator) e a móvel (rotor) – para posterior compreensão de como se obtém seu movimento com a corrente elétrica.

### Pesquisar III: Investigando o liquidificador

- É fundamental garantir que o aparelho não esteja ligado à tomada.
- Guardadas as especificidades de cada modelo de liquidificador, espera-se que a turma identifique que os fios se ligam a bobinas e ao carvãozinho do rotor, no qual estão enroladas, de forma bem ordenada, diversas outras bobinas.
- As partes que se movem são feitas de metal.
- Os carvãozinhos, que são feitos de carbono, ficam com uma de suas extremidades conectada no fio de cobre e a outra extremidade fica raspando no anel coletor do rotor do liquidificador.

### Pesquisar III: Investigando o motorzinho de brinquedo

- Guardadas as especificidades de cada modelo de carrinho, em geral o movimento do motor é transmitido para as rodas através de engrenagens.
- Em dois contatos distintos no motorzinho.
- A carcaça do motor fica parada e um eixo interno ao motor se move quando a eletricidade passa por ele.
- Dentro de um motorzinho de brinquedo os ímãs ficam fixos na carcaça do motor e nas bobinas – em geral, são duas ou três –, que ficam presas ao eixo do motor.
- O objeto é atraído pelo motor.

### Experimentar I

A atividade é bastante simples. Fique bastante atento para que os alunos lixem corretamente as extremidades da bobina, pois o seu bom funcionamento dependerá disso. As respostas às questões são:

1. O motor para, pois o campo magnético da bobina não encontra o ímã para interagir, assim como o campo do ímã não consegue empurrar a corrente elétrica na bobina.
2. Grudando o ímã com a outra face voltada para a bobina, reparamos que esta gira em sentido contrário, pois, se antes havia uma tendência de atração nos impulsos sofridos pela bobina, agora ela é repelida.
3. Os elétrons partem do polo negativo, seguem pelo clipe e entram no contato da bobina, circulando por ela enquanto o circuito estiver fechado. Depois disso, a corrente elétrica segue para o outro clipe em direção ao polo positivo.

### 3º grupo de aparelhos: fontes de energia elétrica

Aqui reside um verdadeiro desafio: conseguir um dínamo de bicicleta. Dada a sua praticidade, seria muito aconselhável adquirir pelo menos um para manipulação. Esse é o único momento em que uma das leis do Eletromagnetismo é enunciada (Lei da Indução ou Lei de Faraday).

### Pesquisar IV: Investigando o dínamo da bicicleta

1. Espera-se que ao aproximar o dínamo da bússola a agulha se mova. Caso isso não aconteça, procure movimentar o dínamo em volta da bússola a uns 5 cm de distância.
2. Mantendo o dínamo parado ao lado da bússola, mova seu lentamente e peça aos educandos para perceberem o padrão repetitivo de movimentos produzido na agulha, o que significa que os pólos do ímã do dínamo estão se movendo ao mover o eixo do dínamo.
3. Nem todos os dínamos possuem uma estrutura parafusada, mas seria interessante os educandos terem a oportunidade de ver o interior do dínamo e como é seu princípio de funcionamento básico. Ao abrir o dínamo sem necessariamente desmontá-lo, é possível ver os ímãs presos ao eixo se moverem, além de um conjunto de bobinas fixas em sua parede interna.

### Aplicar conhecimentos IV

1. c; 2. e.

### Debater II

1. Uma usina elétrica é muito semelhante ao dínamo de bicicleta, uma vez que em ambos ocorre a transformação da energia mecânica em elétrica. Numa hidrelétrica, o rotor do dínamo que fica em contato com o pneu da bicicleta faz o papel das pás da turbina ao serem empurradas pela água. O ímã do rotor do dínamo realiza o mesmo efeito dos ímãs ou eletroímãs no rotor do gerador que, ao girarem, modificam o campo magnético na região das bobinas estatoras, como no dínamo.
2. Basta ligar os fios do terminal do motor elétrico numa lâmpada compatível com a energia produzida ao girar manualmente seu eixo.

3. No dínamo, há transformação de energia cinética em elétrica. Na pilha, a energia transformada em elétrica é a energia química.

### Experimentar II: Investigando as pilhas

É proposta apenas uma atividade de verificação do efeito Joule, para que se perceba a transformação de energia que ocorre na pilha a partir das reações químicas irreversíveis. É aqui que o campo elétrico é apresentado como o responsável pelo surgimento da corrente elétrica no fio. Trata-se de um destaque importante, que ajudará muito na compreensão da inter-relação que há entre os campos elétrico e magnético.

### Debater III

1. O campo elétrico dentro do fio das bobinas na furadeira provoca o surgimento dos campos magnéticos responsáveis pelos empurrões sucessivos nas bobinas do rotor.
2. Quando a corrente elétrica é mais intensa do que aquela que o fusível está preparado para suportar, ele se funde, abrindo o circuito e interrompendo a corrente elétrica para proteger a fiação da instalação residencial.

### 4º grupo de aparelhos: equipamentos de comunicação

Na verdade, aqui é feita apenas uma síntese, abrindo caminho para o capítulo sobre a Física e a Medicina, em que serão discutidas as origens das ondas eletromagnéticas, largamente empregadas em diversos tipos de aparelhos.

## CAPÍTULO 6

### Mudanças da saúde na História

---

O objetivo do capítulo é demonstrar, por meio de uma série de exemplos, que o conceito de saúde sofre mudanças ao longo do tempo, tanto da ótica dos órgãos que o formulam (OMS, SUS etc.) como da população, em sua forma de encarar a saúde. E, do mesmo jeito que mudou, poderá mudar futuramente. Dessa forma, pretendemos estimular o protagonismo dos alunos, provocando-os a participar das decisões para melhorias no quadro da saúde de sua comunidade.

### Ler charge, texto jornalístico e gráfico

A análise da caricatura de Gillray nos leva a perceber que a sociedade da época temia que estranhas mudanças ocorressem naqueles que permitissem ser vacinados: pessoas poderiam adquirir partes do corpo de vacas etc.

A população retratada sabia, na época, que se fazia inoculação de secreções extraídas de pústulas de varíola branda, desenvolvidas na pele das pessoas que tinham contato com gado bovino – no qual a doença também é desenvolvida, porém de forma mais fraca que nos seres humanos. Essa técnica de inoculação

foi uma primeira forma de vacina, já existente entre populações do Oriente, e introduzida na Inglaterra por um médico da área rural, dr. Jenner. Ele fez a descoberta empiricamente, percebendo que as jovens que tinham contato com varíola de vaca não contraíam a varíola humana. Só mais tarde, com Pasteur e Koch, é que foram descobertas as relações entre micróbios e doenças, e, então, desenvolvidas as técnicas de produção de vacinas.

Depois de ler a charge e o trecho da notícia sobre febre amarela, as questões se propõem a demonstrar que atualmente há grande aceitação da população acerca da vacinação. Ou seja, houve uma mudança importante na relação das pessoas com esse tipo de descoberta científica.

Quanto ao gráfico, provavelmente a maioria dos que serão feitos pelos alunos expressará uma grande confiança em relação às vacinas, mas quaisquer dados diferentes podem ser discutidos de acordo com a variabilidade dos entrevistados. Ao final, os alunos deverão resumir tudo o que elaboraram nas quatro questões, abordando a desconfiança inicial na vacinação até a confiança atual no conhecimento científico e tecnológico.

### As vacinas

Apresentamos alguns conteúdos que explicam o que são as vacinas, o histórico do seu desenvolvimento, de que forma elas estimulam o sistema imunitário para impedir doenças, a sua importância na prevenção das doenças e uma linha do tempo com a data da descoberta das principais vacinas. Com isso, pretendemos reforçar o papel fundamental das vacinas na saúde individual e coletiva, e ampliar o entendimento de todos sobre esse recurso bastante utilizado.

### Ler charge

Em continuidade à ideia de verificar como, no início do século XX, a população brasileira tinha aversão às vacinas, propomos uma pesquisa sobre a Revolta da Vacina (levante comunitário contra a obrigatoriedade da vacinação imposta por Oswaldo Cruz na época, dentro do contexto de remoção da população pobre das áreas centrais do Rio de Janeiro. Diversos estudos mostram que a revolta foi uma questão bastante complexa, envolvendo a fumigação obrigatória, feita de forma truculenta, com a invasão de casas humildes por grupos de funcionários do Serviço Sanitário).

A pesquisa pode ser feita em livros e enciclopédias, ou mesmo na internet. O importante é que os alunos possam identificar que a população era contra a vacinação.

É interessante consultar o *site* do Centro Cultural do Ministério da Saúde, do Ministério da Saúde. Disponível em: <[www.ccs.saude.gov.br/revolta/index.html](http://www.ccs.saude.gov.br/revolta/index.html)>. Acesso em: 2 mar. 2012.

### Pesquisar

Ao realizar a pesquisa, os estudantes conhecerão quais são os nossos principais órgãos e tecidos relacionados ao sistema imunitário, e entenderão melhor o seu funcionamento em relação às barreiras de defesa do organismo. A sugestão de que cada aluno

pesquise um órgão para apresentação em sala de aula tem como objetivo maior aprofundamento a respeito dos diversos órgãos.

Assim, durante as apresentações, toda a turma será capaz de estabelecer relações entre os diversos órgãos pesquisados. Caso o assunto interesse aos educandos, pode-se sugerir que pesquisem também o que é infecção, inflamação, pus, língua etc.

### Debater

Nesta atividade, solicitamos aos alunos que entrevistem alguém com mais de 60 anos, que possa dar informações sobre o sistema de saúde de quando ele era jovem. Após a realização das entrevistas, a classe deverá montar uma linha do tempo com as informações obtidas, abrangendo os últimos anos. Por fim, propomos um debate sobre o que mudou nesse período na saúde.

### As mudanças na concepção de saúde

A própria concepção sobre o que é ser saudável também tem sofrido mudanças ao longo do tempo. Como isso já foi estudado em anos anteriores, neste capítulo esse tema é tratado brevemente. No entanto, enfatizamos uma perspectiva bastante promissora em relação à saúde pública: a prevenção como foco, e a inclusão das questões econômicas, ambientais e sociais como fatores preponderantes para a promoção da saúde.

### Para criar

Propomos que os alunos criem uma legenda sobre cada imagem e em seguida escrevam se elas estão relacionadas à cura ou à prevenção de doenças.

### A mudança da saúde se refletindo nas campanhas de prevenção

Aqui pretendemos mostrar como os governantes e outros articuladores das campanhas de prevenção também foram mudando suas concepções de saúde ao longo dos anos. Isso pode ser percebido principalmente com relação à aids, cuja campanha de prevenção tinha inicialmente um tom de intimidação que reforçava a discriminação dos doentes e possíveis grupos de risco.

As campanhas atuais se caracterizam por ser solidárias, repletas de conteúdo informativo sobre a prevenção, tornando-se, inclusive, referências internacionais.

### Ler texto

Como se trata de um texto de difícil leitura, sugerimos que os alunos consultem um dicionário e depois o releiam (de forma conjunta ou individual). Converse com os alunos para descobrir o que eles já sabem sobre o tema: Quais as formas de transmissão e prevenção do HIV que conhecem? Quais as possibilidades de transmissão da gestante para o filho? Quais são os comportamentos de risco de maior incidência na população etc.

Após levantar os conhecimentos prévios, pergunte aos alunos sobre o que esperam encontrar em um texto distribuído pelo Ministério da Saúde com o título “Aids no Brasil”. Coloque na

lousa as respostas e direcione a atenção para as questões estatísticas que vão aparecer em grande quantidade no texto.

1. A questão tenta relacionar a forma de infecção do vírus da Aids aos sintomas da doença. Os soropositivos passam a apresentar uma serie de infecções – chamadas de infecções oportunistas – porque o vírus HIV se instala e mata certos linfócitos, que são os principais responsáveis pela defesa do corpo contra as infecções. Se as células de defesa estão sendo destruídas, o doente passa a desenvolver varias infecções decorrentes dos agentes com os quais teve contato.
2. A resposta não pode ser apreendida diretamente da leitura do texto. A proposta é promover uma discussão sobre as diferenças existentes entre o portador do vírus HIV (a pessoa que não apresenta sinais de doença e muitas vezes nem sabe que está contaminada) e aquele que, mais do que simples portador, já apresenta sinais claros da doença. O fundamental aqui é conscientizar o aluno sobre a importância de fazer exames regularmente. Um portador do vírus pode contaminar outras pessoas por não ter um diagnóstico da doença e imaginar-se sadio.
- 3 a 5. O objetivo das questões é fazer um levantamento do que os alunos se lembram das campanhas do início da epidemia do HIV/aids, que adotavam um tom mais intimidador e alarmista, para compará-lo com o tom mais solidário e preventivo dos cartazes de agora. Para tal, recorreremos tanto à lembrança dos alunos quanto ao material que pode ser obtido em postos de saúde ou com pessoas da comunidade. Para concluir a atividade, vale lembrar algumas das principais diretrizes do Programa Nacional de DST/Aids, que o tornam referência mundial: assumir a prevenção e assistência como ações indissociáveis, política de distribuição gratuita de medicamentos para todos os soropositivos, incorporação da perspectiva de direitos civis à prevenção etc.

### **Antigamente grupo de risco... hoje comportamento de risco!**

A forma de enxergar quem está vulnerável em caso de uma epidemia também pode mudar de acordo com os conhecimentos que temos sobre a doença. Nessa parte do capítulo, foi focado o caso do HIV/aids e uma mudança de perspectiva. Primeiramente, achava-se que alguns grupos de pessoas tinham mais chance de contrair o vírus do que outros. Com o tempo e a ação dos grupos organizados da sociedade civil, percebeu-se que qualquer indivíduo pode contrair o vírus caso se coloque em uma situação de risco. Em vez de uma vulnerabilidade de um “grupo de risco”, passou-se a denominar mais vulneráveis as pessoas que têm “comportamento de risco”.

### **Preservar a saúde? Use preservativos!**

Esse quadro de caráter informativo tem como objetivo apresentar a forma correta de se utilizarem os preservativos masculino e feminino. Mais informações podem ser obtidas diretamente no *site* <[www.aids.gov.br](http://www.aids.gov.br)>. Acesso em: 2 mar. 2012.

### **Para refletir**

É muito comum pensarmos que um(a) profissional do sexo pertence a grupo de risco ou tem comportamento de risco. No entanto, se ele(a) usar preservativo, não for usuário(a) de drogas injetáveis, nem se expuser ao vírus por outros meios, ele(a) tem as mesmas chances de adquirir aids ou outra DST do que um médico que também se previna. No entanto, se o médico não utilizar camisinha em suas relações, é ele quem está tendo um comportamento de risco. Assim todos os personagens apresentados na atividade podem ser contaminados pelo vírus da Aids se não se prevenirem.

Nas questões propostas, pretende-se aprofundar a diferença entre grupo de risco e comportamento de risco, utilizando vários recursos: leitura de tabela, confecção de gráfico, discussão em grupo etc. O importante é que o aluno entenda a diferença entre estas duas concepções e possa identificar quando está ou não tendo um comportamento de risco.

Precisamos lembrar que, se não houvesse a participação da sociedade civil organizada no fim dos anos 1980, o SUS não seria um sistema de saúde tão democrático, que estimula e abre canais para a participação da comunidade dentro do próprio SUS e em outros órgãos do Ministério da Saúde. No caso do Programa Nacional de DST/aids, o tom agressivo, intimidatório e de discriminação provavelmente teria sido mantido nas campanhas e muito se perderia na prevenção dessas doenças.

### **Que saúde queremos ter no futuro?**

O breve texto e a foto têm como objetivo estimular os alunos a se envolver na luta pela saúde à sua volta. Dessa forma, esperamos estimular a participação deles e a melhoria das condições de vida de todos os envolvidos. Se possível, convide um representante de Conselho de Saúde (esses conselhos funcionam junto aos postos ou às regionais de saúde do SUS) para ser entrevistado pela turma.

## **CAPÍTULO 7**

### **Química na agricultura**

---

O tema deste capítulo se justifica por diversas razões. Entre elas, o grande número de pessoas envolvidas direta ou indiretamente com as atividades agrícolas. Além daquelas que têm seu trabalho e fonte de renda diretamente dependentes das atividades agrícolas (donos de terras, trabalhadores rurais, comerciantes de produtos agrícolas, indústrias de gêneros alimentícios etc.), há os que fazem suas pequenas hortas em seus quintais e, ainda, os consumidores finais, que adquirem os produtos para sua alimentação em supermercados, armazéns e feiras livres. Logo, todos nós temos algum envolvimento com a agricultura.

No entanto, é notória a falta de conhecimentos básicos sobre a química envolvida nessas atividades, o que gera grandes riscos. Por exemplo, são relativamente comuns, principalmente em vilas e pequenas cidades, a venda em feiras livres de agrotóxicos a gra-

nel, fertilizantes sintéticos etc. e a falta de orientação adequada para o uso seguro desses produtos, bem como sobre a devolução de embalagens exigida por lei.

Devido a essa falta de conhecimentos básicos, muitos problemas surgem, desde graves intoxicações e mortes de trabalhadores rurais até relatos de casos de utilização de embalagens vazias de agrotóxicos para armazenar água potável. Há também casos de intoxicação resultantes de resíduos de inseticidas ingeridos com vegetais mal lavados.

Tendo em vista essas considerações, o que propomos neste capítulo é que os estudantes adquiram conhecimento químico suficiente para poder compreender melhor a composição de agrotóxicos e fertilizantes e, assim, divulgar esses saberes, contribuindo para aumentar a segurança das pessoas que os manipulam e das que consomem produtos tratados dessa forma.

### **Agrotóxicos: usos, consequências, características químicas e alternativas de substituição**

O capítulo foi dividido em duas partes: a primeira trata dos agrotóxicos e a segunda dos fertilizantes.

O tópico inicia-se com uma **leitura de imagem**, para que os estudantes percebam como a transformação de uma área de vegetação nativa em campo agrícola modifica profundamente as relações alimentares entre os seres vivos, favorecendo a proliferação de determinadas espécies de insetos, mamíferos ou ervas e propiciando que alguns desses tornem-se pragas de plantações, bem como favorecendo a disseminação, devido à densidade de um mesmo tipo de planta, de doenças vegetais causadas por fungos, bactérias e vírus no solo e na lavoura. Evidentemente, o que está apresentado nas imagens é apenas uma pequena parte das diversas relações entre seres vivos que ocorrem nos ecossistemas naturais e que são alterados pelo ser humano.

Comentários e discussões sobre o emprego de aviões para aplicação de agrotóxicos foram introduzidos com o objetivo de ilustrar o grau de periculosidade associado a essa prática, que requer habilidade e conhecimento técnico para executá-la, e também de dar ideia da extensão a que chegam as áreas de monoculturas. Procurou-se mostrar a importância da indústria aeronáutica nacional, pioneira na fabricação de aviões agrícolas a álcool, e retomar as vantagens ambientais do uso desse combustível.

#### **Ler imagem**

Espera-se que os alunos compreendam que o estudo das condições meteorológicas é fundamental na agricultura. Uma das razões é o fato de a aplicação de agrotóxicos requerer voos de baixa altura, que têm grande risco de queda do avião em condições de chuva e vento fortes. Outra razão é que o agrotóxico, conforme o sentido do vento, pode atingir áreas vizinhas, que não deveriam receber o produto.

#### **Ler tabela I**

Ao trabalhar com a tabela, é interessante propor aos estudantes que comparem os agrotóxicos quanto ao tempo de per-

manência no ambiente e seu acúmulo nos tecidos gordurosos. A partir dessa comparação, estimule-os a encontrar razões para a proibição dos organoclorados no Brasil. A atividade proposta logo após a tabela visa retomar a ideia sobre grupos funcionais já abordada em outros capítulos.

### **Alternativas para substituir agrotóxicos**

O estudo sobre os agrotóxicos é concluído com um debate. Nesse debate, deverão ser considerados aspectos ambientais, de saúde humana, econômicos etc. Deverá ficar claro que não há uma única técnica “milagrosa e salvadora” que permite abrir mão rapidamente do uso de agrotóxicos. A chamada “agricultura orgânica” (que, aliás, é um nome infeliz, pois toda a agricultura é orgânica do ponto de vista químico, uma vez que qualquer vegetal é orgânico, estruturado por compostos de carbono) que faz uso de várias técnicas de cultivo, cuidados com o solo e controle de pragas, é ainda limitada em termos de produtividade e de público consumidor e seus produtos têm custo alto. Não seria possível, nos dias de hoje, suprir toda a população somente com essa forma de agricultura. Para se ter ideia, num mesmo dia em que o quilograma de cenoura “comum” era adquirido por R\$ 0,89, uma bandeja com apenas meio quilograma de cenoura “orgânica” custava, no mesmo supermercado, R\$ 3,50, ou seja, um preço quase 200% maior. Considerações semelhantes valem para os demais produtos denominados “orgânicos”.

#### **Debater**

Na atividade, espera-se que os alunos exponham suas ideias a respeito do tema e cheguem a alguma conclusão. O mais importante é que percebam que todas as alternativas têm vantagens e desvantagens.

#### **Fertilidade do solo**

No estudo do tema, optou-se por utilizar inicialmente o termo “fertilizante” para designar substâncias que introduzem elementos essenciais no solo, independentemente de sua origem natural ou sintética. Isso foi feito para evitar que os estudantes reforçem uma ideia equivocada de que o “adubo natural é bom e o fertilizante químico é ruim”.

Um adubo natural (esterco ou composto orgânico) usado em quantidade excessiva ou mal preparado prejudica a cultura e pode trazer problemas ambientais, assim como um fertilizante sintético utilizado adequadamente pode ter a mesma eficiência de um natural, sem provocar danos ambientais. Após essa compreensão, pode-se voltar a utilizar os termos “adubo” e “fertilizantes” sem o risco de interpretações errôneas.

#### **Ler tabela II**

Na discussão desse tema, é importante empregar linguagem química correta, evitando confusões entre os termos “nutrientes”, “substâncias químicas” e “elementos químicos”. Assim, os elementos químicos essenciais aos vegetais estão presentes em substâncias químicas absorvidas, que são os nutrientes.

### Entenda o código e a composição dos fertilizantes NPK

Certamente, esta é a parte que trará mais dificuldades aos estudantes. Para facilitar, sugerimos que sejam retomados os estudos sobre proporções, fórmulas centesimais e moleculares trabalhados anteriormente. Peça-lhes também que observem rótulos de fertilizantes diversos, por exemplo, para horta e jardim, bastante comuns em prateleiras de supermercados, e anotem dados sobre a composição e os números que aparecem após a sigla NPK. À medida que forem lendo o texto explicativo desses códigos, eles devem tentar associar isso com o que aparece nos rótulos que observaram.

### Consequências do uso indiscriminado de adubos naturais e fertilizantes sintéticos

Discuta o texto com os alunos. Na discussão, é preciso ficar claro que problemas ambientais podem tanto ser causados por fertilizantes naturais como pelos sintéticos, e que tais problemas podem ser evitados pelo uso adequado do conhecimento químico.

Se achar conveniente, apresente aos alunos um processo que vem sendo utilizado em escala experimental para recuperar solos deteriorados por poluição decorrente de agrotóxicos: a biorremediação. O seguinte texto servirá de auxílio:

O processo da biorremediação consiste na descoberta e procriação de bactérias capazes de “comer” os agrotóxicos que ficam por muitos anos no solo e na água. Estas bactérias devoram os componentes químicos existentes nos venenos, fazendo com que o produto perca sua capacidade de poluir o solo, a água e até mesmo o organismo humano. Estas bactérias também não são prejudiciais ao meio ambiente. Caso os resultados da pesquisa sejam confirmados, será um grande avanço para a preservação do meio ambiente, pois o uso do veneno é um grande vilão que prejudica o solo, a água, os animais e o homem (AZEVEDO, 1998). Uma saída promissora para esses problemas seria a multiplicação em massa desses agentes de biodegradação de agentes químicos, em tanques abertos, adotando-se a técnica de cultura em compostagem líquida contínua. A produção de biofertilizantes líquidos, à base de resíduos oriundos da agricultura e da indústria, modificados por microrganismos, geram substratos úteis como fertilizantes de solo e como bioprotetores de plantas para a agricultura.

Disponível em: <[www.biotecnologia.com.br/revista/bio31/biofertilizante.pdf](http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio31/biofertilizante.pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2012.

### Aplicar conhecimentos

1. c; 2. c.

## CAPÍTULO 8

### A Física por trás da Medicina

A alta especialização e complexidade das tecnologias empregadas nos exames e tratamentos radiológicos dão a eles um ar de mistério, quando, na verdade, não é bem assim. É possível e necessário ter noções básicas da Física das Radiações, tanto para

saber exatamente quais são os benefícios e riscos que cada exame/tratamento pode trazer, quanto saber o que é possível fazer para se proteger em situações graves e inusitadas, como no infeliz acidente radioativo de Goiânia.

Chernobyl ainda assombra a Europa toda. E, por que não dizer, o mundo globalizado, que compra e vende alimentos de todos os locais, inclusive de regiões que sofreram com aquela contaminação radioativa. Conhecer a diferença entre irradiação e contaminação radioativa é de essencial importância para sermos capazes de identificar os eventuais riscos à saúde em cada situação, tanto para nós mesmos como para as demais pessoas.

O capítulo propõe uma reflexão sobre as situações em que necessitamos tirar uma radiografia ou realizar outros tipos de exames de imageamento. As questões para debate do início do capítulo têm a função de estimular os alunos a relatarem situações vividas, de forma a trazer questões que serão discutidas no texto ou que, no mínimo, poderão servir de temas para pesquisas encaminhadas pelo educador. Não cabe, portanto, responder cabalmente a elas, mas sim registrar as respostas para confrontos posteriores.

### Para refletir I

1. Os relatos são particulares, mas, quando a turma finalizá-los, o professor precisa focar a maneira como as doenças foram diagnosticadas por meio dos exames realizados. Além disso, é preciso destacar o fato de ter sido possível enxergar regiões internas do corpo sem abri-lo.
2. O importante aqui é levantar os conhecimentos prévios dos alunos para serem trabalhados durante o curso, confirmando aqueles que estiverem alinhados com os conceitos científicos e reorientando aqueles que apresentam inconsistências.
3. A pesquisa pode ser distribuída a grupos de alunos, que podem apresentar em forma de seminários breves, usando, preferencialmente, imagens de exames próprios ou coletadas nas pesquisas realizadas. Cada exame desses será abordado no texto do capítulo.

### O espectro eletromagnético

Aqui são apresentados o espectro eletromagnético e todas as suas faixas de frequência. Cada faixa apresenta uma característica própria, com a qual o homem consegue produzir tecnologias apropriadas, instrumentos que são capazes de interagir com essas ondas. O importante aqui é ficar claro para os alunos que os tipos de ondas eletromagnéticas são produzidos ou detectados de acordo com os instrumentos apropriados. Em outras palavras, é fundamental que o comprimento das ondas tenha uma dimensão próxima dos objetos com os quais se pretende interagir, e interagir aqui significa trocar energia.

### Ler imagem

1. Identificando a ordem de grandeza aproximada das faixas de frequência da figura, basta usar a equação da onda

$v = \lambda \cdot f$ , assumindo a velocidade da onda de  $3 \cdot 10^8$  m/s, para obter as respectivas faixas de comprimento de onda, conforme tabela a seguir:

Tipos de onda	Fontes	Faixas de frequência (Hz)	Faixas de comprimento de onda (m)	Objetos detectáveis (dimensões)
Hertzianas	Antenas de rádio e TV	de 0 a $10^8$	De infinito a 3	De edifícios a um repolho (metro)
Micro-ondas	Telefone celular e fornos micro-ondas	de $10^8$ a $10^{11}$	De 3 a $3 \times 10^{-13}$	Insetos (centímetros)
Infravermelho	Controle remoto ou aquecedores	de $10^{11}$ a $10^{14}$	De $3 \times 10^5$ a $3 \times 10^6$	Células ( $10^5$ m)
Luz visível	Lâmpadas comuns	$10^{14}$	$3 \times 10^6$	
Ultravioleta	Sol ou lâmpadas de luz negra	de $10^{14}$ a $10^{16}$	De $3 \times 10^6$ a $3 \times 10^8$	Proteínas ( $10^7$ m)
Raios X	Aparelhos de raios X ou tomógrafos	de $10^{16}$ a $10^{20}$	De $3 \times 10^8$ a $3 \times 10^{12}$	Moléculas e átomos ( $10^9$ m)
Raios gama	Aparelhos de radioterapia	de $10^{20}$ ao infinito	De $3 \times 10^{12}$ a 0	Núcleos e subpartículas ( $10^{12}$ m)

- Cada comprimento de onda apresenta as dimensões próximas dos objetos com que interage.
- Objetos minúsculos, segundo a tabela, são detectados por radiações de altas frequências. A dimensão dos objetos, portanto, é inversamente proporcional à frequência da radiação (quanto menor a dimensão do objeto, maior a frequência da radiação), mas diretamente proporcional ao seu comprimento de onda (quanto menor a dimensão do objeto, menor o comprimento de onda da radiação detetora).

### As radiações ionizantes: ondas eletromagnéticas de altas energias

No tópico são explicados dois conceitos importantes: o processo de ionização e a energia da radiação.

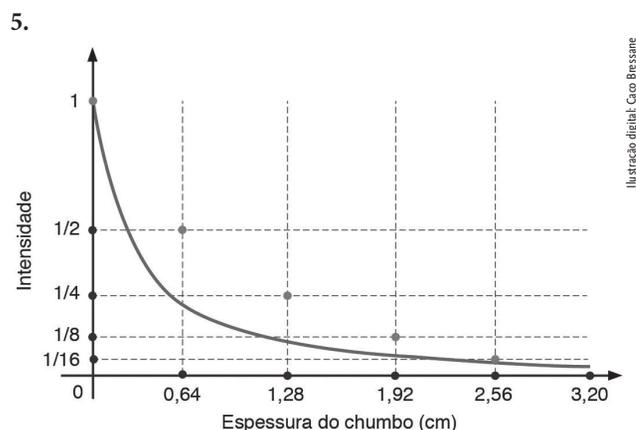
### Os raios X e sua interação com a matéria

A diferença entre uma fotografia e uma radiografia revela um aspecto importante das radiações de alta energia: sua

penetrabilidade nos materiais. O cerne dessa parte do texto está na compreensão de como se dá a interação da radiação com a matéria. Contudo, a clareza do que seja uma interação e dos parâmetros físicos que interferem nessa interação é fundamental para se compreender porque surgem as regiões claras e escuras numa radiografia. O conceito de camada semirredutora, muito empregada na fabricação de estruturas protetoras contra radiação ionizante, pode representar um interessante desafio, pois se trata de uma função exponencial dependente da espessura do material. A função não foi apresentada, mas, neste momento, a compreensão da ideia da camada semirredutora ajudará na compreensão do conceito de meia-vida dos materiais radioativos – que será discutido mais adiante – uma vez que se vale da mesma lógica.

### Aplicar conhecimentos I

- As regiões claras da radiografia representam as partes do corpo mais densas, onde houve mais interação entre a radiação X e os tecidos, enquanto as regiões mais escuras representam as partes do corpo onde houve pouca ou nenhuma interação. Como o sangue e os músculos apresentam valores de densidade muito próximos, eles não serão diferenciados numa radiografia, pois ambos interagirão da mesma forma com a radiação.
- O sulfato de bário tem uma densidade diferente dos ossos e dos demais tecidos moles, como o esôfago, estômago e intestinos. Uma vez ingerido, ao se tirar uma radiografia, ele fará um contraste capaz de identificar contornos e regiões eventualmente lesadas que não seriam identificadas na radiografia sem o uso dele.
- Por ser muito denso, o chumbo é capaz de blindar grande quantidade da radiação proveniente da fonte. Sem aventais e luvas de chumbo, a dose de radiação recebida seria muito maior, aumentando as chances de desenvolver doenças como o câncer.
- Um material de grande densidade tem uma camada semirredutora bem menor, como o caso do chumbo, se comparado com a densidade do alumínio, cuja camada semirredutora para o mesmo tipo de radiação é bem maior, aproximadamente 5,5 vezes.



- a) Ao atravessar uma camada semirredutora, a intensidade  $I$  é atenuada para  $\frac{1}{2}$ . Ao atravessar a segunda camada semirredutora, a intensidade diminui para metade de  $\frac{1}{2}$  ou seja,  $\frac{1}{4}$ . Após a terceira camada semirredutora, a intensidade cai para  $\frac{1}{8}$ . Depois da quarta camada, cai para  $\frac{1}{16}$ . Logo, depois da quinta camada semirredutora, a intensidade diminui para  $\frac{1}{32}$ . Uma forma simples de obter essa informação é a partir da seguinte expressão:

$$I_{passa} = \frac{I_{inicial}}{2^{n^{\circ} \text{ de camadas}}}$$

- b) Usando a expressão acima, observamos que a intensidade foi reduzida 10 vezes. Logo, a camada semirredutora do chumbo, nesse caso, deve ser  $0,64 \text{ cm} \cdot 10 = 6,4 \text{ cm}$ .
- c) Conforme dito anteriormente, corresponde a 10 camadas semirredutoras.

### Efeitos biológicos da radiação ionizante

A compreensão dos efeitos biológicos decorrentes da radiação carece de abordagens múltiplas da Física das Radiações, da Biologia Celular e da Química da estrutura atômica e molecular. Trata-se, portanto, de uma boa oportunidade de mostrar como as ciências se interconectam.

### Aplicar conhecimentos II

Alternativa c.

### Para refletir II

Durante a realização da atividade, é interessante ter em mãos pelo menos uma radiografia. Você também pode projetar em uma tela uma imagem de radiografia extraída da internet, apontando para as regiões claras e escuras do exame.

É interessante debater com os estudantes como a imagem é produzida numa câmera fotográfica, que é fisicamente similar ao olho humano, para, em seguida, questionar o funcionamento da visão de raios X do Super-Homem.

O fato de alguns alunos já terem passado pela experiência de uma radiografia em sua vida pode ajudar na discussão sobre a importância de proteger os profissionais e os acompanhantes do paciente.

### O câncer e a radioterapia

Neste ponto do texto, continua a abordagem biológica da interação celular com a radiação, mas agora numa perspectiva de cura de tumores, abrindo caminho para caracterizar as fontes dessas radiações. Contudo, antes é discutida brevemente a interação da radiação ultravioleta proveniente do Sol com a pele, seus benefícios e riscos. Questões como uso de protetores solares e seus fatores de proteção, bronzeamento artificial e evolução do melanoma podem render boas discussões sobre os efeitos biológicos da radiação.

### A origem das radiações ionizantes

A produção dos raios X e dos raios gama é explicada, dando-se mais ênfase, a partir deste ponto, para as radiações nucleares. O quadro desse tópico explica o que são isótopos radioativos e dá uma boa ideia de como eles são empregados na Medicina. As radiações corpusculares e suas características também são apresentadas, mostrando que existem radiações além das eletromagnéticas. Também é apresentada a ideia de que há radiação natural, à qual somos inevitavelmente submetidos. Isso ajuda a compreender a importância de controlar a dose de radiações artificiais a que somos submetidos, numa radiografia, por exemplo.

### A meia-vida dos radionucleotídeos

O conceito de meia-vida física é básico para se produzirem radionucleotídeos específicos para o uso desejado na Medicina, minimizando os danos aos tecidos pela exposição à radiação artificial.

### Experimentar

1. O gráfico obtido será muito semelhante ao da camada semirredutora, até porque eles têm o mesmo princípio de construção: a impossibilidade de controlar a desintegração é análoga à impossibilidade de determinar em que ponto a radiação ionizará o meio em que se propaga.
2. O número de jogadas representa a contagem do tempo do decaimento dos radionucleotídeos, e as moedas restantes a cada jogada representam os núcleos que ainda não se desintegraram até aquela contagem do tempo.
3. A “meia-vida” das moedas será aquela jogada em que o número de moedas caiu pela metade da contagem inicial (100 moedas). Se isso acontecer na 3ª jogada, a meia-vida das moedas será três jogadas.

### Aplicar conhecimentos III

Alternativa d.

Propomos como avaliação duas atividades orais sobre radiação na Medicina. A primeira seria logo no início do curso: o educador pode fazer um levantamento daquilo que os alunos conhecem sobre o assunto, pedindo que eles relatem casos vividos ou conhecidos que envolvam exames de imagens e/ou tratamentos radioterápicos. O educador, nesse momento, pode sutilmente pedir que eles tentem explicar determinados aspectos da história contada, de modo a levantar os que sabem sobre o assunto. Ao final do curso, o educador pode resgatar esses relatos e pedir que aqueles mesmos alunos relatem novamente os casos contados no início do curso, para comparar e tornar evidentes os avanços obtidos e os desafios que ainda persistem. Isso ajudaria muito a observar o desenvolvimento e o domínio da linguagem científica – assim como constatar que os conceitos científicos superam os conhecimentos prévios dos educandos.

## CAPÍTULO 9

### Municípios saudáveis

---

Uma cidade saudável, na concepção da Organização Mundial da Saúde (OMS), é aquela que coloca em prática a melhoria do seu meio ambiente físico e social a partir de um plano montado pelos cidadãos locais junto com os governantes e outros parceiros.

O objetivo do capítulo é explicar o que são Municípios e Comunidades Saudáveis (MCS) e demonstrar a importância da participação popular para que essa estratégia seja eficiente. Procuramos também estimular a participação social e demonstrar algumas etapas para implementação de um Município Saudável.

#### Ler texto científico

Aqui apresentamos um texto científico para que os alunos aos poucos passem a se apropriar do tipo de linguagem utilizada nessa forma de comunicação. Apesar de simples, o texto amplia a visão de Municípios Saudáveis, abordando-a de um ponto de vista mais social. Desemprego, discriminação, condições indignas de moradia e falta de saneamento prejudicam muito a saúde das pessoas. Melhorias no quadro de saúde geral do município dependem diretamente de uma política de inclusão social.

As duas primeiras questões propostas abordam a importância da participação comunitária para a implementação e manutenção da estratégia de MCS, além da estruturação de quais são as principais ações de um plano de trabalho. São duas questões cujas respostas podem ser obtidas no texto lido.

As duas questões seguintes tentam demonstrar que para cada tipo de realidade há possibilidades, problemas e soluções diferentes. Os exemplos escolhidos de países apresentados no quadro são bem diferentes e visam mostrar aos alunos que não há uma receita a ser seguida, mas sim que o diagnóstico da comunidade e o planejamento das ações feitos pelos próprios moradores são essenciais para o sucesso da transformação de um Município ou uma Comunidade Saudável.

As questões finais buscam propor que os estudantes se debruçam sobre a realidade de seu município e tentem pensar em iniciativas que podem vir a transformá-lo em um Município Saudável.

#### Promoção da saúde

O texto busca aprofundar o conceito de promoção de saúde por trás da proposta da OMS. Novamente, reforçando a importância da participação comunitária, demonstra que saúde é muito mais do que ausência de doença. Estamos saudáveis quando temos uma série de fatores condicionantes e determinantes que nos propiciam bem-estar.

Optamos por aprofundar essas questões a partir de reflexões e sobre o saneamento básico (um dos principais problemas brasileiros ainda no século XXI).

#### A água e a saúde

Como a água é um recurso natural indispensável para a saúde de uma população, uma atenção especial é dada a ela nessa parte do capítulo. O texto e as atividades tentam demonstrar que tanto a quantidade de água como sua qualidade influenciam na saúde dos moradores de uma região.

Além da percepção do impacto da água na saúde das populações, procuramos estimular os alunos a conhecerem melhor a situação da distribuição de água e da existência, abrangência e qualidade de saneamento básico de sua comunidade.

#### Para refletir I

Elaboramos questões para que os alunos reconheçam quais são os quatro principais tipos de doenças relacionadas à água e quais as que ocorrem na região deles. Solicitamos primeiro que pesquisem no posto de saúde mais próximo quais são as doenças da tabela que ocorrem na região e depois debatam com a turma sobre as possíveis soluções para diminuir ou eliminar essas doenças.

Na questão 3, eles devem pesquisar dados estatísticos sobre doenças e comparar os dados de sua região com os do país (esses dados foram publicados pela Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/CapituloD.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2012.) Dessa forma, esperamos que tenham um olhar mais crítico sobre a sua realidade e que também consigam entender melhor de que forma a água pode causar doenças.

Sugerimos a confecção de um jornal pelos estudantes para ser distribuído na escola. Essa atividade é bastante trabalhosa, mas muito importante para que os conhecimentos adquiridos por eles ultrapassem as paredes da sala de aula, além de permitir que treinem a escrita. Fazer algo que gere impacto em outras pessoas da escola é um importante procedimento a ser treinado pelos educandos, visando à formação de uma cidadania mais atuante. Para montar o jornal, sugerimos algumas seções, mas outras podem também ser introduzidas por eles próprios. A leitura de um jornal local e a identificação de suas seções pode ser um exercício de aquecimento bastante interessante antes de se propor a atividade. O importante é que o jornal tenha a linguagem dos alunos e os conteúdos discutidos por eles.

As atividades propostas tentam estimular a participação dos alunos no Conselho Municipal de Saúde. Primeiramente, sugerimos uma pesquisa na Lei do SUS (que pode ser conseguida na internet ou impressa em qualquer posto de saúde) para que eles conheçam as atribuições de um Conselho Municipal de Saúde (Leis nº 8.080/1990 e nº 8.142/1990). Em seguida, incentivamos os alunos a se colocar como conselheiros da saúde e a propor mudanças que podem ser discutidas em classe.

#### Lixo: outro desafio para uma cidade saudável

Professor, antes de iniciar a leitura do texto, faça o levantamento dos conhecimentos prévios da turma: o que é feito do lixo doméstico; quais os problemas gerados pelo lixo que é jogado nas ruas; situações de agravo à saúde que já vivenciaram ou vivenciam,

e que estejam relacionadas ao lixo urbano; práticas que já realizam para lidar com o problema do lixo urbano e assim por diante.

### Para refletir II

1. Esperamos que os alunos consigam citar que o aterro sanitário não contamina o meio ambiente (solo, ar ou água), não permite a proliferação de animais que podem causar doenças nos seres humanos e outros seres vivos, não promove o trabalho insalubre.
2. Na realidade, “alimentar-se de lixo” não é uma expressão correta, uma vez que os micro-organismos se alimentam das mesmas substâncias que nós nos alimentamos (carboidratos, proteínas e lipídios). Essas substâncias são encontradas nos resíduos orgânicos presentes no lixo doméstico, que são degradados no processo de decomposição, contribuindo para a reciclagem dos materiais na natureza.
3. Os micro-organismos (principalmente as bactérias) são geralmente associados à transmissão de doenças. No entanto, a maior parte deles não é patogênica, sendo muitos inclusive benéficos ao ser humano. Os alunos farão uma pesquisa que pode ser apresentada na classe sobre outros exemplos de relações positivas entre os micro-organismos e outros seres ou ambiente, além da decomposição do lixo. As bactérias, por exemplo, são usadas pela indústria de laticínios, na produção de vinagre, na biotecnologia – produção de insulina –, na fixação do nitrogênio em raízes de leguminosas, na produção de vitaminas no intestino humano e na reciclagem da matéria orgânica. Já os fungos são utilizados na produção de antibióticos, de pães, de bebidas alcoólicas e de queijos; além disso, há espécies comestíveis, como *champignon*, *shimeji* e *shitake*.

## CAPÍTULO 10

### Descobertas e invenções de substâncias, misturas e transformações químicas

Procuramos mostrar aos estudantes, neste capítulo, alguns aspectos da História da Química relacionados a descobertas e invenções que tiveram grande impacto no modo de viver do ser humano. Pretendemos, com isso, levá-los a uma visão panorâmica de algumas características do modo de vida e do modo de pensar das pessoas em diferentes épocas, além de retomar alguns conceitos fundamentais abordados e desenvolver novos. Evidentemente, não seria possível a abordagem de tudo o que contribuiu para a evolução do pensamento científico, por isso optamos por deixar de lado a alquimia, ou melhor, *as alquimias*, que eram várias: egípcia, grega, romana, chinesa, indiana. Nesse ponto, cabe salientar alguns aspectos sobre as alquimias em virtude de diversas distorções observadas nas concepções que são propagadas pela mídia e até em certas obras literárias. Primeiro,

alquimia não é a Ciência Química da Antiguidade nem a precursora da Ciência Química, ainda que muitas técnicas empregadas pela Química tenham sua origem nas técnicas alquímicas.

Outro aspecto é sobre o ouro e o elixir da longa vida: é continuamente propagado que os alquimistas buscavam incessantemente a pedra filosofal, que permitiria transformar metais baratos como o chumbo em ouro e preparar o elixir da longa vida. Na realidade, segundo alguns autores, havia alquimistas que buscavam a perfeição e consideravam o ouro e a vida eterna símbolos daquela.

Assim, tendo em vista essas considerações, foram escolhidos alguns temas cuja relação com o modo de vida dos estudantes é evidente. Quatro deles foram tratados em detalhes e outros sugeridos para pesquisa.

#### Descoberta ou invenção?

O item propõe uma discussão sobre o emprego destes dois termos – “descoberta” e “invenção” – que, muitas vezes, são confundidos pelas pessoas. É interessante discutir com os alunos as suas experiências pessoais. Muitos de nós descobrimos e inventamos várias coisas durante nossa vida, mas não percebemos ou não damos importância a elas. Neste item, também são abordadas diferentes formas pelas quais essas descobertas e invenções podem ocorrer. O termo “serendipidade” utilizado no livro de Royston M. Roberts intitulado *Descobertas acidentais em Ciências* foi incorporado a este capítulo, ainda que não faça parte da língua portuguesa, por ter um significado próprio, diferente de *acidental* e *planejado*. Aliás, o próprio título original desse livro é *Serendipity: Accidental Discoveries in Science*.

#### Charles Goodyear e a vulcanização da borracha

É interessante chamar a atenção dos estudantes para o tempo decorrido entre a descoberta da borracha e sua utilização para apagar marcas de lápis de chumbo e em capas de chuva.

O lápis de chumbo era utilizado porque esse metal é mole e deixa marcas no papel. Também era empregado sulfeto de chumbo (galena) com essa finalidade. (O lápis que conhecemos hoje como grafite foi inventado em 1795.)

Os estudantes devem ser estimulados a notar as diferenças entre as estruturas da borracha natural e a vulcanizada: leve-os a perceber que os átomos de enxofre funcionam como se fossem elos entre duas correntes diferentes, ou seja, as correntes têm mobilidade, mas esta é limitada. Com base nessa analogia, procure mostrar que a borracha natural amolece em temperaturas mais altas devido à maior liberdade de movimento das cadeias de átomos. Em temperaturas baixas, as cadeias tendem a se aproximar, emaranhando-se e tornando o material quebradiço e rígido. Nessa situação, os “elos” entre as cadeias – os átomos de enxofre – evitam que isso aconteça.

Se achar conveniente, diga aos alunos que uma das causas das complicações financeiras de Charles Goodyear foi a venda de bolsas de correio para o governo estadunidense, que começaram a amolecer antes que fossem entregues.

## Descobertas e invenções sobre a arte de fazer fogo: das pedras aos fósforos

Seria interessante, antes de iniciar o estudo deste item, propor aos estudantes que imaginem como fazer fogo sem fósforos, isqueiros ou outros dispositivos atuais. Se achar conveniente, introduza, após a leitura do quadro sobre o elemento fósforo, o conceito de **alotropia**, que designa o fato de um elemento químico apresentar-se sob forma de substâncias simples diferentes, que têm arranjos de átomos diferentes. O fósforo tem três formas alotrópicas: branco, vermelho e preto. Já o carbono pode se apresentar como grafita, diamante e fulereno. O oxigênio existe como oxigênio diatômico ( $O_2$ ) e ozônio, ( $O_3$ ). O enxofre pode se apresentar em duas formas: rômico e monoclinico.

Ainda neste item, lembre a conservação de átomos nas transformações químicas e sua representação pelos coeficientes estequiométricos das equações.

## Síntese da ureia: um marco na evolução do pensamento científico

Ressalte que a visão vitalista “emperrava” tentativas de sínteses de compostos de carbono. Procure mostrar aos alunos que atualmente muitas pessoas dependem de insulina, hormônios da tireoide e tantos outros medicamentos hoje produzidos sinteticamente, mas que, se ainda fosse predominante o modo de pensar com base na corrente vitalista, isso não seria possível.

## O corante dos jeans: uma breve história do índigo

O texto procura mostrar aos alunos algo sobre a história de um dos corantes mais populares do mundo ocidental. Aqui, ressaltamos o estímulo financeiro à pesquisa. Certamente, se não houvesse tal estímulo, a síntese do corante seria bastante adiada.

## Pesquisar

No item foram propostos temas que se referem a outros marcos históricos e, certamente, não haverá grande dificuldade a ser transposta pelos estudantes. Procure distribuir os temas e promova exposições orais ou de painéis para que todos possam compartilhar os conhecimentos que obtiveram.

## Aplicar conhecimentos

1. Nos seguintes trechos: “Para obtê-lo, as folhas das plantas eram colocadas em tonéis com água e esperava-se um tempo para sua fermentação. Obtinha-se, assim, um líquido incolor que, por agitação, era bem misturado com o ar. Nesta etapa formava-se o índigo, um material sólido, de cor azul, que se depositava no fundo dos tonéis” e “fabricação sintética desse corante, a partir de uma substância chamada anilina”.
2. Apenas a última sentença é verdadeira.

## CAPÍTULO 11

### A evolução do pensamento científico

Nesse capítulo, iremos entrar em contato com uma façanha própria dos descobridores: entender como os seres humanos criaram as formas de pensar Ciência. Queremos que você e seus alunos soltem a imaginação, transportem-se para lugares do passado e vivam as emoções que nossos antepassados distantes experimentaram ao descobrir que podiam transformar um objeto da natureza em terrível arma mortal.

Descubra com eles como é produzir fogo sem um simples fósforo. Consulte o *site* da revista *Superinteressante* (<[http://super.abril.com.br/superarquivo/2001/conteudo\\_119496.shtml](http://super.abril.com.br/superarquivo/2001/conteudo_119496.shtml)>) e veja como é difícil realizar essa tarefa.

## Debater

Promova uma discussão sobre algum assunto que já foi visto anteriormente – clonagem, por exemplo – e proponha algumas questões sobre:

- facilidade de se fazer esse procedimento;
- por que o homem desenvolveu essa tecnologia?
- o que irá acontecer com essa tecnologia no futuro?
- o que mudaria se essas descobertas tivessem ocorrido há um século?

Procure sempre estimular os alunos a caminharem, passo a passo, em todas as questões. É uma forma de eles lembrarem conhecimentos já sistematizados. Mostre a eles que nenhuma descoberta ou invenção é feita do nada, em nenhum lugar, por pessoa nenhuma. Há sempre muitas questões que influenciam a produção de conhecimento. Mostre que a produção de Ciência depende de fatores como a conjuntura sociopolítica-econômica do momento e sofre interferência de questões relacionadas à ética e à moral.

Se essas questões não estivessem presentes, será que a clonagem humana seria proibida? Proponha essa questão para aprofundar a discussão.

## Para refletir I

Ajude-os a se lembrar de produtos que ficam expostos em mercearias, empórios e supermercados, com data de validade relativamente longa e que não tenham nenhuma técnica elaborada de conservação – sementes, doces, chocolates, balas e bombons, manteiga em lata etc. Explique aos alunos que a ausência de água impede a proliferação de micro-organismos, assim como o excesso de açúcar atua como meio extremamente concentrado para esses seres vivos, causando a sua morte por dessecação, exceção feita aos fungos. É comum doces em compota mofarem superficialmente, depois de um determinado tempo, porém sem estragar completamente. O sal causa o mesmo efeito, ao aumentar a concentração externa ao alimento, como no caso do bacalhau ou da carne seca, vendidos nos supermercados.

Conhecimentos prévios são muito bem-vindos.

## Pesquisar I

1. **Gregor Mendel** – monge austríaco que estudou ervilhas e descobriu, mesmo sem saber da existência dos genes como fator hereditário, que havia uma regularidade na distribuição das características dos seres vivos, entre as gerações pesquisadas. Ervilhas com sementes amarelas cruzadas com outras de sementes amarelas podiam originar descendência 100% com sementes amarelas ou em proporções definidas, dependendo se a geração paterna fosse pura ou não. É considerado o pai da genética, responsável pelo que chamamos de genética mendeliana. A partir de Mendel, o caráter mítico e místico da hereditariedade começa a ruir, dando margem a experimentações que levariam, mais tarde, à descoberta do DNA como fator hereditário.

**Charles Darwin** – naturalista inglês que é considerado o mentor da Teoria da Evolução. Segundo Darwin, as características dos seres vivos surgiam ao acaso, fruto de recombinações genéticas ou mutações, testadas pelo ambiente (seleção natural) e, se aprovadas, permitiam que o ser vivo se reproduzisse (adaptação) e transmitisse essas características aos seus descendentes. Sua teoria foi um choque ao dogma da Criação, propiciando uma separação mais evidente entre as hipóteses criacionista e a evolucionista de origem das espécies.

**Louis Pasteur** – cientista francês que se especializou em microbiologia e foi o responsável pela descoberta do processo de fermentação e decomposição de matéria orgânica por micro-organismos. Contribuiu também para a conclusão da hipótese biogenética de origem dos seres vivos, ou seja, somente um ser vivo poderia originar outro ser vivo, contrariando a hipótese abiogenética, apregoada por vários cientistas da Idade Média e início da Idade Moderna.

Pasteur deu uma grande contribuição para a explicação científica a doenças causadas por microrganismos, afastando o caráter religioso e místico dessas doenças. As pragas, como a peste negra, que assolou a Idade Média, causada pela bactéria *Yersinia pestis*, transmitida por meio das pulgas de ratos contaminados, e a gripe espanhola, no início do século XX, causada por um novo tipo do vírus *Influenza*, não eram obras divinas, mas frutos das péssimas condições sociais e de higiene a que as populações estavam submetidas.

Professor: pesquise em *sites* de busca alguns documentos sobre os trabalhos realizados por outros cientistas citados na linha do tempo. Peça a cada aluno ou duplas de alunos que pesquisem sobre os trabalhos desses cientistas. É uma boa maneira de eles aumentarem seus conhecimentos sobre a evolução do pensamento científico, pois encontrarão a descrição das pesquisas desses teóricos, o que permitirá que entendam um pouco mais sobre a metodologia de trabalho com os diversos modelos de métodos científicos e as tecnologias disponíveis na época.

2 e 3. Professor: conduza a discussão para que os alunos percebam a natureza utilitária das “descobertas e estudos” do homem primitivo, em contraponto às teorias formuladas pelos

três cientistas citados na questão, às quais tentam trazer explicações concretas e racionais, para fenômenos naturais ou não, propiciando, com isso, uma nova leitura de mundo. A “ciência” do homem primitivo é intuitiva e pessoal, enquanto a ciência moderna é construída por meio da razão e da experimentação.

4. Vários são os motivos: havia muito conhecimento acumulado pela humanidade; os conhecimentos anteriores são utilizados na construção de um novo conhecimento científico; havia um grande avanço na Química e na Física, proporcionando a descoberta de novos tipos de materiais e instrumentos de medidas; aparelhos científicos foram inventados, o que permitiu que as observações deixassem de ser casuais e pessoais e passassem a ser mais descritivas; o pensar Ciência descolou-se do plano religioso, ou seja, começou-se a separar Ciência e Religião e, com o humanismo do Renascimento, o ser humano passou a acreditar mais em si mesmo.

## Para refletir II

Peça aos estudantes que investiguem com familiares e amigos como explicariam o fato de as pessoas ficarem paraplégicas ou com alguma forma de paralisia. É muito comum que os mais velhos associem essas enfermidades a questões ambientais ou sociais do tipo: pular na piscina depois de comer pode causar indigestão e paralisia (associar a algum fato do acidente vascular cerebral).

Quantas pessoas não afirmam que uma gripe decorreu de um “golpe de ar”, de uma “friagem” ou do fato de terem tomado chuva? São concepções a respeito de doenças que não remetem ao ambiente favorável à multiplicação de um dos tipos de vírus da gripe.

Você já ficou com a garganta inflamada porque tomou sorvete? Discuta e levante com os alunos as verdadeiras causas de uma inflamação, que são reações orgânicas de tecidos vascularizados contra um agente irritante com o objetivo de destruir, diluir ou bloquear esse agente agressor.

## Aplicar conhecimentos I

1. Não, uma vez que o ambiente selecionaria o mais adaptado a ele. Ter necessidade de aproveitar o gás oxigênio, na ausência desse gás, tornaria o ser vivo incapaz de sobreviver ao ambiente.
2. Sim, pois a fermentação não depende da presença do gás oxigênio. Lembre aos alunos a equação química da fermentação: Glicose álcool + 2 ATP (energia) + gás carbônico.
3. Com o desenvolvimento de seres anaeróbicos e fermentadores, a quantidade de gás carbônico no ambiente aumentou muito. E até então esse gás era inexistente na atmosfera.
4. Fotossíntese, uma vez que há necessidade de gás carbônico, água e radiação luminosa para a produção de glicose e gás oxigênio.
5. Se ocorresse um aumento no número de indivíduos fotos-

sintetizadores, mais gás oxigênio seria produzido, alterando, novamente, a composição da atmosfera.

6. Com a fotossíntese, a atmosfera tinha, além dos gases primitivos, gás carbônico e gás oxigênio. Essa nova composição permitiu a sobrevivência de seres vivos autótrofos e heterótrofos, aeróbicos e fermentadores.

### Aplicar conhecimentos II

1. As células secretoras, já que o retículo endoplasmático rugoso está associado a estruturas produtoras de proteínas – células do fígado, glândulas salivares, glândulas gástricas, glândulas endócrinas, células produtoras de pelos etc.
2. As células do fígado, já que são células produtoras de hormônios e outras substâncias. As outras células, por não ter complexo golgiense desenvolvido, precisam receber constantemente nutrientes que as façam permanecer vivas.
3. Segundo a hipótese endossimbiótica, a mitocôndria, assim como o cloroplasto, surgiu da incorporação de um organismo procarionte pela célula animal e/ou vegetal eucarionte. Essa afirmação pode ser feita com base na presença de material genético (DNA) nas mitocôndrias e nos cloroplastos com composição diferente do material genético encontrado nos núcleos dessas mesmas células. Isso permite que mitocôndrias e cloroplastos se reproduzam independentemente da reprodução celular.

### Pesquisar II

As mitocôndrias se reproduzem independentemente da reprodução celular. Entretanto, esse processo é estimulado pela atividade celular. Portanto, é de se supor que, quanto maior a atividade celular (estimulada, no caso, pela prática de esportes), maior o número de mitocôndrias encontradas.

### A origem da diversidade

Antes da leitura do texto, proponha algumas questões para os alunos, de modo a levantar os conhecimentos que eles possuem sobre o tema. Não se esqueça de que, nesse momento, não importa se o que eles comentam está pautado no saber acadêmico, em credences populares ou em ensinamentos religiosos. O que deve ser valorizado é o posicionamento que os estudantes têm sobre o assunto. É muito importante que o professor não faça nenhum juízo de valor sobre os conhecimentos que os alunos trazem, já que muitas dessas explicações foram construídas ao longo de sua vida e talvez eles nunca tenham questionado sua veracidade.

Em um segundo momento, explique aos alunos que a escola é o local onde os conteúdos acadêmicos são prioritariamente colocados em discussão, o que não significa que a escola dê maior ou menor valor para os outros conhecimentos.

Após a leitura e o entendimento do texto, proponha um debate sobre as diferenças existentes entre as visões de Lamarck e Darwin. Divida a classe em três grupos. Um dos grupos será o mediador do debate e os outros dois escolherão uma visão para

defender: lamarckismo ou darwinismo. O grupo lamarckista deverá apresentar alguns argumentos a favor dessa teoria e outros que invalidem o darwinismo. O grupo darwinista deverá fazer o mesmo. O grupo mediador não deverá adotar nenhuma das teorias, mas, sim, propor questões que possam invalidar ambas as teorias, como argumentos sustentados por uma visão religiosa (criacionismo).

O debate deverá ter um tempo para acontecer (duas aulas, por exemplo) e, ao final, cada grupo deverá fazer um registro dos seus argumentos e contra-argumentos para serem discutidos com a mediação do professor.

### Para refletir III

1. Porque criavam-se condições favoráveis para a reprodução e o nascimento de filhotes de camundongos. Havia material para um animal adulto fazer um ninho (camisa); alimento (germe de trigo) e água. Além disso, o porão escuro era um ambiente favorável para o animal se esconder e se reproduzir.
2. Resposta pessoal. Sugestão: colocar todos os ingredientes dentro de uma caixa que não permita a entrada de camundongos.

## Unidade 2 – Formas e medidas

### CAPÍTULO 1

### Forma, para que te quero?

---

Este capítulo tem a finalidade de mostrar a importância das formas geométricas em nossa vida e iniciar o estudo da geometria. Os conceitos são abordados a partir do tema da ocupação do espaço – uma forma eficaz de mostrar como a geometria está presente em nosso cotidiano. São apresentadas as noções de sólidos geométricos, classificados em poliedros e corpos redondos, destacando-se os elementos que determinam essa distinção e favorecendo-se a observação das características de outras formas menos presentes no dia a dia, mas não menos importantes.

Assim, o estudo proposto nesse capítulo deve levar o estudante a identificar propriedades e características de alguns sólidos e seus elementos, como faces, vértices e arestas, estabelecendo a relação destes com seus correspondentes em geometria plana – os polígonos, os vértices e os lados desses polígonos.

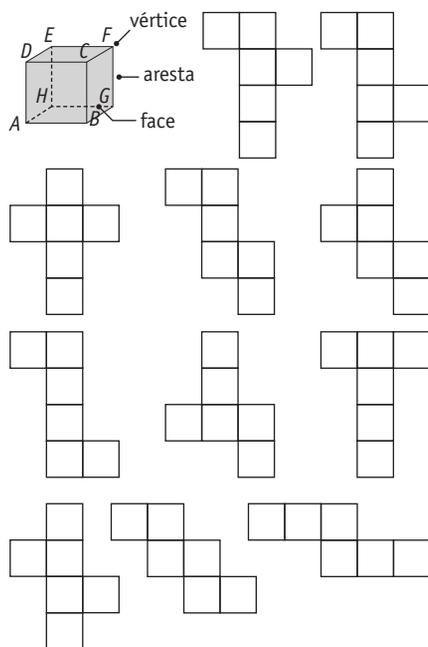
Paralelamente a isso, chama-se a atenção para as informações apresentadas em rótulos de embalagens com o intuito de provocar a discussão a respeito de questões relacionadas aos direitos do consumidor.

Nas questões introdutórias ao capítulo, o professor pode iniciar a abordagem do tema investigando as formas que já fazem parte do conhecimento dos estudantes, como as formas geométricas dos objetos utilizados em seu dia a dia ou

daqueles presentes na sala de aula. Pode-se auxiliar os alunos na observação e distinção entre figuras planas e não planas, bem como entre figuras bidimensionais e tridimensionais.

### Aplicar conhecimentos I

1. A proposta de confecção de embalagens propicia aos alunos a familiarização com planificações de alguns sólidos, permitindo a ampliação e o aprofundamento do conceito de medida, em especial medidas de volume e capacidade. Durante o desenvolvimento desta atividade, os estudantes terão oportunidade para discutir sobre as formas geométricas que preenchem determinados espaços, de maneira mais satisfatória, comparando blocos retangulares com prismas de base triangular e pentagonal. O professor pode explorar essa situação para incentivar os estudantes na elaboração de justificativas convincentes para suas respostas.
2. Para tornar essa atividade mais significativa, o professor pode elaborar um painel de exposição das planificações construídas pelos estudantes ou solicitar a eles que as reproduzam no quadro. Deverão ser encontradas 11 planificações distintas para o cubo:



3. Essa atividade tem o objetivo de provocar discussão e reflexão a respeito de formas geométricas que apresentam a menor área, mas que tenham maior capacidade. Trata-se de uma oportunidade de enriquecimento e ampliação dos conhecimentos prévios a respeito de medidas, exigindo que os estudantes façam um planejamento, discutam estratégias, coloquem-nas em prática e verifiquem se os resultados correspondem às suas expectativas. O professor pode, no decorrer dessa atividade, explorar a fórmula do volume de prismas:  $V_{br} = b \cdot a$  (em que  $V_{br} = b \cdot a$  corresponde ao volume do bloco retangular,  $b$  corresponde à área da base e  $a$  corresponde à altura do bloco retangular).

### Aplicar conhecimentos II

Nesses exercícios, os estudantes poderão aperfeiçoar a visualização de figuras espaciais, recorrendo às suas representações mentais, a fim de reforçar a questão da perspectiva.

### Experimental

Novamente, aqui os estudantes terão a oportunidade de reforçar a questão da perspectiva, com uma atividade mais lúdica, construindo agora uma pirâmide de base quadrangular com canudinhos.

### Aplicar conhecimentos III

1. Essa atividade propicia aos estudantes a oportunidade de discutir as características dos sólidos geométricos, suas semelhanças e diferenças. O professor pode conduzir a discussão, propondo questões sobre o número de faces, vértices e arestas dos poliedros envolvidos, sobre a relação entre o número de lados do polígono da base e o número de faces laterais etc. Elabore um texto coletivo. Nele, os estudantes poderão fazer desenhos dos prismas e das pirâmides.
2. Alternativa c. Pela observação, é a única figura que representa um cesto com apenas trapézios isósceles e retângulos nas faces laterais.

### Sugestão de atividades complementares

1. Com mais alguns colegas de sala, pesquisem no supermercado produtos com diferentes medidas, como grama e mililitro. Observem, por exemplo, as embalagens de maioneses e molhos de tomates. Discutam com outros alunos da sala. Responda: o que é mais pesado: um quilo de pena de galinha ou um quilo de chumbo? Por quê? Comparem, em um supermercado, embalagens de produtos importados, inclusive esmaltes de unha, e procurem suas unidades de medida de capacidade. Comparem essas unidades com as unidades nacionais. Indiquem o nome delas, ou seja, traduzam os símbolos dos rótulos. Pensem em um produto e confeccionem sua embalagem. Façam uma propaganda sobre o produto e o apresentem à sala.
2. Tenha seus diferentes modelos de cubo (com canudos, com planificações e outros recursos). Você também poderá visualizar e manusear cubos, virtualmente, acessando: <[www.matno-sec.org/criar/poliedros/3.html](http://www.matno-sec.org/criar/poliedros/3.html)>. Acesso em: 28 nov. 2011.
3. Uma sugestão boa e acessível é trabalhar com dobraduras, que é a arte de dobrar papéis. Para saber mais, acesse: <[www.atividadeseducativas.com.br/index.php?lista=origami](http://www.atividadeseducativas.com.br/index.php?lista=origami)>. Acesso em: 28 nov. 2011.
4. Outra atividade bastante interessante seria iniciar um trabalho com o geoplano, na tentativa de preparar os alunos para o estudo de áreas, perímetros, teorema de Pitágoras, entre outros temas, que serão abordados posteriormente. O Grupo Geoplano de Estudos e Pesquisas (GGEP) apresenta sugestões de atividades educacionais usando o geoplano, entre muitas outras possíveis. *Revista de Educação Matemática*. São Paulo: Sbem/FE-USP, ano 8, n. 6-7, 2001. p. 63-68. Para aqueles que têm acesso ao computador durante as au-

las, aí vai uma dica de um *site* com um geoplano virtual, repleto de atividades, além de outros conteúdos matemáticos: <[http://matti.usu.edu/nlvm/nav/topic\\_t\\_3.html](http://matti.usu.edu/nlvm/nav/topic_t_3.html)>. Acesso em: 28 nov. 2011.

### Para ampliar

FAINGUELERNT, Estela Kaufman. *Fazendo arte com a matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GRANDO, Regina Célia; FAZZION, Marcelo Fabiano. Álgebra e geometria na resolução de um problema clássico em Matemática: o problema dos cubos pintados. *Revista de Educação Matemática*. São Paulo: Sbem/FE-USP, ano 8, n. 6-7, 2001. p. 23-26.

KNIJNIK, Gelsa et al. *Aprendendo e ensinando Matemática com o geoplano*. 2. ed. Ijuí: Editora de Unijuí, 2004.

LINDQUIST, Mary Montgomery; SHULTE, Albert P. *Aprendendo e ensinando geometria*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994.

ZAMPIROLO, Maria José C. V.; SCORDAMAGLIO, Maria Terezi-  
nha; CANDIDO, Suzana Laino. *Circulando*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000 (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

\_\_\_\_\_. *Cortando, o que aparece?* São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

\_\_\_\_\_. *Quanto cabe?* São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

## CAPÍTULO 2

### Trigonometria no triângulo retângulo e outros elementos de geometria analítica

Neste capítulo, retoma-se a ideia de semelhança de triângulos. O estudo de trigonometria é proposto apenas para o triângulo retângulo e com as definições das razões: seno, cosseno e tangente. A noção de tangente é aplicada às retas em um plano cartesiano e são identificados os coeficientes angulares e lineares das retas em uma visão da geometria analítica.

#### Aplicar conhecimentos I

1. a)  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$
- b)  $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- c)  $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- d)  $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$
- e)  $\tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$

2. a)  $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$
- b)  $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$

#### Aplicar conhecimentos II

As respostas das questões são:

1.  $\tan 42^\circ = \frac{x}{35}$   
 $x = 0,9004 \cdot 35 \Rightarrow x = 31,514 \text{ m}$
2. 
$$\begin{cases} \tan 37^\circ = \frac{x}{1500} \\ \tan 68^\circ = \frac{x}{y} \end{cases}$$
  
$$\begin{cases} 0,7536 = \frac{x}{y+1500} \\ 2,4751 = \frac{x}{y} \end{cases}$$
  
 $x \approx 1\,625,241$   
 $y \approx 656,636$   
A distância é de aproximadamente 1 624,241 metros.
3.  $\sin 32^\circ = \frac{x}{7} \Rightarrow 0,5299 = \frac{x}{7} \Rightarrow x = 3,7093$ ;  $\cos 32^\circ = \frac{y}{7} \Rightarrow 0,8480 = \frac{y}{7} \Rightarrow y = 5,936$
4.  $\tan 85^\circ = 0,4199$ . O comprimento da sombra é de aproximadamente 42 cm.
5. A altura do edifício é de aproximadamente 91 m.
6. A partir do triângulo:  $\sin A = \frac{a}{c}$  e  $\cos A = \frac{b}{c}$ , então,  
$$\left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2 = 1$$
  
$$\frac{a^2}{c^2} + \frac{b^2}{c^2} = 1 \Rightarrow \frac{a^2 + b^2}{c^2} = 1$$
  
$$\frac{c^2}{c^2} = 1 \Rightarrow 1 = 1$$
  
Triângulo:  $\sin A = \frac{a}{c}$  e  $\cos A = \frac{b}{c}$

#### Aplicar conhecimentos III

- Cálculo de BD:  
 $\cos 60^\circ = \frac{2}{x} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2}{x} \Rightarrow x = 4 \text{ km}$   
Cálculo de EF:  
 $\tan 60^\circ = \frac{y}{1} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2}{x} \Rightarrow x = 4 \text{ km}$   
Cálculo de EF:  
 $\tan 60^\circ = \frac{y}{1} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{y}{1} \Rightarrow y = 1,7 \text{ km}$
- A distância da corrida foi de 13 km, então, o valor é obtido substituindo a variável  $x$  da função pelo valor 13:  
 $y = 4 + 0,8 \cdot 13$   
 $y = 14,4$   
O preço pago foi de R\$ 14,40.

## CAPÍTULO 3

### Comprimento e área de figuras com componentes circulares

Este capítulo trata especialmente das questões relativas ao comprimento de circunferência e à área de círculos e setores circulares.

Também são estudados os sólidos geométricos: cilindro, cone e esfera. Os elementos de cada sólido são apresentados, porém apenas as questões relativas às áreas são abordadas. As questões que envolvem volumes aparecerão em capítulos posteriores.

Na introdução, são sugeridas experiências com objetos redondos para a verificação prática de busca de valores aproximados do número  $\pi$ .

Destacar que o valor de  $\pi$  é uma conquista da humanidade, que por séculos busca desvendar os “mistérios” desse número. Os exercícios propostos e resolvidos nesse capítulo utilizam o valor aproximado de  $\pi = 3,14$ .

#### Aplicar conhecimentos I

- Calcula-se o comprimento aproximado da roda:  
 $c = \pi \cdot 66 = 207,24 \text{ cm} = 2,0724 \text{ m}$ .  
 Divide-se a distância a ser percorrida, transformada em metros (1 340 m), pelo comprimento da roda, também em metros, para obter o número de voltas (V):  
 $V = 1\,340 \div 2,0724 = 646,59$   
 Esse valor é aproximado e com ele se conclui que o número de voltas completas para percorrer essa distância é 647.
- O fato de o atleta correr a uma distância de 30 cm do contorno interno interfere apenas no raio de cada uma das semicircunferências, que passa a ser de 36,80 m.  
 Assim, a distância total é dada pela soma dos dois segmentos retos de 84,39 m e do comprimento das duas semicircunferências, que formam uma circunferência.  
 $D = 2 \cdot 84,39 + 2 \cdot \pi \cdot 36,80 = 168,78 + 231,104 = 399,88$   
 Por esses dados, a distância que o atleta percorre é de 399,884 m.
- A metragem (M) total é obtida pelo produto das 150 peças por 12 voltas pelo comprimento da circunferência do cilindro.  
 $M = 150 \cdot 12 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 2,5 = 28\,260$   
 No cálculo, utilizou-se a medida do raio em centímetros. Dividindo-se por 100 obtém-se o valor em metros. Serão necessários 282,60 metros de corda.
- Os lados retos do terreno são perpendiculares. Assim, o raio da semicircunferência menor é a metade do lado que mede 98 m, portanto 49 m. O raio da semicircunferência maior é a metade do lado que mede 196 m, portanto 98 m. O comprimento de cada linha ( $C_s$ ) de arame é dado pela soma dos dois lados retos e os comprimentos das duas semicircunferências.

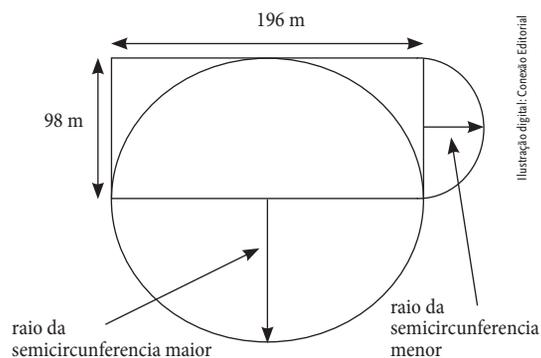


Ilustração digital: Conecta Editorial

$$C = 196 + 98 + \frac{2 \cdot \pi \cdot 98}{2} + \frac{2 \cdot \pi \cdot 49}{2} = 196 + 98 + 307,72 + 153,86 = 755,58$$

Como serão necessárias 5 linhas de arame, o total será de 3 777,9 m.

- A intenção desse problema é utilizar a ideia do comprimento do círculo invertida: dar o comprimento e a partir dele obter o raio. Assim:  
 $2 \cdot \pi \cdot r = 55,6$   
 $r = \frac{55,6}{6,28}$   
 O valor obtido é de aproximadamente 8,85 m, portanto menor que o valor exigido de 9,15 m.

#### Aplicar conhecimentos II

- A partir do raio de 0,5 m, determinam-se as dimensões do retângulo. A medida de um dos lados do retângulo corresponde à medida de três diâmetros dos círculos, portanto 3 m. O outro lado do retângulo mede o correspondente à medida de 5 diâmetros, portanto 5 m. Nesse retângulo de 15 m<sup>2</sup>, estão colocados 15 círculos, cada um com área igual a:  $A_c = \pi \cdot 0,5^2 = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785$ .  
 Os 15 círculos juntos cobrem uma superfície de 11,775 m<sup>2</sup>. A porcentagem da área ocupada pelos círculos no retângulo é obtida pela razão:  $\frac{11,775}{15} = 0,785 = \frac{78,5}{100} = 78,5\%$   
 Os círculos ocupam 78,5% da área do retângulo.
- A área da coroa circular (A) corresponde à diferença entre a área do círculo maior e a área do menor, portanto:  
 $A = \pi \cdot 0,8^2 - \pi \cdot 0,7^2 = 3,14 \cdot 0,64 - 3,14 \cdot 0,49 = 2,0096 - 1,5386 = 0,471$ . A área da coroa circular é de 0,471 m<sup>2</sup>.
- A área de um setor circular é proporcional ao ângulo central determinado pelo próprio setor. Resolve-se o problema aplicando uma regra de três que relaciona a área total do círculo com a medida do círculo (360°) e a área do setor circular ( $A_s$ ) com o ângulo que o forma (80°).  
 $\frac{A_s}{80} = \frac{\pi \cdot 3^2}{360}$ , portanto  $A_s = \frac{80 \cdot 3,14 \cdot 9}{360} = 6,28$ . Assim, a área desse setor circular é de 6,28 cm<sup>2</sup>.

4. A partir da área da mesa, pode-se obter a medida do raio ( $r$ ):  
 $\pi \cdot r^2 = 1,1304$

$$r^2 = \frac{1,1304}{3,4}$$

$$r^2 = 0,36$$

$$r = \sqrt{0,36}$$

O raio do tapete circular deve ser de 1,3 m. A razão entre a área da mesa e a área do tapete é:

$$\frac{1,1304}{\pi \cdot 1,3^2} = \frac{1,1304}{1,1304} = \frac{1,1304}{5,3066} = 0,213 \approx 21,3\%$$

5. É necessário calcular o valor do raio do círculo intermediário ( $r$ ) e o raio do círculo maior ( $R$ ). No desenho, pode-se notar que  $R$  é igual à soma do raio do círculo menor com o diâmetro do círculo intermediário. Portanto, é necessário calcular primeiro o raio do círculo intermediário. Por serem tangentes entre si, os centros de dois círculos intermediários e o centro do círculo menor formam um triângulo retângulo, com o vértice do ângulo reto no centro do círculo menor (ver figura a seguir). Utilizando o teorema de Pitágoras, calcula-se o valor do raio ( $r$ ) do círculo intermediário:

$$(2r)^2 = (r+1)^2 + (r+1)^2$$

$$4r^2 = r^2 + 2r + 1 + r^2 + 2r + 1$$

$$2r^2 - 4r - 2 = 0$$

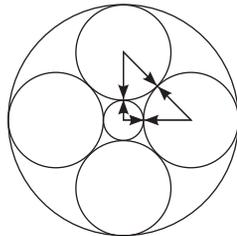
$$r = \frac{4 \pm \sqrt{(-4)^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-2)}}{2 \cdot 2}$$

$$r = \frac{4 \pm \sqrt{16+16}}{4}$$

$$r = \frac{4 \pm 4\sqrt{2}}{4}$$

$$r' = 1 + \sqrt{2}$$

$$r'' = 1 - \sqrt{2}$$



O valor do raio do círculo intermediário é a raiz positiva dessa equação do 2º grau:  $r = 1 + \sqrt{2}$

A área requerida ( $A_R$ ) no problema é a área do círculo maior ( $A_M$ ) não coberta pelas áreas dos círculos intermediários ( $A_i$ ) e pela área do círculo menor ( $A_m$ ). Assim:

$$A_R = A_M - 4A_i - A_m$$

$$A_R = \pi \cdot (3 + 2\sqrt{2})^2 - 4 \cdot \pi \cdot (1 + \sqrt{2})^2 - \pi \cdot 1^2$$

$$A_R = \pi \cdot (9 + 12\sqrt{2} + 8) - 4 \cdot \pi \cdot (1 + 2\sqrt{2} + 2) - \pi$$

$$A_R = 17\pi + 12\pi\sqrt{2} - 12\pi - 8\pi\sqrt{2} - \pi$$

$$A_R = 4\pi + 4\pi\sqrt{2}$$

$$A_R = 4\pi(1 + \sqrt{2})$$

A área do círculo maior não coberta pelos círculos menores é de  $4\pi(1 + \sqrt{2}) \text{ cm}^2$ .

6. Alternativa e. Resolve-se este problema com uma regra de três que relacione as áreas das pizzas com os respectivos preços:

$$\frac{P}{3,60} = \frac{\pi \cdot 30^2}{\pi \cdot 20^2}$$

$$P = \frac{3,60 \cdot \pi \cdot 900}{\pi \cdot 400}$$

$$P = 8,10$$

### Aplicar conhecimentos III

1. Como os barris são cilíndricos, é necessário calcular a área total de cada barril, em metros quadrados.

$$A_t = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$A_t = 2 \cdot \pi + 0,2^2 + 2 \cdot \pi \cdot 0,2 \cdot 0,7$$

$$A_t = 0,08 \cdot \pi + 0,28 \cdot \pi$$

$$A_t = 0,36 \cdot \pi$$

$$A_t = 1,1304$$

Como são oito barris, a área a ser recoberta é de  $9,0432 \text{ m}^2$ . Cada metro linear do tecido tem uma área de  $1,2 \text{ m}^2$ . Assim, divide-se a área a ser recoberta pela área de um metro linear de tecido:  $9,0432 \div 1,2 = 7,536$ .

Acrescentando 10% na metragem final, obtém-se a resposta aproximada de:  $7,536 \cdot 1,10 = 8,2896$ . Será necessário comprar 8,2896 metros lineares de tecido.

2. Admite-se que as painelas sejam perfeitamente cilíndricas. Dessa forma, a área total da painela é obtida como a área total de um cilindro sem uma das bases.

$$A_t = \pi r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$A_t = \pi \cdot 10 + 2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 15$$

$$A_t = 100\pi + 300\pi$$

$$A_t = 400\pi = 1256$$

A área total da chapa de alumínio deve ser de aproximadamente  $1256 \text{ cm}^2$ .

### Aplicar conhecimentos IV

A parte não apontada do lápis tem formato cilíndrico e sua altura é de 15,5 cm. A parte apontada é um cone reto de altura igual a 1,5 cm. As bases dos dois sólidos têm o mesmo diâmetro de 0,6 cm. A área total do lápis ( $A_t$ ) é obtida por meio da soma da área da parte cilíndrica ( $A_i$ ) com a área da parte cônica ( $A_{ii}$ ), menos a área de uma base do cilindro e menos também a área da base do cone que coincidem e estão embutidas dentro do lápis.

Base do cilindro que permanece externa no lápis.



Base do cilindro e do cone que coincidem e que estão embutidas dentro do lápis e serão descontadas das respectivas fórmulas.

Área do cilindro que compõe o lápis, já desconsiderada a área de uma das bases:

$$A_l = \pi \cdot 0,3^2 + (2 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot 15,5)$$

$$A_l = \pi \cdot 0,09 + (9,3 \cdot \pi)$$

$$A_l = 29,4846 \text{ (área do cone)}$$

A área da base do cone que compõe o lápis será desconsiderada, portanto apenas a área lateral do cone deve ser calculada.

$$A_{II} = A_l$$

$$A_{II} = \pi \cdot r \cdot g$$

É necessário calcular a geratriz do cone aplicando o teorema de Pitágoras.

$$g^2 = h^2 + r^2$$

$$g^2 = 1,5^2 + 0,3^2$$

$$g^2 = 2,25 + 0,09$$

$$g^2 = 2,34$$

$$g = \sqrt{2,34}$$

$$g = 1,53 \text{ (aproximadamente)}$$

Assim:

$$A_{II} = \pi \cdot r \cdot g$$

$$A_{II} = \pi \cdot 0,3 \cdot 1,53$$

$$A_{II} = 1,44126$$

Com esses dois valores calculados, obtém-se a área total do lápis:

$$A_L = A_l + A_{II}$$

$$A_L = 29,4846 + 1,44126$$

$$A_L = 30,92586$$

A área total do lápis é de aproximadamente 30,93 cm<sup>2</sup>.

### Aplicar conhecimentos V

- Alternativa c. Para resolver esse problema, calcula-se a área não utilizada na produção das tampas. Isso será feito calculando a diferença entre a área da chapa quadrada e a área ou as áreas das tampas circulares em cada caso.

Tampa maior – o raio da tampa maior é de 1 metro (metade do lado do quadrado) e sua área é:

$$A = \pi \cdot 1^2$$

$$A = \pi$$

A área que resta da chapa nesse caso é igual a  $4 - \pi$  m<sup>2</sup>.

Tampa média – o raio da tampa média é de 0,5 m (quarta parte do lado do quadrado) e sua área é:

$$A = \pi \cdot 0,5^2$$

$$A = \pi \cdot 0,25$$

A chapa quadrada, nesse caso, possibilita a produção de 4 tampas. Desse modo, a área que resta da chapa é igual a:

$$4 - (4 \cdot 0,25\pi) = 4 - \pi$$

Valor que coincide com o obtido com a tampa maior.

Tampa menor – o raio da tampa menor é de 0,25 m (oitava parte do lado do quadrado) e sua área é:

$$A = \pi \cdot 0,25^2$$

$$A = \pi \cdot 0,0625$$

A chapa quadrada, nesse caso, possibilita a produção de 16

tampas. Desse modo, a área que resta da chapa é igual a:

$$4 - (16 \cdot 0,0625\pi) = 4 - \pi$$

Valor que coincide com os outros dois valores já calculados.

- Alternativa c. O revestimento em volta da piscina apresenta o formato de uma coroa circular formada por um círculo de raio 5 m (raio da piscina) e outro maior de raio 6 m (o raio da piscina mais um metro da faixa). A área da coroa circular ( $A_c$ ) é a área do círculo maior menos a área do círculo menor.

$$A_c = (\pi \cdot 6^2) - (\pi \cdot 5^2)$$

$$A_c = 36\pi - 25\pi$$

$$A_c = 11\pi$$

## CAPÍTULO 4

### Volumes e alguns indicadores importantes

Este capítulo tem a preocupação de apresentar conhecimentos sobre volumes de sólidos geométricos (que já foram estudados anteriormente), bem como trazer temas cotidianos nos quais esses conhecimentos estão presentes.

Partimos de um tema bastante atual – o *sangue*, que merece a nossa atenção, para assim introduzir, matematicamente, conhecimentos sobre o que vem a ser volume. Aproveitamos para levantar a questão sobre a importância da doação de sangue.

Para conceituar volume, partimos do seu significado no dicionário, e, na sequência, abordamos o cálculo de volumes, suas unidades de medida e as unidades-padrão do Sistema Internacional de Medidas (SI). É importante que os estudantes conheçam com mais profundidade as questões de Normatização, fazendo uma pesquisa no *site* do Inmetro ([www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)).

Nesse momento, o professor pode fazer uma ponte com os conhecimentos sobre números racionais e destacar a questão da conversão das unidades, fazendo analogias dos decímetros, centímetros e milímetros com os décimos, centésimos e milésimos, a partir das dicas dadas.

Apresentamos, em seguida, uma proposta experimental para a verificação de que 1 dm<sup>3</sup> é igual a 1 litro, que é uma medida de volume (e ou capacidade) bastante presente no cotidiano. Além dessa, devemos destacar o uso comum de um submúltiplo do litro, o mililitro (mL), especialmente na medição de pequenos volumes, tais como em remédios, ampolas de injeção, seringas, perfumes etc. É importante também não se esquecer de comentar sobre as outras unidades de capacidade menores que o litro (decilitro e centilitro), bem como as unidades maiores que o litro (decalitro, hectolitro e quilolitro).

Aproveitamos para discutir outro assunto muito importante para a sobrevivência de todos os seres humanos no planeta Terra: *o uso racional de água*. Apresentamos um modelo de conta e como ela retrata o consumo mensal. A partir dos dados registrados na conta de água, é possível observar a relação entre o preço do metro cúbico de água e os metros cúbicos consumidos, verificando que, quanto maior o consumo, maior a quantidade de metros cúbicos.

Aqui surge mais uma oportunidade de propor uma pesquisa sobre o consumo mensal de água de cada um dos alunos. Peça à turma que traga suas respectivas contas de água, levante questões sobre as tarifas, impostos, e quais as atitudes tomadas por eles para economizar água.

Segue então um primeiro conjunto de testes do Enceja e do Enem antes de nos aprofundarmos mais no assunto.

### Aplicar conhecimentos I

1. Alternativa a. A questão parte de um fato histórico para discutir volume. Se partimos de um altar cuja aresta mede 2 m, saberemos que o volume será  $2^3 = 8$ . Dobrando-se a aresta, o volume será  $4^3 = 64$ . Ou seja, a forma foi mantida e o volume multiplicado por 8.
2. Alternativa c. Aproveitamos um dos temas discutidos no capítulo: o consumo racional de água, bem como a conversão de unidades. Vale lembrar aos alunos a relação entre  $\text{dm}^3$  e litro, ou seja,  $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} \times 10^3 = 1000 \text{ L}$ .
3. Alternativa d. A questão requer do aluno conhecimentos sobre a conversão de unidades, bem como a utilização do raciocínio proporcional ( $350 \text{ mL} \text{ ——— } 140 \text{ kcal}$ , assim como  $2000 \text{ mL} \text{ ——— } x$ ).
4. Alternativa d. Exploramos o aumento de capacidade por meio do aumento de uma das dimensões do cubo com volume 27 metros cúbicos. Vale, no caso, fazer um esboço da figura, mostrando ao aluno que, ao dobrar a altura, está se colocando mais um cubo sobre o primeiro, induzindo assim a resposta por mera observação.
5. Alternativa d. Nessa questão, o raciocínio é parecido. Espera-se que os alunos entendam que o volume de madeira utilizado é justamente a diferença entre a área do cubo maior ( $123 = 1728$ ) e a do cubo menor ( $83 = 512$ ). Ou seja:  $1728 - 512 = 1216$ .

Na sequência, visando completar nosso estudo sobre volumes de sólidos geométricos, é proposta uma situação bastante semelhante àquelas sobre áreas de figuras para verificar o volume de um bloco retangular (com a ideia de “*quantos cabem?*”). A partir de então, propomos uma situação para deduzir o volume do cilindro, estendendo tal resultado  $V = A_b \times h$  para outros prismas.

Finalmente, é apresentado o volume do cone tomando como base o cilindro, partindo de uma verificação experimental (análoga à que já foi feita para a constatação de que  $1 \text{ dm}^3$  é igual a 1 litro) e, em seguida, experimentalmente também, o volume da pirâmide a partir do volume do cubo.

Tais experiências são uma excelente oportunidade de fazer com que os alunos levantem conjecturas, argumentem, construam suas próprias representações, bem como coloquem conhecimentos já estudados em prática, alinhados com os que estão sendo abordados no capítulo.

O professor poderá ainda trabalhar com embalagens de produtos que apresentem as formas estudadas, incentivando os alunos a utilizarem as fórmulas vistas e fazerem os cálculos para verificar as informações indicadas nas embalagens sobre volume, associando, no caso, o trabalho com o uso racional de uma calculadora simples.

### Aplicar conhecimentos II

1. Alternativa c. A questão exige o cálculo do volume das duas embalagens de manteiga (paralelepípedos), visando assim a comparação. Dessa forma, o estudante que efetuar os cálculos do volume da marca I encontrará  $240 \text{ cm}^3$  e da marca II,  $210 \text{ cm}^3$ . Portanto, a resposta correta exprime a diferença entre os volumes das duas embalagens.
2. Alternativa c. A questão é um pouco mais elaborada, já que exige cálculo de volume e o cálculo da quantidade de água necessária para que a ave não morra. Assim, calcula-se primeiro o volume do cilindro ( $3 \cdot 2^2 \cdot 10$ ), que corresponde a 120 mL. Mas como a mistura precisa ter cinco partes de água para cada parte de açúcar, conclui-se que a água corresponderá a  $\frac{5}{6}$  do volume total, ou seja, o volume total de água na mistura corresponderá a 100 mL. Assim, a alternativa correta é a c, embora o Inep tenha também admitido que a d (120 mL) também seja a correta, por causa de questões ligadas à Química. Segundo tal disciplina, se adicionarmos 20 mL de açúcar a 100 mL de água não será suficiente para encher o copo, já que o açúcar é solúvel na água.
3. Os alunos devem multiplicar as três dimensões ( $30 \cdot 55 \cdot 90$ ) para calcular o volume do armário (que equivale a  $148.500 \text{ cm}^3$  ou  $0,1485 \text{ m}^3$  ou 148,5 litros).
4. Nessa questão, o raciocínio é o mesmo: basta multiplicar as dimensões ( $1 \cdot 4,5 \cdot 7,5$ ), que dá  $33,75 \text{ dm}^3$  ou 3375 litros.
5. Esta questão, retirada do Enem, também exige o conhecimento de cálculo de volume de cilindro. Como a parte inferior da garrafa tem forma cilíndrica, é preciso calcular seu volume ( $3 \cdot 3^2 \cdot 12$ ), que equivale a  $324 \text{ cm}^3$ . Aí, basta dividirmos o volume constante (1800000) pelo volume (324), o que dá 5555 garrafas.

### Para ampliar

#### Livros

CÂNDIDO, Suzana Laino. *Formas num mundo de formas*. São Paulo: Moderna, 1997.

DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. *Fundamentos de Matemática Elementar: geometria espacial, posição e métrica*. 5. ed. São Paulo: Atual, 1993. V. 10.

LIMA, Elon Lages. *Medida e forma em geometria*. 2. ed. Rio de Janeiro: SBM, 1997.

\_\_\_\_\_. et al. *A Matemática do Ensino Médio*. Rio de Janeiro: SBM, 2000. v. 2.

MACHADO, Nilson José. *Os poliedros de Platão e os dedos da mão*. São Paulo: Scipione, 1996. (Coleção Vivendo a Matemática.)

MILIES, Francisco César Polcino; BUSSAB, José Hugo de Oliveira. *A geometria na Antiguidade clássica*. São Paulo: FTD, 1999.

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com áreas e volumes*. São Paulo: Scipione, 1994.

ZAMPIROLO, Maria José C. V.; SCORDAMAGLIO, Maria Teresinha; CÂNDIDO, Suzana Laino. *Quanto cabe?* São Paulo: Editora do Brasil, 2000. (Projeto Escola e Cidadania – PEC.)

#### Site

Centro de Aperfeiçoamento do Ensino da Matemática. (Caem). Disponível em: <www.ime.usp.br/caem>. Acesso em: 22 mar. 2012.

Possui um acervo especializado em revistas e textos para o ensino de Matemática. É possível se cadastrar e fazer o empréstimo de materiais didáticos.

#### Filmes

*Água* – um bem limitado. Realização: TV Cultura/Sabesp, Brasil, 1997, 30 min.

*Água* – o desafio do século XXI. Realização: TV Cultura/Sabesp, Brasil, 1996, 30 min.

*A gota d'água*. Realização: TV Cultura/Sabesp, Brasil, 1993, 8 min.

*Lixo*. Realização: SEE – FDE/SP (Fundação para o Desenvolvimento da Educação). Brasil, 1991, 8 min.

*Livro extraordinário*. Realização: AlmegaProjects e O2 Filmes. Brasil e Reino Unido, 2009, 99 min.

*Meio ambiente*. Realização: TV Cultura/SEE – Cenp/SP (Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas). Brasil, 1991, (Série O Currículo e a Compreensão da Realidade), 27 min.

*Meio ambiente e a crise da poluição*. Realização: Coronet/ MIT International/Didak Tecnologia Educacional. EUA, 1986, 15 min.

*Origem, coleta, destino e alternativas do lixo na cidade de São Paulo*. Realização: PMSP – Emurb/SEE – FDE/SP (Fundação para o Desenvolvimento da Educação). Brasil, 1991, 30 min.

*Poluição*. Realização: TV Cultura/SEE – Cenp/SP (Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas). Brasil, 1994, 26 min. (Série TV Escola).

*Poluição da água*. Realização: TV Cultura/SEE – Cenp/SP (Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas). Brasil, 1994, 28 min. (Série TV Escola).

## CAPÍTULO 5

### Resolução de problemas, progressões e uma nova equação

Neste capítulo, são propostos alguns problemas, que muitos chamam de *problemas de raciocínio*. Em geral, eles são resolvidos sem a percepção de que alguma teoria matemática foi utilizada. A primeira estratégia sugerida é a de começar a resolver observando como o evento se desenrola. Ao serem percebidas regularidades e/ou evidências, o caminho para a solução total está próximo.

Sugerimos que os alunos tentem resolver os problemas 1, 2 e 3 antes de ler as resoluções apresentadas no livro.

Os problemas 4 e 5, por representarem tipos diferentes de problemas, são propostos fora da lista normal de exercícios seguem resolvidos e comentados neste livro.

#### Aplicar conhecimentos I

1. Nesse caso, o próprio enunciado do problema já traz pistas de como resolvê-lo, ao dizer que é possível enterrar suprimentos. Em geral, os alunos resolvem esse problema por tentativas. Tentam algumas possibilidades e logo se deparam com a correta. A identificação do que está gerando o problema é útil na resolução. As duas personagens têm suprimento total para 24 dias de viagem. O mensageiro precisa de suprimento para 18 dias de viagem (9 na ida e 9 na volta). Resta suprimento para 6 dias. Essa é a quota para o ajudante. Dessa forma, o ajudante só poderá viajar 3 dias na ida; nesse ponto do deserto, o mensageiro deve dar suprimento de 3 dias para o ajudante e enterrar suprimento para outros 3 dias. Em seguida, o ajudante volta com o suprimento que restou (3 dias). Nesse caso, aos suprimentos que restaram (para 9 dias), o mensageiro acrescenta os suprimentos para 3 dias, que foram carregados pelo ajudante e, assim, com suprimento para 12 dias, ele segue até a cidade B (6 dias) e volta (6 dias) até o ponto em que se encontra enterrado o suprimento para os últimos 3 dias de viagem de volta.
2. A tentativa de separar em dois grupos de 4 bolinhas necessita pelo menos de 3 pesagens para se descobrir a mais leve. Se as bolinhas forem separadas em três grupos, respectivamente com 3, 3 e 2 bolinhas, será possível a descoberta em apenas duas pesagens. Colocam-se na balança os dois grupos de 3 bolinhas. São duas as possibilidades: ou os pratos se equilibram, ou não. No primeiro caso, isso significa que a bolinha mais leve é uma das duas que não foram comparadas, e uma próxima comparação entre elas é suficiente para descobrir a mais leve. No segundo caso, a bolinha mais leve

é uma das três que estão no prato que subiu. Duas bolinhas desse prato devem ser comparadas e a terceira separada das demais. Em uma segunda pesagem, há novamente duas possibilidades de resultado: se os pratos se equilibrarem, a bolinha mais leve é a terceira que foi separada, e se os pratos não se equilibrarem, a mais leve é a que está no prato que subiu.

3. A ideia nesse problema é aproveitar o máximo das possibilidades de carga sobre o camelo, que deve partir sempre com 1 000 bananas. Na primeira etapa da viagem, se o camelo parte com 1 000 bananas, ele o fará três vezes, e voltará duas vezes para recarregar. Portanto, o camelo fará 5 vezes um determinado percurso. Como a ideia é sempre sair com o camelo carregado com 1 000 bananas, estipula-se que nessas 5 viagens (3 idas e 2 voltas) o camelo deve percorrer (e comer) 1 000 quilômetros (1 000 bananas). Mil quilômetros em 5 viagens são obtidos com viagens de 200 km cada uma. Para esse ponto do deserto (km 200), o vendedor conseguiu trazer 2 000 bananas. O camelo sairá para a próxima etapa apenas duas vezes desse ponto, e voltará uma vez só. Mil quilômetros em 3 viagens (2 idas e 1 volta) equivalem a 333 km inteiros em cada uma. Dessa forma, o vendedor percorrerá mais 333 km no transporte das 2 000 bananas. Chegará ao km 533 (200 + 333) com 1 001 bananas. Deixará uma banana no deserto e prosseguirá, sem retorno, a partir do km 533 com 1 000 bananas. Chegará à cidade B com 533 bananas.

As equações são úteis na resolução dos problemas. O importante, além de saber resolver a equação, é conseguir criá-la a partir do enunciado dos problemas. Quando a incógnita do problema é citada apenas uma vez e várias operações são sugeridas em sequência, os alunos, frequentemente, solucionam o problema sem equacionar. Resolvem de trás para frente.

#### Problema 4:

Para José não quebrar nenhum ovo, ele precisava pegar um número ímpar de ovos. Resolvendo esse problema de trás para frente: se José saiu com 1 ovo, no terceiro portão, ele deve ter chegado com 3 ovos (metade dos ovos do cesto:  $1,5 + 0,5 = 2$  ovos). Se saiu do segundo portão com 3 ovos, chegou lá com 7 ovos (metade dos ovos do cesto:  $3,5 + 0,5$  ovo = 4 ovos). Se saiu do primeiro portão com 7 ovos, chegou com 15 ovos (metade dos ovos do cesto:  $7,5 + 0,5 = 8$  ovos). José pegou 15 ovos para sair com apenas um ovo. No caso de sair com 2 ovos, deveria pegar 23, e para sair com 3 ovos, deveria pegar 31 ovos. É interessante montar uma equação para resolver esse problema, chamando de  $x$  o número inicial de ovos e retirando as quantidades previstas até restar 1.

$$x - \frac{x}{2} - \frac{1}{2} - \frac{x - \frac{x}{2} - \frac{1}{2}}{2} - \frac{1}{2} - \frac{x - \frac{x}{2} - \frac{1}{2} - \frac{x - \frac{x}{2} - \frac{1}{2}}{2} - \frac{1}{2}}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 1$$

#### Problema 5:

Esse problema dos tijolos é mais famoso pelo trocadilho na hora de enunciar, em especial oralmente, do que por sua solução, que é bem simples. Represente por  $x$  o peso de um tijolo e escreva a equação:  $x = \frac{x}{2} + 1$ . O valor de  $x$  será igual a 2, e o peso de 1,5 tijolo é igual a 3 kg.

#### Sequências

O exercício da observação auxilia na determinação da lei de formação das sequências. São propostos alguns exercícios nesse sentido.

#### Aplicar conhecimentos II

- $A = (1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4)$
- $B = (1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4)$
- $C = (5; 10; 20; 40; 80; 160; 320)$
- $D = (5; -10; 20; 40; 80; -160; 320)$
- $E = (13; 8; 3; -2; -7; -12; -17)$
- $F = (2; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}; \frac{1}{16}; \frac{1}{32}; \frac{1}{64})$

#### Aplicar conhecimentos III

- R\$ 775,00
- 7 km
- Pelo menos 46 fornadas.
- As alturas das colunas são: 2,10 m; 2,70 m; 3,30 m; 3,90 m.
- Alternativa d.

#### Aplicar conhecimentos IV

- Como  $a_5 = -128$  e  $a_7 = -512$ , a soma é  $-640$ .
- O automóvel percorre 40 metros.
- Em um quadrado de lado  $\ell$ , sua diagonal mede  $\ell\sqrt{2}$  e sua área mede  $\ell^2$ . Nesse caso, como essas medidas formam uma PG, pode-se obter a medida do lado a partir da equação:
 
$$a_3 = a_2 \cdot r$$

$$\ell^2 = \ell\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}$$

$$\ell^2 = \ell \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}$$

$$\ell^2 = \sqrt{4}$$

$$\ell = 2$$
 O lado do quadrado mede 2.
- Aproximadamente R\$ 12 612,12.
- Após 7 anos.

#### Aplicar conhecimentos V

- A razão é  $\sqrt[3]{\frac{8}{2}} = -\frac{2}{3}$

2. a)  $x = -\frac{2}{7}$   
 b)  $x = \frac{5}{3}$   
 c)  $x = 3$  e  $x = -1$
3. Alternativa c.  
 4. Alternativa c.  
 5. Alternativa c.  
 6. Alternativa b.

## CAPÍTULO 6

### Inequações, representações gráficas e elementos de geometria analítica

Neste capítulo, iremos desenvolver mais algumas ferramentas matemáticas. As inequações são apresentadas como uma estrutura algébrica semelhante às equações. Os princípios da igualdade podem ser aplicados também nas desigualdades, diferindo apenas em algumas particularidades que são mostradas no texto.

#### Aplicar conhecimentos I

As respostas das questões são:

1. a)  $x < \frac{9}{2}$   
 b)  $x \geq -\frac{3}{4}$   
 c)  $x \leq \frac{31}{9}$   
 d)  $x \geq \frac{20}{3}$
2. Pelo menos 238 ingressos deverão ser vendidos.  
 3. Resolvido no texto.  
 4. a)  $x > -\frac{15}{4}$   
 b)  $x \leq \frac{17}{4}$   
 c)  $x > 4$   
 d)  $x > -\frac{12}{41}$
5. Debater com os alunos o procedimento para resolver inequações exponenciais. A tabela das potências foi inserida para a comparação das potências de mesma base.
- a)  $2x \geq 8$   
 $2x \geq 2^3$   
 $x \geq 3$
- b)  $8x + 5 < 69$   
 $(2^3)x < 64$   
 $2^3x < 2^6$   
 $3x < 6$   
 $x < 2$
6. a)  $\left(\frac{1}{2}\right)^x > \frac{3}{48}$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^x > \frac{1}{16}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^x > \left(\frac{1}{2}\right)^4$$

$$x > 4$$

b)  $56 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{3x} < 7$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{3x} > \frac{7}{56}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{3x} > \frac{1}{8}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{3x} > \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

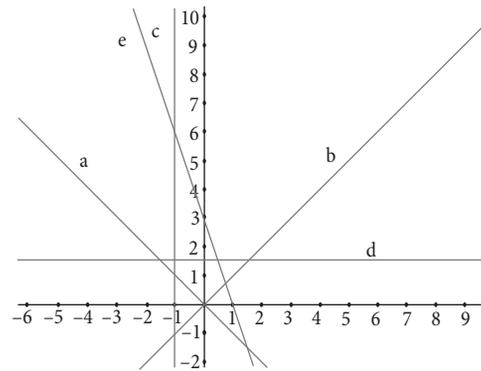
$$3x > 3$$

$$x > 1$$

#### Aplicar conhecimentos II

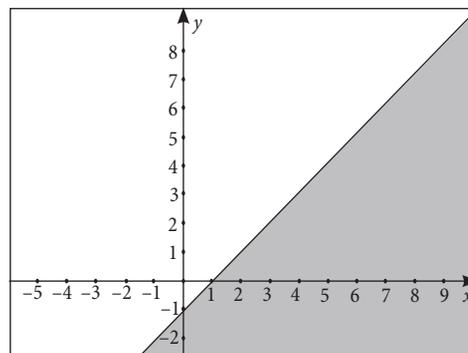
- a) Valores de  $x$  menores que  $-7$  ou maiores do que  $5$ .  
 b) Valores de  $x$  menores ou iguais a  $1$  ou valores de  $x$  maiores ou iguais a  $\frac{3}{2}$ .  
 c) Valores de  $x$  menores que  $0$  ou valores de  $x$  maiores que  $4$ .  
 d) Valores de  $x$  menores ou iguais a  $-\frac{4}{3}$  ou valores de  $x$  maiores que  $1$ .

#### Aplicar conhecimentos III

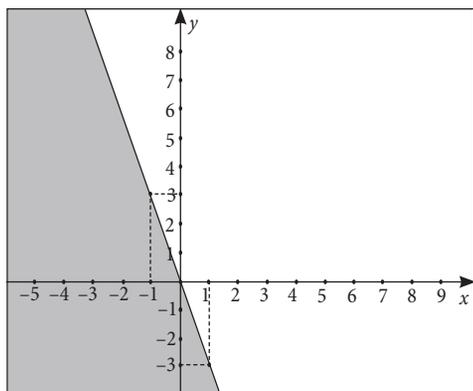


#### Aplicar conhecimentos IV

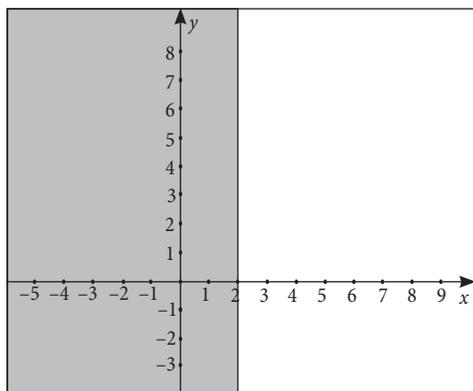
a)  $x - y > 1$



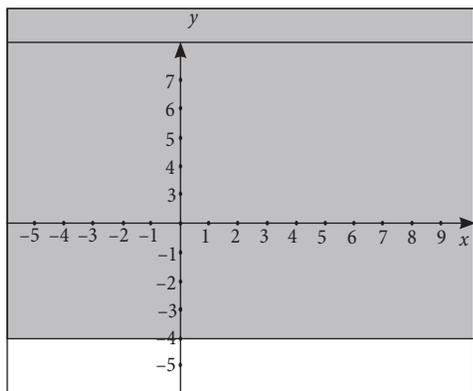
b)  $3x + y < 0$



c)  $x < 2$

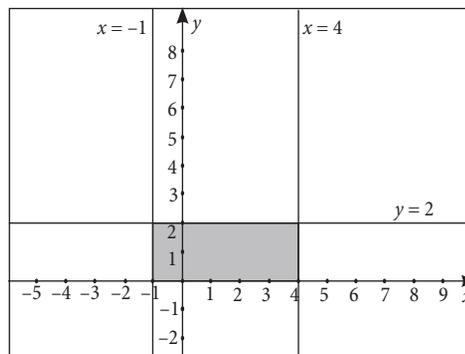


d)  $y > -4$

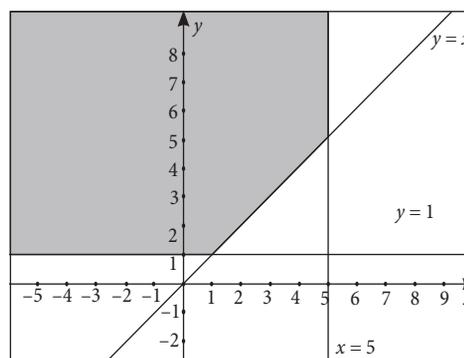


### Aplicar conhecimentos V

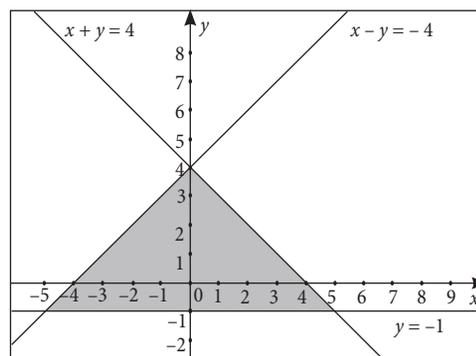
a)  $x \geq -1; y \geq 0; x \leq 4; y \leq 2$



b)  $y \geq 1; x \leq 5; x \leq y$



c)  $y \geq -1; x + y \leq 4; x - y \geq -4$



### Aplicar conhecimentos VI

1. O segmento  $AB$  mede 12, o segmento  $BC$  mede 13 e o segmento  $AC$  mede 5, satisfazendo a relação de Pitágoras; portanto, o triângulo é retângulo. Sua área é de 30 unidades de área.
2. O segmento  $AB$  mede  $\sqrt{74}$  unidades de comprimento. O perímetro é de  $4\sqrt{74}$  unidades de comprimento, e a área é de 74 unidades de área.
3. As coordenadas do ponto A podem ser  $\left[\frac{3}{2}; \frac{58}{11}\right]$  ou  $\left[\frac{3}{2}; \frac{14}{11}\right]$ .
4. Alternativa a.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, Keler Cristina Braga de Freitas; LOBO; Carla Marina Neto das Neves. Educação de jovens e adultos e promoção social: um desafio para os educadores. In: Centro de Referência de Jovens e Adultos (Cereja). Disponível em: <[www.cereja.org.br/site/\\_shared%5CFiles%5C\\_cer\\_old%5Canx%5Ckelercristina\\_carlamarina\\_eja\\_promsocial.pdf](http://www.cereja.org.br/site/_shared%5CFiles%5C_cer_old%5Canx%5Ckelercristina_carlamarina_eja_promsocial.pdf)>. Acesso em: 8 fev. 2013.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *Filosofia da educação matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. *Educação profissional: referenciais curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico*. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

\_\_\_\_\_. *Proeja: documento-base*. Brasília: MEC/Semtec, 2005.

\_\_\_\_\_. *Projovem: unidades formativas I, II e III*. 2. ed. Brasília: Programa Nacional de Inclusão de Jovens, 2007.

CARRANO, Paulo. Educação de Jovens e Adultos (EJA) e juventude: o desafio de compreender os sentidos da presença dos jovens na escola da “segunda chance”. In: MACHADO, Maria Margarida. *Formação de educadores de jovens e adultos*. Brasília: Secadi/MEC, Unesco, 2008.

CURY, Carlos Roberto Jamil. *Parecer 11/2000, Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos*. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica, 10 maio 2000. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/PCB11\\_2000.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/PCB11_2000.pdf)>. Acesso em: 6 fev. 2013.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Educação matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.

DOWBOR, Ladislau. *O que acontece com o trabalho*. 2. ed. São Paulo: Senac, 2004.

FERNANDES, Domingos. *Avaliar para aprender: fundamentos, práticas e políticas*. São Paulo: Editora da Unesp, 2009.

FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. Educação matemática e EJA. In: UNESCO. *Construção coletiva: contribuições à educação de jovens e adultos*. Brasília: Unesco, MEC, RAAAB, 2005

GUYTON, Arthur Clifton. *Fisiologia humana*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

JUSZWIAK, C. R.; PASCHOAL, V. C. P.; LOPEZ, F. A. Nutrição e atividade física. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 76, suplemento, nov/dez. 2000. Disponível em: <[http://www.medicina.ufba.br/educacao\\_medica/graduacao/dep\\_pediatria/disc\\_pediatria/disc\\_prev\\_social/roteiros/adolescencia/nutri%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.medicina.ufba.br/educacao_medica/graduacao/dep_pediatria/disc_pediatria/disc_prev_social/roteiros/adolescencia/nutri%C3%A7%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 04 fev. 2014.

MEDEIROS, Kátia Maria. O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula. *Revista de Educação Matemática*. São Paulo: Sbem/FE-USP, ano 8, n. 9-10, abr. 2001.

MURRIE, Zuleika de Felice. (Coord.) *Encceja: livro introdutório*. Documento básico – Ensino Fundamental e Médio. Brasília: MEC/Inep, 2002.

OLIVEIRA, Inês Barbosa de. Organização curricular e práticas pedagógicas na EJA: algumas reflexões. In: PAIVA, Jane Paiva; OLIVEIRA, Inês Barbosa de. (Orgs.) *Educação de jovens e adultos*. Petrópolis: De Petrus e Alli Editora, 2009

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEB, 2006. 3 v.

ORIENTAÇÕES Curriculares do Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2006. V. 3.

PAIS, Luiz Carlos. *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

PARÂMETROS Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

PIERRO, Maria Clara Di; JÓIA, Orlando; RIBEIRO, Vera M. Visões da educação de jovens e adultos no Brasil. *Cadernos Cedes*. Campinas, n. 55, p. 58-77, nov. 2001.

PINHEIRO, Ana Beatriz Vieira et al. *Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras*. 5 ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

POLYA, George. *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

PORTO, Amélia; Goulart, Sheila; RAMOS, Lízia; um olhar comprometido com ensino de ciências. Belo Horizonte: Ed. Fapi, 2009.

SÃO PAULO (SP). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Experiências matemáticas: 5ª a 8ª séries*. São Paulo: SE/Cenp, 1994.

STORER, Tracy; USINGER, Robert. *Zoologia geral*. São Paulo: Nacional, 1990.

TORRES, Rosa Maria. *Que (e como) é necessário aprender*. 4. ed. Campinas: Papirus, 2002.