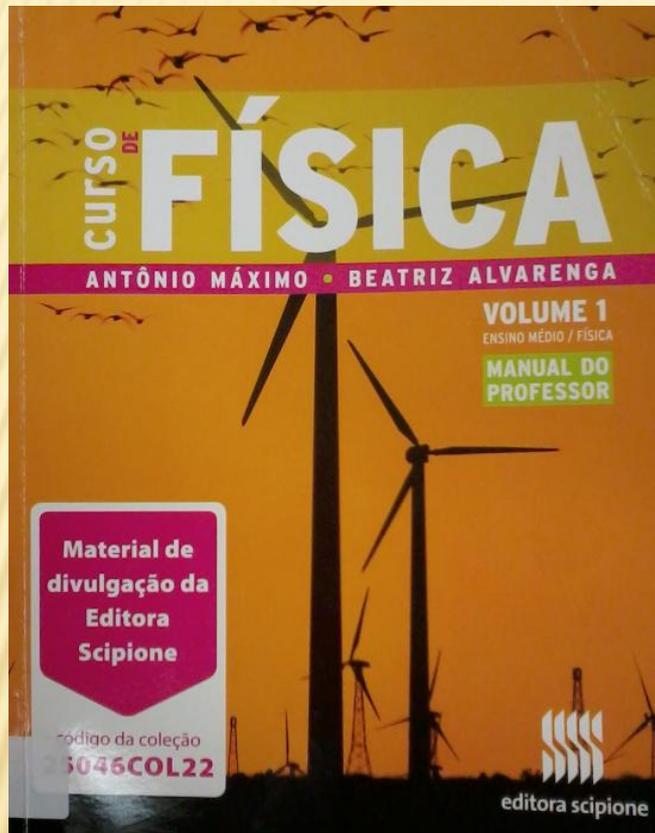
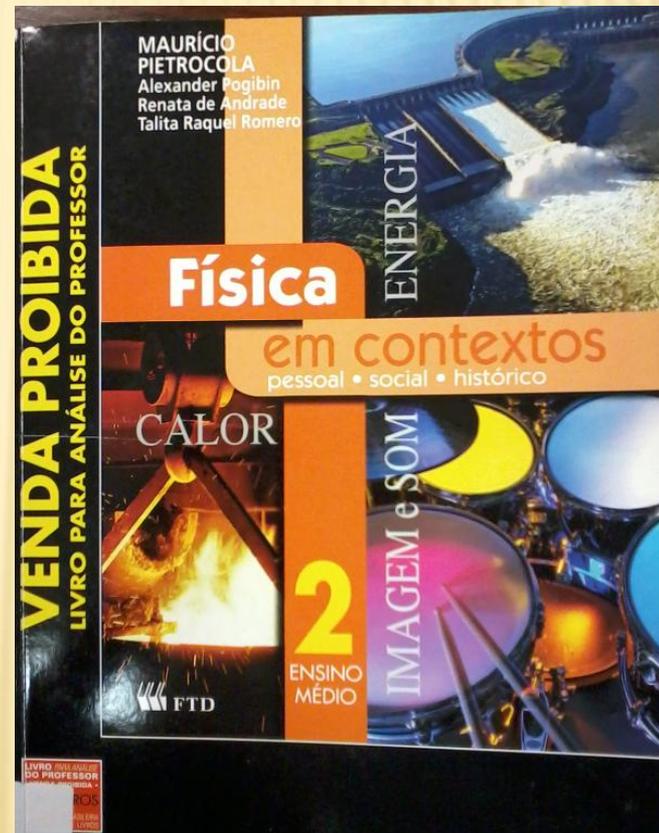


LIVROS DIDÁTICOS



X



Grupo: Israel Felix
Jéssica Papp
Maria Mello
Talita Fujimoto

TÓPICOS A SEREM ABORDADOS

- ✘ Estrutura do livro;
- ✘ Energia;
- ✘ Orientação pedagógica;
- ✘ PNLD;
- ✘ Conclusão.

ESTRUTURA DOS LIVROS

- ***Curso de Física***

- Autores: Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga;
 - Editora: Scipione;
 - Coleção em três volumes;
 - Análise: Volume 1;
 - Ano: 2011;
 - 400 páginas;
 - Assessoria pedagógica: no início de cada capítulo;
 - Livro colorido, com ilustrações e folhas em textura tradicional.
-

ESTRUTURA DOS LIVROS

- **Curso de Física**

- Conteúdo: Energia;

- Unidade 4 – Leis de Conservação

Capítulo 8

- Esse conteúdo é abordado em 48 páginas.

UNIDADE 4 – LEIS DE CONSERVAÇÃO

8. Conservação da energia

8.1. Trabalho de uma força

8.2. Potência

8.3. Trabalho e energia cinética

8.4. Energia potencial gravitacional

8.5. Energia potencial elástica

8.6. Conservação da energia

8.7. Exemplos de aplicação da conservação da energia

8.8. A relação massa-energia

Revisão

Algumas Experiências Simples para serem feitas

Problemas e testes

Problemas suplementares

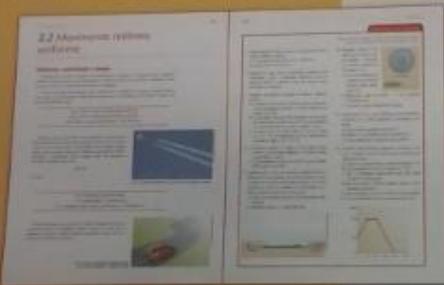
ESTRUTURA DOS LIVROS

- **Curso de Física**

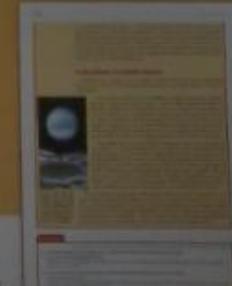
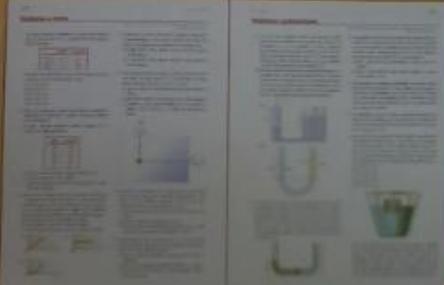
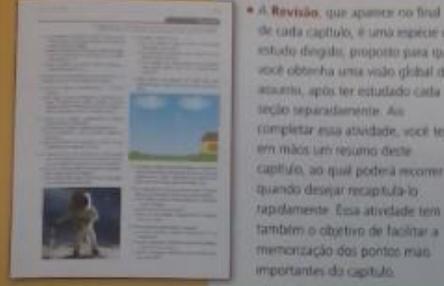
Como utilizar esta coleção

Desenvolvemos os textos e as diversas atividades que compõem este livro tendo sempre em mente a produção de um trabalho que se constitua em auxílio real à seus estudos e à sua aprendizagem. Esperando que este propósito possa ser concretizado, apresentamos, a seguir, algumas orientações que, acreditamos, se revelarão a colaborar melhor nessa coleção e, conseqüentemente, a usá-la com o máximo proveito.

- **Um Tópico Especial para você aprender um pouco mais** foi desenvolvido como uma extensão aos conhecimentos ali abordados. Usando uma linguagem simples e um tratamento qualitativo da matéria, com pouco enfoque matemático, esse texto ora apresenta aspectos históricos do assunto, ora uma visão mais moderna dos conceitos e ora a ele relacionados ou, ainda, suas aplicações tecnológicas interessantes e atuais. Estamos convictos de que você irá apreciar a leitura de um desses Tópicos Especiais e esteja certo de que a Física nestes capítulos é de tão boa qualidade quanto a do restante do capítulo.
- A seção **Física no cotidiano** apresenta aplicações das leis e conceitos físicos em problemas do dia a dia. Em algumas dessas seções aparece a atividade **Pesquise e responda**, propondo questões que exploram a interdisciplinaridade do assunto abordado, além de promover a discussão e o fechamento por meio da produção de um texto individual ou em grupo.
- **Inicie sempre o estudo de um determinado assunto com a leitura da seção que o aborda.** A linguagem simples e a divisão do texto em pequenos blocos, com títulos indicativos de seu conteúdo, facilitam essa tarefa. Procure compreender o tópico exposto e, se houver dúvida, discuta-a com o professor e com seus colegas. Não tenha apenas memorizar eventuais fórmulas ali presentes, pois a fórmula isolada pouco ou nada representa do conhecimento que ela simboliza. A leitura e a compreensão do texto são passos indispensáveis à construção desse conhecimento.
- Depois de terminar a leitura de cada seção, passe à solução dos **Exercícios de fixação** apresentados logo após cada uma delas. Esses exercícios serão, geralmente, resolvidos com certa facilidade, colaborando para sedimentar o conhecimento em estudo e para incentivá-lo a prosseguir em outras atividades. Não pule para a seção seguinte nem tente resolver problemas mais sofisticados antes de responder a todos os Exercícios de fixação. Esses exercícios foram propostos para você a consolidando seus conhecimentos passo a passo.



- **A Revisão**, que aparece no final de cada capítulo, é um aspecto de estudo dirigido, proposto para que você obtenha uma visão global do assunto, após ter estudado cada seção separadamente. Ao completar essa atividade, você terá em mãos um resumo deste capítulo, ao qual poderá recorrer quando desejar recapitulá-lo rapidamente. Essa atividade tem também o objetivo de facilitar a memorização dos pontos mais importantes do capítulo.
- Outra atividade importante para facilitar a compreensão e a aprendizagem dos temas apresentados em um capítulo são **Algumas Experiências simples para serem feitas** propostas no final de cada um. Essas experiências, que, em geral, requerem material disponível em sua própria residência, possibilitando, assim, sua realização como tarefa para casa. Não deve de fazer essas experiências e levá-las à escola para serem discutidas com seu professor e seus colegas. Temos certeza de que essas atividades lhe darão muitos momentos de prazer e lhe permitirão uma visão mais clara e concreta dos fenômenos em estudo.
- Os problemas, comumente usados nos cursos de Física para que os estudantes testem e aperfeiçoem seus conhecimentos, são apresentados em três séries em nosso texto: **Problemas e testes**, **Questões de exames vestibulares e do Enem** e **Problemas suplementares**. Sendo muito grande o número total desses problemas você, provavelmente, não terá tempo para resolver todos eles. Peça, então, para seu professor selecionar aqueles que forem mais significativos para seu curso e para o seu próprio contexto. Procurando situações para eles, você estará subindo mais alguns degraus em sua formação científica.
- Em todos os capítulos na seção **Na internet** há indicação de sites que apresentam conteúdos, simuladores ou vídeos que podem ser utilizados em momentos oportunos do curso para complementar um assunto ou para avaliar o conhecimento prévio dos alunos.



ESTRUTURA DOS LIVROS

- *Curso de Física - Seções*

- Exercícios de fixação;
- Um tópico especial para você aprender um pouco mais;
- Física no cotidiano;
- Pesquise e responda;
- Revisão;
- Algumas experiências simples para serem feitas;
- Problemas e testes;
- Problemas suplementares;
- N@ internet;
- Questões de exames vestibulares e do Enem.

ESTRUTURA DOS LIVROS

- ***Física em Contextos: Pessoal – Social - Histórico***

- *Autores:* Maurício Pietrocola, Alexander Pogibin, Renata de Andrade e Talita Romero Franco;
- Editora: FTD;
- Coleção em três volumes;
- Análise: Volume 2 – Energia, Calor, Imagem e Som;
- Ano: 2011;
- 496 páginas;
- Assessoria pedagógica: no final do livro;
- Livro bastante colorido, com muitas ilustrações e folhas semelhantes à de revistas.

ESTRUTURA DOS LIVROS

- *Física em Contextos: Pessoal – Social - Histórico*

- Conteúdo: Energia;

- Unidade 1 – Energia
Capítulos 1, 2, 3 e 4

- Esse assunto é abordado em 100 páginas.

Energia 17

Capítulo 1

A História do princípio de conservação da energia 18

- 1 • Energia: uma breve introdução 18
- 2 • Vis viva e as origens históricas do princípio de conservação de energia 26

Outras atividades

- Pesquise, proponha e debata – Moto-perpétuo 36
- Pesquise, proponha e debata – Conservação de energia 37

Capítulo 2

Trabalho e potência 39

- 1 • Trabalho e transformação de energia 39
- 2 • Potência 48

Outras atividades

- Experimento – Investigue você mesmo – Qual a sua potência? 55
- Pesquise, proponha e debata – Quais são as outras potências? 56

ESTRUTURA DOS LIVROS

FÍSICA EM CONTEXTOS: PESSOAL – SOCIAL – HISTÓRICO

- *Física em Contextos: Pessoal – Social – Histórico*

Capítulo 3

Energia mecânica 57

- 1 • A construção do conceito físico da energia cinética 57
- 2 • Energia potencial 63
- 3 • Sistema mecânico 74
- 4 • Rendimento 83

Outras atividades

- Experimento – Investigue você mesmo – O balde-bocha 91
- Pesquise, proponha e debata – Fotografia estroboscópica I – Energia 92
- Experimento – Investigue você mesmo – Lata adestrada 93
- Foi assim... – Investigue com o pesquisador – O pêndulo de Galileu 94

Capítulo 4

Energia e suas outras faces 96

- 1 • Ciclo de energia na Terra 96
- 2 • Energia em sistemas biológicos 104
- 3 • Fontes para a produção de energia 106

Outras atividades

- Experimento – Investigue você mesmo – A energia dos alimentos I 114
- Pesquise, proponha e debata – A energia dos alimentos II 115
- Pesquise, proponha e debata – Energia nuclear no Brasil 116
- Problema aberto – Homem-Aranha 117

ESTRUTURA DOS LIVROS

- Física em Contextos: Pessoal – Social - Histórico

Apresentação

Este volume, trabalharemos os conceitos relacionados a **ENERGIA, CALOR, IMAGEM e SOM**. Para melhor utilizá-los, acompanhe e siga a descrição de cada seção proposta.

A Física no Tempo e na História

Para escalar o volume, elaboramos uma linha do tempo com os personagens, as descobertas e as invenções relacionados aos períodos históricos tratados.

Explorando o assunto

Seção composta de questões para interpretação de texto ou para a reflexão sobre um conceito. Nesse momento, pare a leitura do texto e pense sobre o assunto.

Exercício resolvido

Nesta seção, alguns exercícios, considerados "exemplares", estão resolvidos. Sugerimos que você acompanhe as estratégias de resolução de problemas.

Por dentro do conceito

Detalhes mais específicos de um conceito são apresentados no decorrer dos textos desta seção.

O cientista no tempo e na História

Nesta seção, há uma pequena biografia dos principais cientistas. Nela, você vai conhecer parte do contexto social em que um cientista esteve inserido bem como seu aspecto humano.

Lembrete

Notas rápidas, durante a leitura, principalmente para reforçar as descrições matemáticas ou apresentar algum detalhe delas.

Explorando a situação

Nesta seção, discutimos sobre uma situação específica ou uma simples descrição experimental em que um problema é analisado segundo um conceito físico recém-apresentado. Acompanhe atentamente a discussão feita no texto.

Exercícios propostos é fácil

São exercícios de aplicação para a apreensão do conteúdo.

Técnica e tecnologia

Seção com textos sobre a relação da Física com a tecnologia atual. Com esses textos, você conhecerá parte da história da técnica ligada à produção de um conhecimento científico.

Ordem de grandeza

Esta seção traz valores numéricos e unidades de medida para algumas grandezas físicas relacionadas aos conceitos estudados. Com esses textos, você terá uma compreensão quantitativa dos fenômenos físicos.

Exercícios propostos

Seleção de exercícios, no final de cada capítulo, em geral mais elaborados e selecionados com base nos principais vestibulares do país.

Outras Atividades

No final de cada capítulo, você encontra esta seção com diferentes formas de trabalho. Aproveite para realizar as atividades com seus colegas para a discussão ficar mais rica.

Experimento Investigue Você Mesmo

Presente na maioria dos capítulos, trata-se de procedimentos experimentais com materiais simples e de baixo custo que podem ser realizados em sala de aula ou em casa.

Pesquise, proponha e debata

Nesta seção, propomos principalmente atividades que envolvem pesquisa em diferentes meios de comunicação ou debates coletivos para a proposição de ideias, argumentos ou estratégias de resolução de problemas. Com o conhecimento adquirido, vocês devem confeccionar um produto final para apresentá-lo para o restante da sala ou negociar com seus colegas uma resposta única para a conclusão do debate.

Problemas abertos

Nesta atividade, não existe uma única resolução ou resposta. Vocês devem elaborar estratégias de resolução de problemas por meio do levantamento de hipóteses coerentes com o enunciado e com o conhecimento que já possuem.

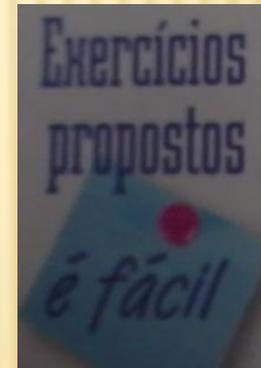
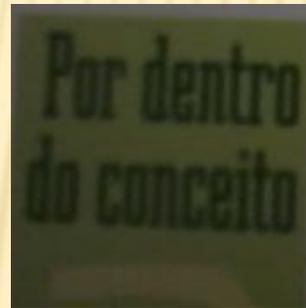
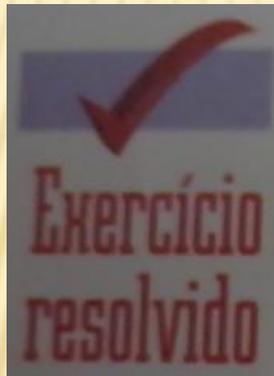
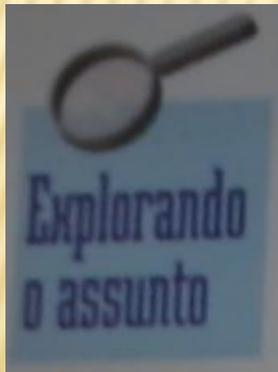
Questões do Enem

Exame Nacional do Ensino Médio

Seleção dos exercícios relacionados ao conteúdo de Física dos últimos exames do Enem. Esta seção é encontrada no final do volume.

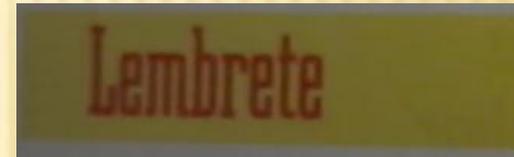
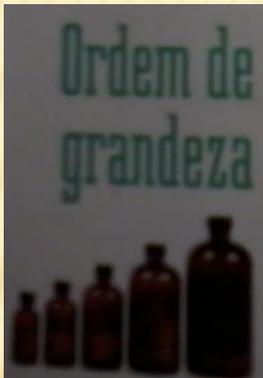
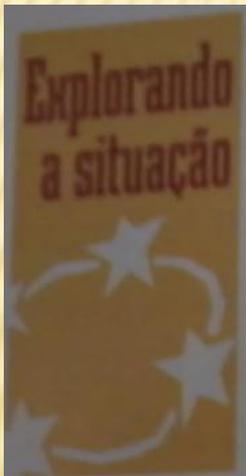
ESTRUTURA DOS LIVROS

Física em Contextos: Pessoal – Social - Histórico



ESTRUTURA DOS LIVROS

Física em Contextos: Pessoal – Social - Histórico



ESTRUTURA DOS LIVROS

Física em Contextos: Pessoal – Social - Histórico

Outras **ATIVIDADES**

Foi assim...
*Investigue
com o
pesquisador*

Experimento
*Investigue
você
mesmo*


**Pesquise,
proponha
e debata**

**Problemas
abertos**

Na
estante

Para
ler e
assistir

Questões do **Enem** Exame Nacional
do Ensino Médio

ABORDAGEM: ENERGIA

PIETROCOLA- FÍSICA EM CONTEXTOS

+ A FÍSICA NO TEMPO E NA HISTÓRIA:

+ Por dentro do conceito- Tipos de energia;

CAPÍTULO 1

A HISTÓRIA DO PRINCÍPIO DE CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

1. Energia: uma breve introdução

Neste capítulo, faremos uma primeira abordagem de um conceito muito importante para a Física: a energia. Você verá como esse conceito é abrangente e como foi o desenvolvimento histórico da construção desse conhecimento.

Logo que acordamos, estamos cheios de energia para enfrentar mais um dia com muitas atividades, e podemos escutar o pai pedir para não gastarmos energia demais no banho. No mesmo instante, o noticiário da TV ou do rádio pode estar tratando das fontes renováveis de energia. Como a noção de energia é pertinente para circunstâncias tão diferentes como essas?

A importância da energia provém justamente da possibilidade de ser empregada em situações diferentes das apresentadas acima, podemos nos referir a ela contida numa pilha à energia presente no ar ou nos alimentos à energia elétrica.

Por dentro do conceito

Tipos de energia

É comum dividirmos a energia em diferentes "tipos" com relação ao fenômeno e aos entes físicos aos quais está associada, são eles:

Energia mecânica está relacionada aos corpos do nosso cotidiano. É classificada em **cinética** (relacionada ao movimento) e **potencial gravitacional** (relacionada à interação gravitacional) e **potencial elástica** (relacionada à compressão de materiais flexíveis).

Exemplos de corpos com energia cinética (carro), potencial gravitacional (massa de água a determinada altura do lago) e potencial elástico (mola comprimida).

Energia térmica erroneamente também conhecida como calor, está relacionada à vibração de átomos ou moléculas em uma substância. Podemos perceber essa agitação de partículas quando o leite levanta fumaça.

Energia elétrica está relacionada às cargas elétricas (prótons, elétrons ou íons), estando elas em repouso ou em movimento. A energia elétrica é fundamental para a vida moderna.

Energia luminosa está relacionada à luz. Esse tipo de energia é transportado pelas radiações eletromagnéticas, não sendo necessário um meio material. Algumas reações químicas, como a fotossíntese, só ocorrem com a presença de energia luminosa.

UNIDADE 1 ENERGIA 18

UNIDADE 1 ENERGIA 20



✘ Técnica e Tecnologia- Usinas produtoras de energia elétrica;

Usinas produtoras de energia elétrica

Em nossa sociedade moderna, a energia elétrica está muito presente, principalmente ao colocar em funcionamento diversos eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos. Vejamos, a seguir, algumas formas empregadas pela espécie humana para produzir energia elétrica em larga escala para o comércio.

Usina hidrelétrica: Nesse tipo de usina, a queda-d'água e o movimento da correnteza são utilizados para girar as grandes turbinas dos geradores elétricos e produzir energia elétrica. Resumidamente, em uma usina hidrelétrica, temos o seguinte processo de transformação de energia:

energia gravitacional \Rightarrow energia cinética (da água) \Rightarrow energia cinética (da turbina) \Rightarrow energia elétrica

Em 1994, a queda-d'água da usina hidrelétrica de Itaipu foi considerada uma das sete maravilhas do mundo moderno pela Sociedade Americana de Engenheiros Civis (www.asce.org/history/seven_wonders.cfm). Acesso em: 28 out. 2009).



Cris Berger/Olhar Imagem

Usina termelétrica: Nesse tipo de usina, é realizada a queima de combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral ou gás natural, para aquecer a água de uma caldeira. Nesse caso, o vapor gerado é responsável por movimentar as turbinas do gerador elétrico. Resumidamente, em uma usina termelétrica, temos o seguinte processo de transformação de energia:

energia química \Rightarrow energia térmica \Rightarrow energia cinética \Rightarrow energia elétrica

Zig Koch/Olhar Imagem



Usina Termelétrica a Gás de Araucária, Paraná, 2008.



Caldeira da Usina São Francisco, Sertãozinho/SP, 2008.

Técnica e tecnologia



✘ Por dentro do conceito-
Massa também é energia;

✘ Link com a relatividade.

Massa também é energia!

O desenvolvimento da teoria da Relatividade trouxe uma nova concepção para o conceito de massa. Segundo essa teoria, existe um princípio geral de equivalência entre massa e energia, representado pela equação $E = mc^2$, em que E é a energia, m a massa e c a velocidade da luz no vácuo.

No texto a seguir, compara-se a quantidade de energia presente em uma massa de sorvete com a energia necessária para o funcionamento de um aparelho de TV.

"Todo mundo gosta de tomar sorvete e assistir à TV, não?"

Mas por que estamos falando exatamente de sorvete e TV agora? Você já vai entender...

Imagine que uma pessoa vai numa sorveteria em que o sorvete é vendido por quilo e compra um sorvete de 200 g.

Segundo a relatividade, 200 g é a massa de repouso do sorvete que tem uma energia (de repouso) armazenada. Quanto vale essa energia?

*É simples, veja: $m_0 = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$
 $c^2 = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$*

*Então: $E = m_0 c^2 = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$
 $E = 1,8 \cdot 10^{16} \text{ J}$*

É uma quantidade estupidamente grande de energia, concorda?

Supondo que fosse possível transformar toda essa energia relativística em energia elétrica para alimentar um aparelho de TV comum de 100 W de potência, por quanto tempo a TV funcionaria?*

Fazendo as contas: $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta E}{P}$

$$\Delta t = \frac{\Delta E}{P} = \frac{1,8 \cdot 10^{16}}{10^2 \text{ J/s}} = 1,8 \cdot 10^{14} \text{ s}$$

Só para termos uma ideia dessa quantidade de tempo, um ano tem 365 dias, cada dia tem 24 horas e cada hora tem 3 600 segundos. Então:

$$1 \text{ ano} = 365 \times 24 \times 3\,600 = 31\,536\,000 \text{ s}$$

$$1 \text{ ano} = 3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$$

Usando uma regra simples de proporcionalidade, teremos:

$$1 \text{ ano} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$\Delta t \text{ anos} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1,8 \cdot 10^{14} \text{ s}$$

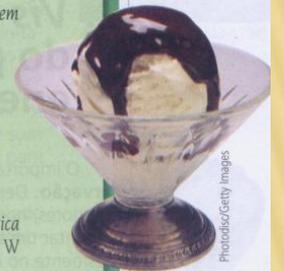
$$\Delta t = 5,8 \cdot 10^6 \text{ anos, ou seja, quase 6 bilhões de anos!}$$

Se a TV tivesse uma impressionante durabilidade, poderia ficar ligada por quase 6 bilhões de anos com a energia de um simples sorvete de 200 g, mais ou menos a ordem de grandeza da idade do planeta Terra! E estamos falando apenas de um sorvetezinho..."

BRAZ JR. Dulcídio. *Física moderna: tópicos para o Ensino Médio*. 1. ed. Campinas: Companhia da Escola, 2002. p. 33.

* Não existe tecnologia alguma atualmente que possa aproveitar essa energia.

Por dentro
do conceito



PhotoDisc/Getty Images

- ✘ Exercício resolvido;
- ✘ Exercícios propostos (fácil);


Exercício
resolvido

Exercícios
propostos


é fácil

Professor, é importante promover uma discussão entre os alunos antes de apresentar a resposta ou a solução do exercício. Pode-se pedir que alguns alunos respondam à pergunta oralmente e que outros alunos a avaliem.

Logo após uma colisão entre dois carros, para onde vai a energia inicialmente na forma de movimento?

Grande parte da energia continua sendo utilizada para o movimento dos carros até o momento de parada deles, mas também há transformação de energia em som e calor e na deformação de partes do carro.

1) Em que situações do seu cotidiano você geralmente utiliza o termo *energia*?
Resposta pessoal.

2) Podemos obter água quente para um banho por meio de um aquecedor elétrico, a gás ou a luz solar. Faça três diagramas, para indicar o ciclo de transformação da energia. *Resposta pessoal.*

3) Que transformações de energia ocorrem quando um ciclista pedala?

Energia química dos alimentos se transforma em energia potencial dos músculos do ciclista, que a transforma em energia cinética da bicicleta.

2. *Vis viva* e as origens históricas do princípio de conservação de energia

O importante neste contato preliminar com a energia é a questão de sua **conservação**. Deparamos com transformações como as apresentadas nos exemplos anteriores, nos permitiu entender, por exemplo, que, se a banana tem energia para alimentar um ser vivo, essa energia proveio de outro lugar, ou seja, não surgiu simplesmente no interior da banana. Além disso, a quantidade de energia presente na banana é transformada em outras formas de energia, seja no processo de digestão, seja em qualquer outro. Na Ciência, esse fato é conhecido como **princípio da conservação da energia**.

Ilustrações: Mario Pita



O termo *princípio* tem aqui um papel importante, pois indica nossa total confiança na conservação da energia. Mesmo que, numa situação, certa quantidade ou tipo de energia aparentemente desapareça, buscamos identificar a forma que ela assumiu. Por exemplo, uma bola chutada por um jogador para depois de percorrer certa distância. Poderíamos concluir daí que a energia de movimento presente na bola sumiu! Se aceitássemos esse sumiço, não estaríamos tomando por princípio que a energia se conserva. Podemos encaminhar a solução desse problema de outra forma: a energia se conserva; se o movimento cessou, é porque a energia mudou de forma. Se considerarmos que, ao se movimentar sobre o solo, a bola sofre atrito, podemos dizer que a energia de movimento se transformou em calor! Podemos testar essa hipótese em outras situações. Por exemplo, basta esfregar com movimentos bem rápidos a mão sobre uma mesa para constatar a produção de calor. Num ferro de passar roupa, a energia elétrica (da rede elétrica) se transforma em calor. Na televisão, a mesma energia é transformada em luz e som (energia luminosa e sonora). Podemos olhar o Universo e suas mudanças por meio da ideia de energia e suas transformações. Isso torna o mundo um agradável jogo de esconde-esconde!

✘ Explorando o assunto;

Qual o significado do termo princípio que aparece em princípio da conservação da energia?

Professor, as respostas e outras orientações sobre as(s) questão(ões) do Explorando o assunto encontram-se no Caderno de orientações.

Ao longo da história da humanidade, muitas explicações sobre o comportamento do mundo se apoiaram na ideia de conservação. Em geral, algumas substâncias eram vistas como base para a constituição das coisas. A água, o ar, o fogo, em épocas diferentes, se constituíram em substâncias que se conservavam no mundo e geravam todas as demais. Um dos princípios de conservação mais conhecido é aquele sobre a matéria, formulado pelo químico francês Antoine Lavoisier em 1789. Segundo esse princípio, a matéria não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Ver Orientação 2.

Ao buscar **invariantes**, isto é, grandezas físicas que permanecem inalteradas após uma transformação, o homem procurava reduzir as diferentes variáveis para a descrição e a interpretação física da Natureza. Da mesma forma, ao dizermos que a energia se conserva, estamos indiretamente dizendo que existe um traço comum ligando todas as etapas de transformação de dada situação.

Até mesmo a ideia de átomo, proposta na Antiguidade por Demócrito, seguia nessa direção: tudo que existe é fruto dos átomos e de suas combinações. As coisas podem desaparecer, mas seus átomos servem para a edificação de outras coisas!

O estudo da conservação da energia na Ciência parece ter começado com uma pergunta aparentemente simples: De onde provém o movimento de um corpo?

Descartes, pensador francês que você já conheceu um pouco no Volume 1, foi um dos primeiros a interpretar o movimento em termos de princípio de conservação, pois para ele o movimento era uma dádiva divina e não podia desaparecer. Segundo Descartes:

"Deus criou a matéria com uma parte em repouso e outra em movimento... por isso se conserva no Universo, por seu concurso comum... a mesma quantidade de movimento e repouso que Ele colocou no princípio da criação."

Principes de Philosophie. In: HOLTON, Gerald; ROLLER, Duane H. D. *Fundamentos de la Física Moderna.* Barcelona/Buenos Aires/México: Editorial Reverté, 1963. p. 304.

Para Descartes, todo movimento de um corpo provém do movimento de outro corpo. Por exemplo, quando lançamos uma pedra, responsabilizamos o movimento de nosso braço por isso, ou então, em um jogo de bilhar o movimento de uma bola gera o movimento das outras. Para ele, o Universo deveria ser pensado como possuindo certa quantidade de movimento que se transfere entre os corpos, permanecendo, no entanto, constante ao longo dos tempos. Senão, como explicar que a Terra e os demais planetas continuam a se movimentar depois de bilhões de anos?

Segundo Descartes, no início de tudo o Universo era constituído de um grande bloco estático de matéria, até o momento que, por uma intervenção divina, foram criados diversos vórtices (redemoinhos) em vários pontos. Com isso, a matéria se fragmentou e originou três elementos: o primeiro era formado por pequenas par-



Explorando
o assunto



Antoine Lavoisier (1743-1794).



Demócrito (460 a.C.-370 a.C.).



René Descartes (1596-1650).

✘ O cientista no tempo e na história;

✘ Descartes, Leibniz e Helmholtz;

Figura 10.10. Energia cinética. (A) Trabalho. (B) Trabalho.

Essa grandeza indica que, quanto maior a massa e quanto maior a velocidade de um corpo, tanto maior será a energia cinética a ele associada. Isso é fácil de ser aceito quando pensamos nas colisões de automóveis. Considerando um carro a 50 km/h e a 1 200 km/h, ele é bem mais perigoso no segundo caso, pois, ao transferir sua energia para outros corpos, poderá causar um estrago maior.

Apesar de Leibniz não ter considerado o fator $\frac{1}{2}$, o essencial é que ele já havia detectado as variáveis de uma grandeza que se conserva, o mv^2 .

Ao longo dos séculos XVIII e XIX, os cientistas constataram várias situações em que havia conservação de energia, como na colisão de corpos, na queima de materiais, nos processos de transformação química, na produção de trabalho mecânico pelo calor nas máquinas a vapor, entre outros. A formulação do princípio da conservação da energia não foi obra de uma única pessoa nem fruto de trabalhos em uma área determinada da Ciência. Foi uma conquista do intelecto humano que se estendeu por três séculos.

Apesar da contribuição de vários autores, costuma-se atribuir a um trabalho do físico e médico alemão Hermann von Helmholtz a formulação explícita desse princípio.

Gravura. Coleção particular.
Foto: Hulton-Deutsch
Collection/Corbis/Latinstock



Hermann von Helmholtz
(1821-1894).

Numa das várias palestras que proferiu para divulgar e debater suas ideias, von Helmholtz enunciou o princípio da conservação da energia da seguinte forma:

"Chegamos à conclusão de que a Natureza, como um todo, possui uma reserva de força que não pode de qualquer modo aumentar ou diminuir e que, portanto, a quantidade de força na Natureza é precisamente tão eterna e inalterável como a quantidade de matéria. Expressa nesta forma, mencionei a lei geral: 'O Princípio de Conservação da Força'."

In: PROJECTO FÍSICA. Unidade 3: O triunfo da Mecânica.
Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. p. 64.

Na época dessa citação de Helmholtz, a linguagem científica ainda não era normatizada, e o termo *energia* só se tornaria consensual no século XIX, quando foi introduzido pelo físico e médico britânico Thomas Young, em 1807. Por isso, Helmholtz utilizava a palavra *força* para definir aquilo que hoje conhecemos como energia.

A energia se transforma e pode assumir diferentes formas, mas sempre se conserva. Sabendo-se disso antecipadamente e conhecendo algumas de suas formas, fica mais fácil analisar e entender o comportamento da natureza. Ver Orientação 3.

O cientista
no tempo e
na história



Descartes, Leibniz e Helmholtz

Talvez você já conheça René Descartes das aulas de Filosofia e Matemática. Autor da famosa frase "Penso, logo existo", esse grande personagem da história da Ciência buscava a compreensão do Universo e de seu próprio ser, por meio de uma concepção racionalista. Assim como outros pensadores de sua época, ele acreditava que a linguagem da Natureza era matemática. Por isso, foi um grande estudioso e trouxe contribuições para a Álgebra e a Geometria, como o sistema de coordenadas cartesianas, que usamos para analisar e construir gráficos.

- ✘ Exercício resolvido/propostos;
- ✘ Exercícios propostos (pense um pouco mais): ao final de cada capítulo;

Exercícios propostos



Exercícios correspondentes à transformação de energia.

1) (PUC-PR) Vários processos físicos envolvem transformações entre diferentes formas de energia. Associe a coluna superior com a coluna inferior, e assinale a alternativa que indica corretamente as associações entre as colunas:

Dispositivo mecânico ou gerador:

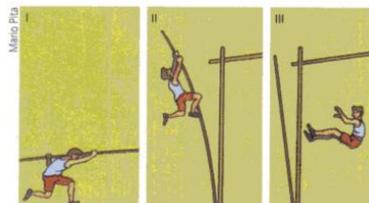
1. Pilha de rádio
2. Gerador de usina hidrelétrica
3. Chuveiro elétrico
4. Alto-falante
5. Máquina a vapor

Transformação de tipo de energia:

- a. Elétrica em Mecânica
- b. Elétrica em Térmica
- c. Térmica em Mecânica
- d. Química em Elétrica
- e. Mecânica em Elétrica

- x a) 1-d, 2-e, 3-b, 4-a, 5-c
- b) 1-d, 2-a, 3-b, 4-e, 5-c
- c) 1-b, 2-e, 3-d, 4-a, 5-c
- d) 1-d, 2-b, 3-c, 4-a, 5-e
- e) 1-b, 2-a, 3-d, 4-e, 5-c

2) (UFF-RJ) O salto com vara é, sem dúvida, uma das disciplinas mais exigentes do atletismo. Em um único salto, o atleta executa cerca de 23 movimentos em menos de 2 segundos. Na última Olimpíada de Atenas, Svetlana Feofanova, bateu o recorde feminino, saltando 4,88 m. A figura a seguir representa um atleta durante um salto com vara, em três instantes distintos.



Assinale a opção que melhor identifica os tipos de energia envolvidos em cada uma das situações I, II e III, respectivamente.

- a) cinética – cinética e gravitacional – cinética e gravitacional
- b) cinética e elástica – cinética, gravitacional e elástica – cinética e gravitacional
- x c) cinética – cinética, gravitacional e elástica – cinética e gravitacional
- d) cinética e elástica – cinética e elástica – gravitacional
- e) cinética e elástica – cinética e gravitacional – gravitacional

3) (UFV-MG) Analise as seguintes situações:

1. Um corpo cai em queda livre.
2. Um corpo desce, com velocidade constante, ao longo de um plano inclinado.
3. Um corpo move-se ao longo de um plano horizontal, até parar.
4. Um corpo é mantido em repouso sobre um plano horizontal.
5. Um corpo é empurrado ao longo de um plano horizontal sem atrito, aumentando a sua velocidade.

Das situações acima, as únicas nas quais a energia mecânica total do corpo diminui são:

- a) 1 e 5
- b) 1 e 4
- c) 2 e 4
- x d) 2 e 3
- e) 2 e 5

4) Um aluno que não se convence facilmente pretende encontrar uma situação em que a energia não se conserva. Ele propõe a seguinte questão: "Quando eu deixo um pouco de água no interior de uma lata de alumínio pintada de preto, totalmente fechada, num dia ensolarado, a água esquenta muito. Como a lata está fechada, a energia não pode ter entrado. Logo, ela foi produzida no seu interior?". Onde está o erro no pensamento dele? A energia luminosa (solar) transformou-se em energia térmica da lata (agitação molecular), que a transferiu, em parte, para a água.

- ✘ OUTRAS ATIVIDADES:
- ✘ Pesquisa, proponha e debata;
- ✘ Abordagem didático-pedagógica;

Outras **ATIVIDADES**

Pesquise, proponha e debata

Moto-perpétuo

Moto-perpétuo significa máquina de movimento eterno. O moto-perpétuo a seguir foi proposto pelo destacado médico e pensador inglês Robert Fludd, em 1618, para o funcionamento de moinhos em regiões desprovidas de água corrente. Uma porção de água inicialmente em um recipiente seria capaz de pôr a roda do moinho em movimento, que por sua vez moeria grãos e ainda acionaria a bomba de tipo “parafuso de Arquimedes”.

Ilustração produzida com base em:
SOUZA FILHO, Osvaldo Melo. *Evolução da ideia de conservação de energia - um exemplo de história da ciência no ensino de Física*.
Dissertação de mestrado, Instituto de Física, USP, São Paulo, 1987.

Discussão

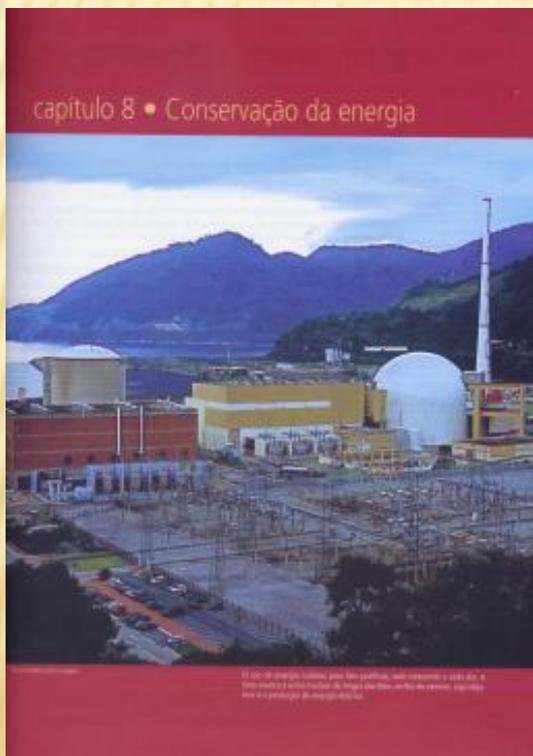
Utilizando argumentos sobre energia e o princípio da conservação, discuta estas questões com seus colegas de classe e responda no seu caderno:

- 1) Faça um diagrama do ciclo de funcionamento da máquina.
- 2) Para cada uma das etapas, escreva a forma como a energia se apresenta.
- 3) Com a máquina “desligada”, qual fonte de energia põe primeiramente a roda do moinho em movimento?
- 4) Essa máquina pode funcionar indefinidamente? Discuta seus limites de funcionamento em termos da conservação da energia.

UNIDADE 1 ENERGIA 36

BEATRIZ ALVARENGA- CURSO DE FÍSICA

+ Seção Física no cotidiano;



Conservação da energia 275

exercícios de fixação

Antes de passar ao estudo da próxima seção, responda às questões seguintes, consultando o texto sempre que julgar necessário.

- Se a pessoa do exercício 1 gastou 10 s para deslocar o corpo de A até B:
 - qual a potência desenvolvida pela pessoa?
 - Expresse o significado da resposta anterior.
- Freqüentemente ouvimos nos noticiários a informação de que a potência da usina hidrelétrica de Itaipu é de 12 milhões de quilowatts.
 - Expresse esse valor em watts, usando a notação de potência de 10.
 - Durante quanto tempo a usina deve operar para realizar um trabalho de 240 bilhões de joules?
 - Se a usina operar durante 10 minutos, qual o trabalho total que ela seria capaz de realizar?
- Um carregador eleva, em 3,0 s, com velocidade constante, uma saca de café de 60 quilos, do chão para uma prateleira a 2,0 m de altura.
 - Qual é, em newtons, a força que o carregador exerce na saca ao realizar essa operação? (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.)
 - Qual é o trabalho realizado pelo carregador?
 - Qual é a potência desenvolvida pelo carregador?
 - A potência desse carregador é maior, menor do que a potência de um liquidificador comum ou igual? (Consulte os dados no aparelho.)

8.3 Trabalho e energia cinética

Conceito de energia

A energia é um dos conceitos mais importantes da Física e talvez o termo *energia* seja um dos mais empregados em nossa linguagem cotidiana. Por isso, já temos uma certa compreensão do seu significado, embora seja difícil definir, em poucas palavras, o que é energia.

Na Física, costuma-se introduzir o conceito dizendo que “a energia representa a capacidade de realizar trabalho”. Acreditamos que isso constitui, pelo menos, um modo de começar o estudo de energia. Assim, diremos que um corpo possui energia se ele for capaz de realizar um trabalho. Por exemplo, uma pessoa é capaz de realizar o trabalho de suspender um corpo graças à *energia* que lhe é fornecida pelos alimentos que a pessoa ingere. Do mesmo modo, a água em uma cachoeira possui *energia*, porque é capaz de realizar o trabalho de movimentar as turbinas de uma usina elétrica.

Você já deve ter percebido que a energia pode se apresentar sob diversas formas: *energia química*, *energia mecânica*, *energia térmica*, *energia elétrica*, *energia atômica*, *energia nuclear* etc. No primeiro caso citado, os alimentos que a pessoa ingere sofrem reações químicas e liberam energia; podemos dizer que os alimentos liberam *energia química* no organismo humano. No segundo, dizemos que a água da cachoeira possui *energia mecânica* e que, ao movimentar as turbinas, gera *energia elétrica*. Nos reatores atômicos, a *energia nuclear*, armazenada nos combustíveis atômicos, dá origem à *energia térmica*, que poderá ser utilizada para produzir *energia elétrica* etc.

Como pode ser relacionada com o trabalho, a energia também é uma *grandeza escalar*. Conseqüentemente, a unidade, no SI, utilizada para medir a energia é a mesma usada para medir o trabalho: *1 joule*.

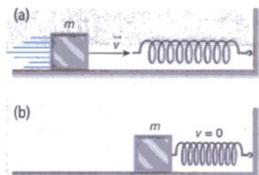


Fig. 8-9: Um corpo em movimento possui energia cinética.

O que é energia cinética

Consideremos um bloco em movimento aproximando-se de uma mola, como mostra a fig. 8-9-a. Ao colidir com a mola, a velocidade do bloco vai diminuindo, até se anular, enquanto a mola vai sendo comprimida (fig. 8-9-b). Portanto, o bloco em movimento foi capaz de realizar o trabalho de comprimir a mola.

Do mesmo modo, um automóvel em movimento, que colide com outro parado, realiza um trabalho ao amassar e deslocar o carro parado (fig. 8-10).

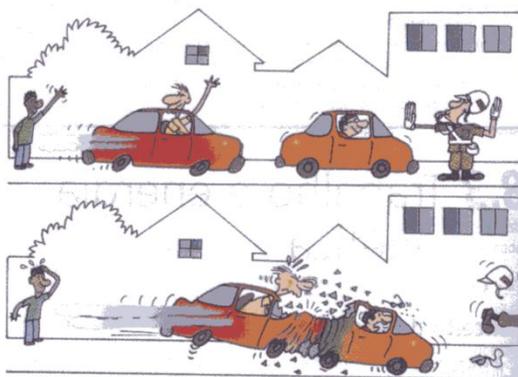


Fig. 8-10: Um corpo que possui energia cinética é capaz de realizar trabalho.

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$



$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$



Fig. 8-11: A energia cinética de um corpo de massa m e velocidade v é dada por $E_c = (1/2) mv^2$.

Qualquer corpo em movimento tem capacidade de realizar trabalho e, portanto, possui energia. Essa energia é denominada *energia cinética* e será representada por E_c .

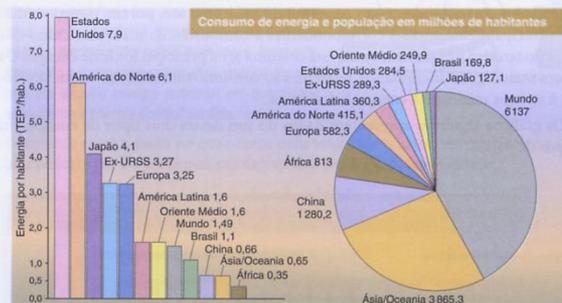
Podemos perceber que, quanto maior for a velocidade do bloco da fig. 8-9, maior será a compressão da mola, isto é, maior será o trabalho realizado pelo bloco e maior a sua energia cinética. Podemos perceber, ainda, que a compressão da mola seria tanto maior quanto maior fosse a massa do bloco, ou seja, a energia cinética do bloco depende também de sua massa. Na realidade, podemos mostrar que, sendo m a massa do bloco e v a sua velocidade, a sua energia cinética, E_c , é dada por $E_c = (1/2) mv^2$. De um modo geral:

quando um corpo de massa m está se movendo com uma velocidade v , ele possui energia cinética, E_c , dada pela expressão

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 \quad (\text{fig. 8-11})$$

Consumo de energia e população

O gráfico a seguir apresenta o consumo de energia primária (petróleo, gás natural, carvão, energia nuclear e energia hidráulica) média, por pessoa, por grupo de países, em 2001. As energias chamadas alternativas (madeira, biomassa, Sol, vento, mares) não foram consideradas.



*TEP: Tonelada Equivalente de Petróleo
Fonte: Imagens Econômicas du Monde, 2003

Como se percebe pelo gráfico, há uma grande diferença de consumo entre os países ricos e os do terceiro mundo, isto é, a energia não é democraticamente distribuída entre os povos. Fica também evidenciado que o número total de pessoas que utiliza pequena quantidade de energia em suas vidas (com frequência insuficiente para uma sobrevivência digna) é bem maior do que o daquelas que apresentam um consumo energético elevado ou até mesmo excessivo, que muitas vezes leva ao desperdício. Se os pequenos consumidores pudessem e conseguissem se igualar aos grandes, certamente as reservas mundiais seriam insuficientes e as consequências ecológicas desse fato seriam, como não é difícil de se prever, desastrosas.

A unidade usada no gráfico, tonelada equivalente de petróleo (TEP), como o nome indica, refere-se ao número de toneladas de petróleo que, ao se queimar, produziria a mesma quantidade de energia que seria liberada por outro combustível qualquer utilizado. O valor de 1 TEP é aproximadamente igual a 10^{10} J.



Cidades da Terra iluminadas à noite; imagem baseada em dados obtidos pelo Defense Meteorological Satellite Program, dos Estados Unidos.

Exemplo 1

O bloco da fig. 8-9-a tem uma massa $m = 4,0 \text{ kg}$ e velocidade $v = 2,0 \text{ m/s}$.

a) Qual é a energia cinética que ele possui?

Sabemos que a energia cinética de um corpo é dada por $E_c = \frac{1}{2} mv^2$. Portanto, teremos, para o bloco:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 4,0 \times (2,0)^2 \quad \therefore \quad E_c = 8,0 \text{ J}$$

Observe que o resultado foi expresso em joules, porque os valores de m e v estavam expressos em unidades no SI.

b) Qual o trabalho que o bloco realiza ao colidir com a mola, até parar (fig. 8-9-b)?

Embora não se conheça a força que o bloco exerce sobre a mola, nem a distância que ele percorre até parar, poderemos calcular o trabalho que ele realiza, pois esse trabalho é igual à energia cinética que o bloco possuía antes da colisão. O trabalho que o bloco realiza, ao comprimir a mola, até parar, é de $8,0 \text{ J}$.

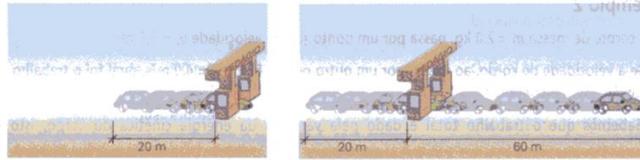
E_c é proporcional a v^2

A expressão $E_c = \left(\frac{1}{2}\right) m \cdot v^2$ nos mostra que o valor da velocidade tem uma grande influência no valor da energia cinética, pois v aparece nesta expressão com o expoente 2. Isso indica que:

- duplicando $v \rightarrow E_c$ torna-se 4 vezes maior;
- triplicando $v \rightarrow E_c$ torna-se 9 vezes maior etc.

Por exemplo, se um automóvel está a uma velocidade $v_1 = 50 \text{ km/h}$ e sua energia cinética é $E_{c1} = 50\,000 \text{ J}$, se sua velocidade passar a ser $v_2 = 100 \text{ km/h}$ (duas vezes maior), sua energia cinética valerá $E_{c2} = 200\,000 \text{ J}$ (quatro vezes maior) - veja a figura e leia as informações de sua legenda.

Este carro, a 50 km/h , ao ser freado percorre 20 m antes de parar. A 100 km/h , ao ser freado, nas mesmas condições, ele percorrerá uma distância $4 \times 20 \text{ m} = 80 \text{ m}$ antes de parar. Isso ocorre porque sua energia cinética tornou-se quatro vezes maior e, portanto, ele realizará, até parar, um trabalho quatro vezes maior (nos dois casos, a força que freou o carro foi a mesma). Este exemplo serve de alerta para motoristas que, irresponsavelmente, desenvolvem velocidades elevadas.



Relação entre trabalho e energia cinética

Na fig. 8-12 representamos um corpo, de massa m , passando por um ponto A , com velocidade v_A . Considere várias forças atuando sobre o corpo e que \vec{R} é a resultante dessas forças. Suponha que \vec{R} seja constante e que seu sentido seja o mesmo do movimento do corpo. Assim, o corpo irá adquirir um movimento retilíneo, uniformemente acelerado e, após percorrer uma distância d , chegará a B com uma velocidade v_B maior do que v_A .

Procuremos calcular o trabalho total, T_{AB} , realizado sobre o corpo, desde A até B . Esse trabalho, como vimos, é dado pelo trabalho da força resultante. Como a força \vec{R} atua no sentido do movimento ($\theta = 0^\circ$) e desloca o corpo de uma distância d , teremos:

$$T_{AB} = R \cdot d$$

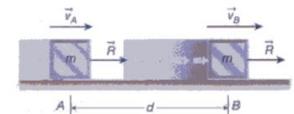


Fig. 8-12: O trabalho realizado pela força resultante provoca uma variação na energia cinética do corpo.

✘ Exemplos de aplicação em cada seção;

✘ Exercícios de Fixação após a cada seção;

b) Se a força resultante atuasse sobre o corpo em sentido contrário ao movimento, realizando um trabalho negativo $T_{AB} = -7,0 \text{ J}$, qual seria a energia cinética do corpo ao chegar a B?

Usando novamente a expressão $T_{AB} = E_{CB} - E_{CA}$ e sabendo que $T_{AB} = -7,0 \text{ J}$ e $E_{CA} = 9,0 \text{ J}$, teremos:

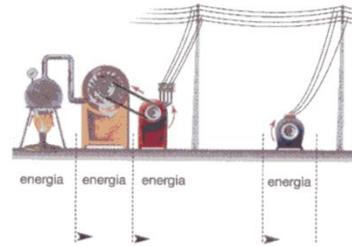
$$-7,0 = E_{CB} - 9,0 \quad \therefore E_{CB} = 2,0 \text{ J}$$

Nesse caso, o trabalho negativo realizado pela resultante representa uma quantidade de energia retirada do corpo e, por isso, sua energia cinética reduziu-se de 9,0 J para 2,0 J.

exercícios de fixação

Antes de passar ao estudo da próxima seção, responda às questões seguintes, consultando o texto sempre que julgar necessário.

8. Na figura deste exercício, ocorrem transformações sucessivas de uma forma de energia em outra. Complete os espaços vazios, indicando a forma de energia correspondente a cada parte da figura.



9. Um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ está se deslocando com uma velocidade $v = 5,0 \text{ m/s}$.

- Qual é a E_c deste bloco? (Não se esqueça de indicar a unidade em sua resposta.)
- Quantas vezes menor seria o valor da E_c se a massa do bloco fosse três vezes menor?
- Quantas vezes maior se tornaria a E_c se a velocidade do bloco fosse duplicada?
- O que aconteceria com a E_c se apenas a direção de \vec{v} fosse alterada? Por quê?

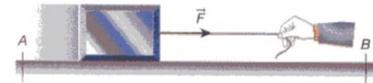
10. Uma bala de revólver, cuja massa é de 20 g, tem uma velocidade de 100 m/s. Esta bala atinge o tronco de uma árvore e nele penetra uma certa distância até parar.

- Qual era a E_c da bala antes de colidir com a árvore?
- Qual o trabalho que a bala realizou ao penetrar no tronco da árvore?

11. O corpo mostrado na figura deste exercício passou pelo ponto A com uma energia cinética $E_{CA} = 30 \text{ J}$. A força \vec{F} que atua no corpo realiza, sobre ele, no trajeto de A até

B, um trabalho $T = 15 \text{ J}$. Considerando desprezível a força de atrito, responda:

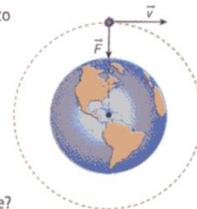
- Qual a quantidade de energia transferida ao corpo pela força \vec{F} ?
- Qual será a energia cinética do corpo em B?



12. Considere os mesmos dados do exercício anterior, mas suponha que a força de atrito não seja desprezível e realize sobre o corpo, de A até B, um trabalho $T' = -5 \text{ J}$.

- A força de atrito está entregando energia ao corpo ou retirando-a dele?
- Qual o trabalho total T_{AB} realizado pelas forças que atuam no corpo?
- Qual o valor da energia cinética do corpo ao passar por B?

13. Um satélite artificial está girando, em movimento circular uniforme, em torno do centro da Terra (veja a figura deste exercício).



- Qual é o ângulo θ entre a força \vec{F} de atração da Terra e a velocidade \vec{v} do satélite?
- Baseando-se na resposta da questão anterior, diga qual é o trabalho que a força \vec{F} realiza sobre o satélite.
- A força \vec{F} está transferindo energia para o satélite?
- Logo, a E_c do satélite está aumentando, diminuindo ou permanecendo constante?

Um **TÓPICO ESPECIAL** para você aprender um pouco mais

8.8 A relação massa-energia

Neste capítulo conhecemos algumas formas de energia de um corpo. Ao interagir com outro corpo, como no caso da interação gravitacional com a Terra, um corpo pode ganhar uma energia potencial gravitacional. Como sua estrutura interna possui elasticidade, de maneira semelhante a uma mola que foi comprimida (ou distendida), o corpo pode armazenar energia potencial elástica. E, quando observamos esse corpo em movimento, ele pode nos apresentar uma energia cinética, que só depende de sua massa e da velocidade com que o observamos.

Na teoria da relatividade, de 1905, Einstein tratou do problema da energia, na situação mais simples possível: a de uma partícula em movimento uniforme, sem interagir com outros corpos. Nesse tratamento, ele não se preocupou com possíveis detalhes da estrutura interna da partícula, como a possibilidade de ela possuir elasticidade, por exemplo. Como era de se esperar, a expressão da energia encontrada só dependia da velocidade e da massa dessa partícula. No entanto, a expressão apresentou uma grande surpresa para o caso da velocidade nula, além de mostrar-se válida mesmo quando aplicada a um corpo extenso com uma estrutura interna complicada.

No caso de o corpo estar em repouso, a equação revelava uma relação entre massa e energia totalmente desconhecida até então. Essa relação, escrita de uma maneira simples, tornou-se a fórmula da física mais conhecida do público em geral. Einstein descobriu ser a massa de um corpo isolado e em repouso a expressão de todas as formas de energia nele contidas: elástica, química, térmica etc.

A seguir, analisaremos o resultado encontrado e veremos também que ele nos permite entender melhor por que uma partícula material não pode atingir a velocidade da luz, conforme foi comentado no Tópico Especial 3.6 sobre composição de velocidades.

Energia relativística

Inicialmente vamos supor que colocamos a partícula sobre uma balança e obtivemos o valor m de sua massa. Usualmente, no contexto da relatividade, essa massa é chamada de *massa de repouso* para enfatizar o fato de que foi medida com a partícula em repouso sobre a balança¹. Consideremos agora essa partícula movimentando-se livremente com velocidade constante v , numa direção qualquer.

¹ Seguindo uma tendência na literatura sobre relatividade, não adotaremos nesta edição o conceito de *massa relativística*. Sempre que falarmos em *massa*, estaremos querendo dizer *massa de repouso*, que representaremos simplesmente por m e não m_0 .



+ Um tópico especial para você aprender um pouco mais, em cada capítulo;

✘ Revisão no final do capítulo;

✘ Algumas experiências simples para você fazer no final do capítulo;

Revisão

As questões seguintes foram formuladas para que você faça uma revisão dos pontos mais importantes abordados neste capítulo. Ao responder a essas questões, volte ao texto sempre que tiver dúvidas.

- Escreva a equação que define o trabalho T realizado por uma força constante. Explique o significado de cada um dos símbolos que aparecem na equação (faça uma figura para esclarecer sua explicação).
 - Como se denomina a unidade de trabalho no SI? Dê a sua definição.
 - Em que condições uma força realiza um trabalho positivo? E um trabalho negativo? E um trabalho nulo? Dê exemplos ilustrando cada um desses casos.
 - Quando várias forças atuam sobre um corpo, como se determina o trabalho total realizado sobre ele?
- Expresse, em palavras, a definição de potência de uma força (ou de uma máquina). Escreva a expressão matemática dessa definição.
 - O trabalho é uma grandeza escalar ou vetorial? E a potência?
 - Como se denomina a unidade de potência no SI? Qual é a sua definição?
- O que você entende por *energia*? Essa grandeza é escalar ou vetorial?
 - Cite algumas formas de energia.
 - Dê exemplos de situações em que uma forma de energia se transforma em outra.
- Quando dizemos que um corpo possui energia cinética?
 - Se um corpo de massa m possui uma velocidade \vec{v} , qual é a expressão que nos permite calcular a sua energia cinética E_c ?
 - Expresse, em palavras, a relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo que se desloca entre dois pontos e as energias cinéticas do corpo nesses pontos. Expresse matematicamente essa relação.
- O que você entende por *energia potencial*? Dê exemplos de situações em que um corpo possui energia potencial.
 - Um corpo de massa m está a uma altura h acima de um certo nível horizontal. Qual a expressão que nos permite calcular a E_p gravitacional desse corpo em relação àquele nível?
- Escreva a relação matemática entre o trabalho T_{AB} realizado pelo peso de um corpo, quando ele se desloca de A para B, e as energias potenciais gravitacionais do corpo nesses pontos.
- Enuncie e expresse matematicamente a lei de Hooke.
 - Faça um desenho mostrando o aspecto do gráfico $F \times X$ (*força* \times *deformação*) para uma mola.
 - O que representa a inclinação desse gráfico?
 - O que representa a área sob esse gráfico?
- Um corpo está na extremidade de uma mola cuja constante elástica é k , que apresenta uma deformação X . Qual é a expressão matemática da E_p elástica desse corpo?
 - Seja T_{AB} o trabalho realizado por uma mola deformada ao empurrar (ou puxar) um corpo de A para B. Escreva a relação matemática entre T_{AB} e as energias potenciais elásticas do corpo em A e B.
- O que são forças conservativas e forças dissipativas? Dê exemplos de ambas.
 - A expressão $T_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$ é válida para forças conservativas? E para forças dissipativas?
 - A expressão $T_{AB} = E_{cB} - E_{cA}$ é válida para forças conservativas? E para forças dissipativas?
- O que você entende por energia mecânica (total) de um corpo?
 - Em que condições a energia mecânica de um corpo permanece constante?
 - Quando atuam apenas forças conservativas em um corpo, se a E_p do corpo aumenta, o que se passa com sua E_c ? E se a E_p diminui?
- Um corpo no qual atua uma força de atrito cinético perde toda a energia mecânica que ele possuía. Você diria que essa energia mecânica *desapareceu* ou se *transformou*? Explique.
 - Faça um resumo explicando o que você entendeu ao ler o texto sobre o princípio geral de conservação da energia.

Algumas EXPERIÊNCIAS SIMPLES para você fazer

Primeira experiência

Determine a massa m de uma bola (de borracha, de couro etc.) em uma balança. Solte a bola de uma altura h_1 , conhecida e meça a altura h_2 à qual ela retorna após colidir com o solo. Com os valores de m , h_1 e h_2 que você mediu, responda:

- Qual a energia potencial que a bola possuía no instante em que você a abandonou?
- Qual o valor da energia potencial da bola quando ela retornou à altura h_2 ?

- c) Baseando-se em suas respostas anteriores, calcule a quantidade de energia mecânica que a bola perdeu ao colidir com o solo.
- d) O que ocorreu com essa energia mecânica perdida pela bola?

Repita a experiência usando bolas de outros materiais e compare os resultados, identificando a bola com a qual houve a maior perda de energia mecânica.

Segunda experiência

Esta experiência lhe permitirá determinar a potência máxima que você é capaz de desenvolver ao subir uma escada.



Para chegar a este resultado, suba correndo uma escada, entre dois ou três andares de uma casa, por exemplo, e meça o tempo que você gastou (use um cronômetro ou um relógio que marque os segundos). Procure obter o valor da altura h de que você se elevou (veja a figura desta experiência). Como você certamente já conhece o valor de sua massa, poderá responder às questões seguintes:

- Qual o trabalho que você realizou ao subir a escada?
- Qual a potência desenvolvida por você ao realizar esta tarefa? Compare esse valor com a potência desenvolvida por outros colegas ao realizarem a mesma tarefa.
- Verifique qual é a potência de uma lâmpada qualquer em uso na sua casa. Quantas lâmpadas iguais a essa poderiam ser mantidas acesas usando a potência que você desenvolveu ao subir a escada?

Terceira experiência

Para analisar o consumo de energia elétrica em sua residência e ter uma idéia de quanto você paga por essa energia, siga a orientação seguinte:

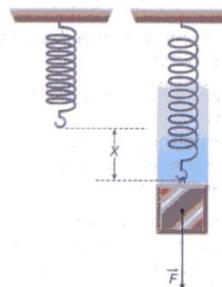
- Consultando a última conta de energia elétrica de sua casa, anote o consumo em kWh e o preço total da conta.
- Nos chuveiros elétricos vem indicada a potência que ele consome. Anote o valor da potência de seu chuveiro.

- Meça, aproximadamente, quanto tempo o chuveiro permanece ligado enquanto você toma seu banho. Com os dados que você colheu, responda:
 - Quanto se paga pela energia elétrica de 1 kWh em sua cidade?
 - Expresse, em kWh, o valor aproximado da energia elétrica que você consome durante um banho.
 - Qual é o preço aproximado de seu banho?

Quarta experiência

Nesta experiência vamos estudar a relação entre a força que atua em uma mola (ou elástico) e a deformação que ela provoca. Para isso, proceda da seguinte maneira:

- Suspenda verticalmente uma mola (ou elástico) e pendure em sua extremidade livre um corpo de massa m conhecida (veja a figura desta experiência). Observe a deformação X que o peso, \vec{F} , desse corpo provocou na mola (evite pendurar corpos muito pesados, que poderiam provocar deformações permanentes na mola ou no elástico).



- Repita esta operação algumas vezes, usando corpos de massas diferentes e anote a deformação X correspondente a cada massa suspensa. Disponha suas medidas em uma cópia da tabela apresentada nesta experiência (lembre-se de que $F = \text{peso do corpo suspenso} = mg$).

m (g)	F (N)	X (cm)

Usando os dados desta tabela:

- Construa o gráfico $F \times X$. Qual a forma do gráfico obtido? Era esta a forma que você esperava?
- Calcule, com base no gráfico, a constante elástica da mola, em N/m.
- Determine, usando o gráfico, o valor da energia potencial elástica da mola quando ela apresentava sua maior deformação.

+ Três séries de Problemas e testes, Questões de exames vestibulares e do Enem e Problemas suplementares;

+ Problemas suplementares.

+ Abordagem didático-pedagógica

Conservação da energia

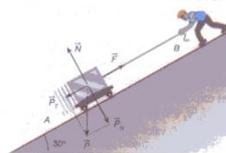
Uma atividade interessante

Conforme dissemos neste capítulo, o termo *energia* é, provavelmente, entre os conceitos da Física, o mais presente em nossa vida diária. As autoridades, o povo de um modo geral, as estações de TV, os jornais etc. estão constantemente envolvidos com problemas relacionados com a *energia*. Para você tomar conhecimento e começar a participar desses problemas, que indiscutivelmente também lhe dizem respeito, sugerimos

realizar, individualmente ou com a ajuda de colegas, a seguinte atividade: Colecione recortes de jornais e revistas sobre o assunto (produção de energia, poluição etc.). Faça uma exposição mural na sala de aula ou no saguão da escola, com a orientação do professor, organizando as idéias apresentadas no mural.

Problemas e testes

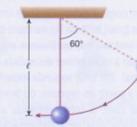
- Uma caixa-d'água, cuja capacidade é de 2 000 L, está a 6,0 m de altura acima de um reservatório. Uma bomba, funcionando durante 20 minutos, eleva verticalmente a água, enchendo completamente a caixa.
 - Qual é, em newtons, o peso total da água elevada pela bomba? (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e lembre-se de que a massa de 1 L de água é de 1 kg.)
 - Qual foi o trabalho total realizado pela bomba para elevar a água até a caixa?
 - Qual foi a potência desenvolvida pelo motor da bomba para realizar esse trabalho?
- Um menino, exercendo uma força $F = 30 \text{ N}$, está puxando um carrinho cujo peso é $P = 50 \text{ N}$, ao longo da rampa mostrada na figura deste problema. Desprezando o atrito entre o carro e a rampa e considerando o deslocamento $AB = 4,0 \text{ m}$ assinalado, entre as afirmativas seguintes, aquela que está errada.
 - O trabalho realizado pela reação normal \vec{N} é nulo.
 - O ângulo formado pela força \vec{F} com o deslocamento do carrinho é de 30° .
 - O trabalho realizado pela componente \vec{F}_x é de -100 J .
 - O ângulo formado pela componente \vec{F}_y com o deslocamento do carrinho é de 90° .
 - O trabalho total realizado sobre o carrinho é de 20 J .



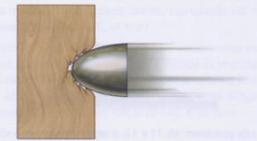
- Uma unidade muito usada na prática para medir a potência de máquinas e motores é o cavalo-vapor (cv). Sabe-se que $1 \text{ cv} = 735 \text{ W}$.
 - Seu colega, usando uma linguagem cotidiana, informa-lhe que o motor de um carro "tem 40 cavalos" (40 cv). Qual é a potência desse motor em watts?
 - A potência do motor de um aspirador de pó é cerca de 370 W. Expresse essa potência em cv.

Conservação da energia

- Uma pedra, de massa m , está oscilando como um pêndulo, partindo do repouso de uma posição na qual o fio forma um ângulo de 60° com a vertical (veja a figura deste problema). Calcule a tensão no fio quando a pedra passa pela posição mais baixa de sua trajetória (expresse a resposta em função do peso mg da pedra).



- Uma bala de revólver, cuja massa é de 20 g, tem uma velocidade de 100 m/s ao atingir um bloco fixo de madeira, no qual penetra 5,0 cm, até parar. Determine o valor da força de resistência média que o bloco oferece à penetração da bala.



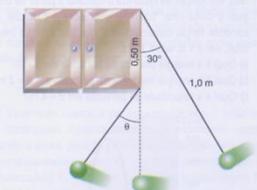
Problemas suplementares

- Uma partícula desloca-se em linha reta sob ação de uma força, \vec{F} , que atua paralelamente à sua velocidade. O módulo da força varia com a distância, d , de acordo com o gráfico mostrado na figura deste problema.
 - Qual o trabalho correspondente à área de cada retângulo da figura?
 - Qual é o valor aproximado do trabalho realizado pela força desde $d = 0$ até $d = 9 \text{ m}$?
 - Qual é a variação da energia cinética da partícula no deslocamento considerado?



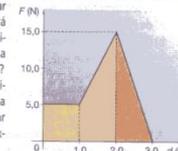
- Uma bola de futebol é lançada com uma energia cinética inicial E_0 e com um ângulo de lançamento de 45° . Despreze a resistência do ar e calcule, em função de E_0 , a energia cinética da bola ao passar pelo ponto mais alto de sua trajetória.
- Uma escada rolante transporta passageiros entre dois pisos separados por uma distância vertical de 10 m. Ela é projetada para transportar até 200 passageiros por minuto. Supondo que a massa média dos passageiros seja de 60 kg, calcule a potência que deve ter o motor que movimentava essa escada, supondo que metade do trabalho que ele realiza seja dissipado em calor (considere $g = 10 \text{ m/s}^2$).
- Suponha um corpo, deslocando-se em movimento retilíneo sob a ação de uma força \vec{F} , paralela e no mesmo sentido de sua velocidade. Mostre que a potência da força \vec{F} , em um instante qualquer no qual a velocidade do corpo seja \vec{v} , é dada por $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$. (Sugestão: para calcular P considere um intervalo de tempo Δt infinitesimal, no qual F e v possam ser consideradas constantes.)

- Um carro, em uma estrada horizontal, desenvolve uma velocidade constante de 20 m/s. A resultante das forças de resistência ao seu movimento vale 800 N. Qual é a potência necessária para manter o carro em movimento?
- Um pêndulo de 1,0 m de comprimento é amarrado no alto de um armário, formando um ângulo de 30° com a vertical, como mostra a figura deste problema. Abandonando o pêndulo, qual será o ângulo θ que a corda irá formar com a vertical, quando a massa suspensa atingir o ponto mais alto, sob o armário? Despreze os efeitos do atrito.



- Uma bola de borracha de massa igual a 1,0 kg é abandonada de uma altura igual a 0,50 m. Em cada colisão com o solo ela perde 60% de sua energia. Qual a altura que a bola atinge após sua segunda colisão com o solo? (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze o atrito com o ar.)
- Um projétil de 30 g de massa, com velocidade de 400 m/s, incide perpendicularmente em uma placa de madeira de 15 cm de espessura. A placa exerce uma força de resistência ao movimento do projétil, cujo valor médio é de $4,0 \times 10^3 \text{ N}$. Qual a velocidade do projétil no momento em que ele abandona a placa?

- Um caminhão carregado e um peão se movem ambos com a mesma energia cinética. Entre as afirmativas seguintes, assinale as corretas.
 - A velocidade do automóvel é maior do que a do caminhão.
 - O trabalho que deve ser realizado para fazer parar o automóvel é menor do que o trabalho que deve ser realizado para fazer parar o caminhão.
 - Se ambos são freados (até parar) por meio de forças de mesmo valor, a distância percorrida pelo automóvel será maior do que a percorrida pelo caminhão.
 - Se ambos colidirem contra um muro e pararem, o trabalho realizado pelo automóvel será igual ao realizado pelo caminhão.
- Uma força resultante \vec{F} atua sobre uma partícula, em movimento retilíneo, na direção e no sentido de sua velocidade. O módulo de \vec{F} varia com a posição d da partícula de acordo com o gráfico na figura deste problema.
 - Qual o trabalho realizado por \vec{F} quando a partícula se desloca de $d = 0$ até $d = 3,0 \text{ m}$?
 - Sabendo-se que a partícula possuía uma energia cinética de 7,5 J ao passar por $d = 0$, qual será sua energia cinética ao atingir a posição $d = 3,0 \text{ m}$?
 - É possível determinar a velocidade da partícula ao passar por $d = 3,0 \text{ m}$? Explique.



ORIENTAÇÃO PEDAGÓGICA

Beatriz Alvarenga

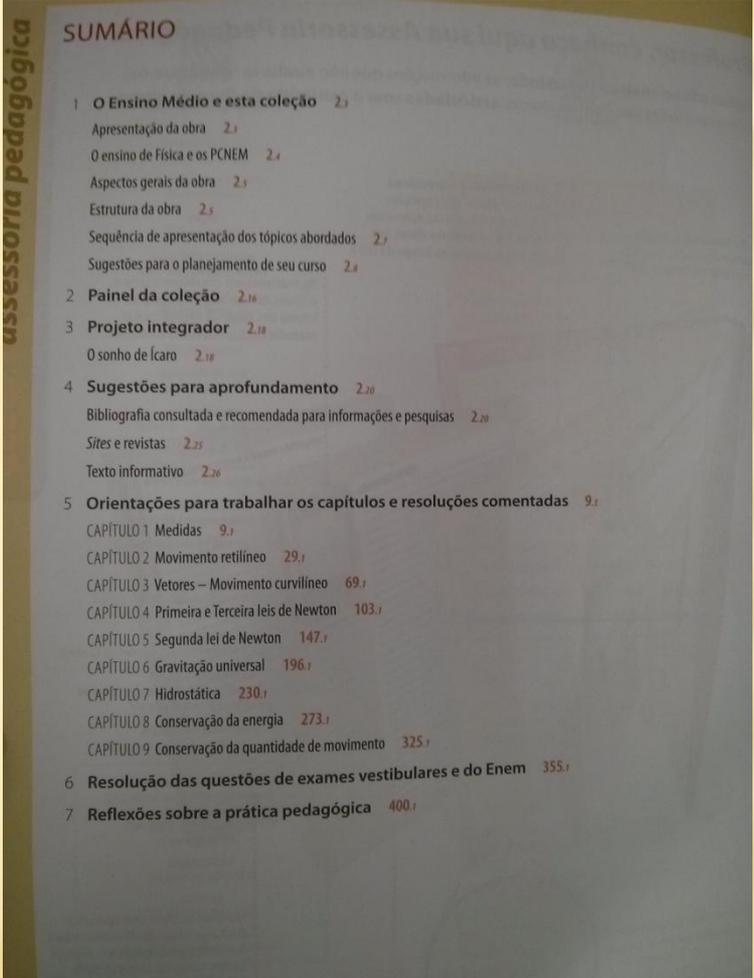
- ✘ Localizada antes dos capítulos a serem discutidos;
- ✘ Foco na orientação de condução da aula e resolução de exercícios;
- ✘ Possui cronograma aula a aula.
- ✘ Sugere projeto interdisciplinar.

Pietrocola

- ✘ Localizada no final do livro;
- ✘ Foco na orientação do material em acordo com os eixos cognitivos do projeto (social e histórico);
- ✘ Sugestão de organização do tempo.
- ✘ Sugere projeto interdisciplinar (mais detalhado).

BEATRIZ ALVARENGA

- ✘ Abordagem tradicional;
- ✘ Realiza uma introdução com os aspectos gerais da obra (estrutura e projeto do livro);
- ✘ Orientação voltada para resolução de exercícios;
- ✘ Experiência comentada;
- ✘ Bibliografia com indicação de sites e revistas separadas por temas e cursos de extensão.

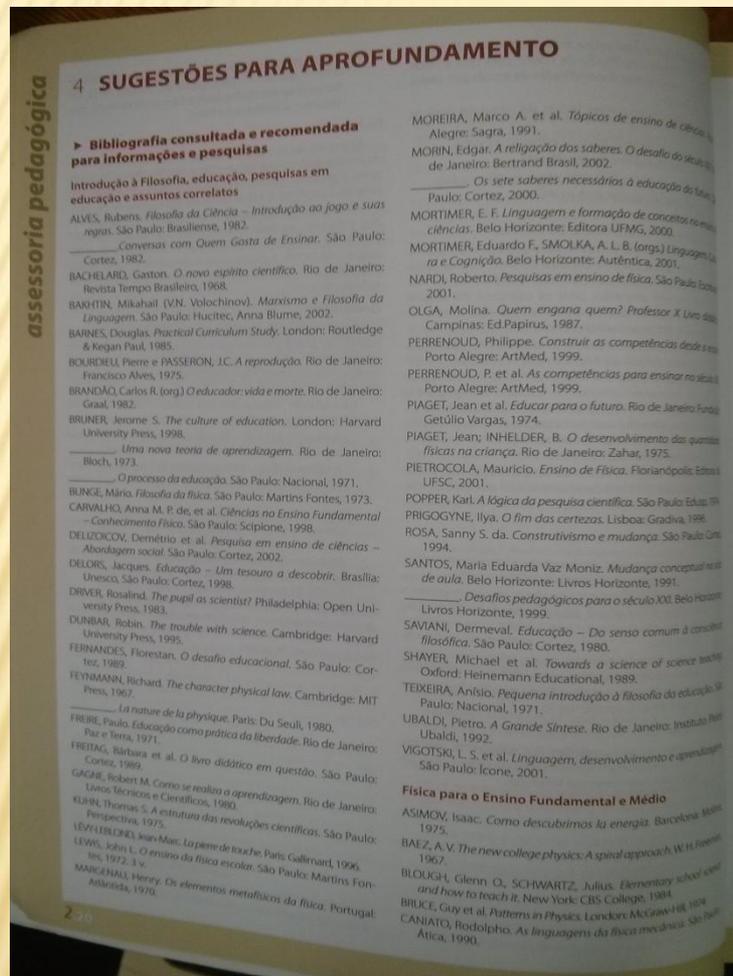


Assessoria pedagógica

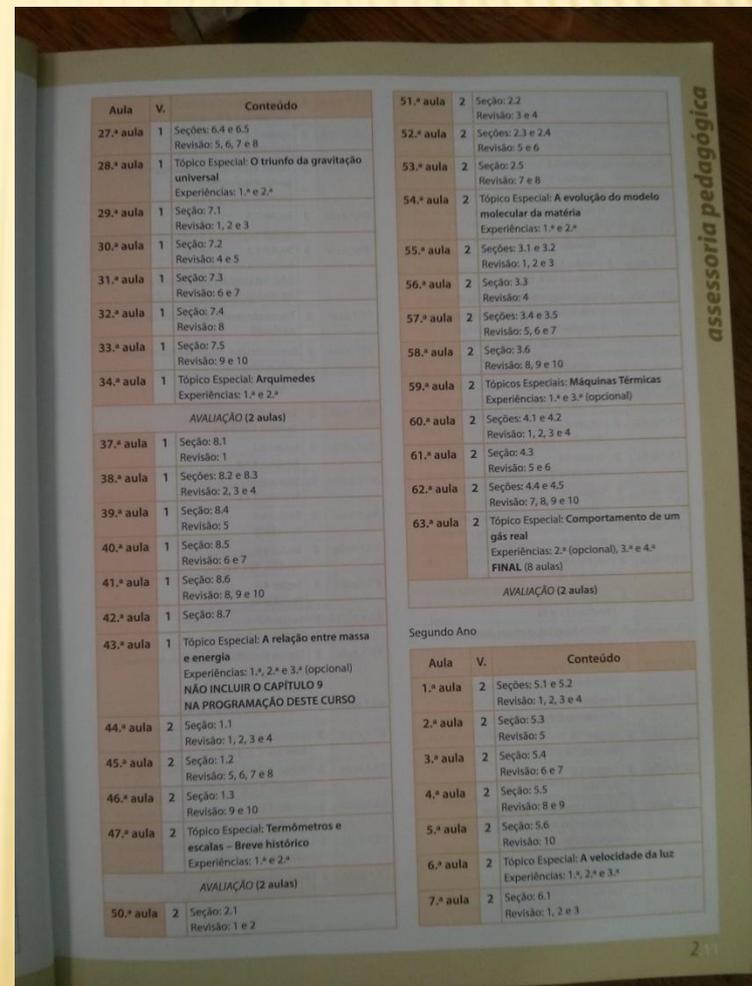
SUMÁRIO

1 O Ensino Médio e esta coleção	2.1
Apresentação da obra	2.1
O ensino de Física e os PCNEM	2.4
Aspectos gerais da obra	2.5
Estrutura da obra	2.5
Sequência de apresentação dos tópicos abordados	2.7
Sugestões para o planejamento de seu curso	2.8
2 Painel da coleção	2.16
3 Projeto integrador	2.18
O sonho de Icaro	2.18
4 Sugestões para aprofundamento	2.20
Bibliografia consultada e recomendada para informações e pesquisas	2.20
Sites e revistas	2.25
Texto informativo	2.26
5 Orientações para trabalhar os capítulos e resoluções comentadas	9.1
CAPÍTULO 1 Medidas	9.1
CAPÍTULO 2 Movimento retilíneo	29.1
CAPÍTULO 3 Vetores – Movimento curvilíneo	69.1
CAPÍTULO 4 Primeira e Terceira leis de Newton	103.1
CAPÍTULO 5 Segunda lei de Newton	147.1
CAPÍTULO 6 Gravitação universal	196.1
CAPÍTULO 7 Hidrostática	230.1
CAPÍTULO 8 Conservação da energia	273.1
CAPÍTULO 9 Conservação da quantidade de movimento	325.1
6 Resolução das questões de exames vestibulares e do Enem	355.1
7 Reflexões sobre a prática pedagógica	400.1

BEATRIZ ALVARENGA

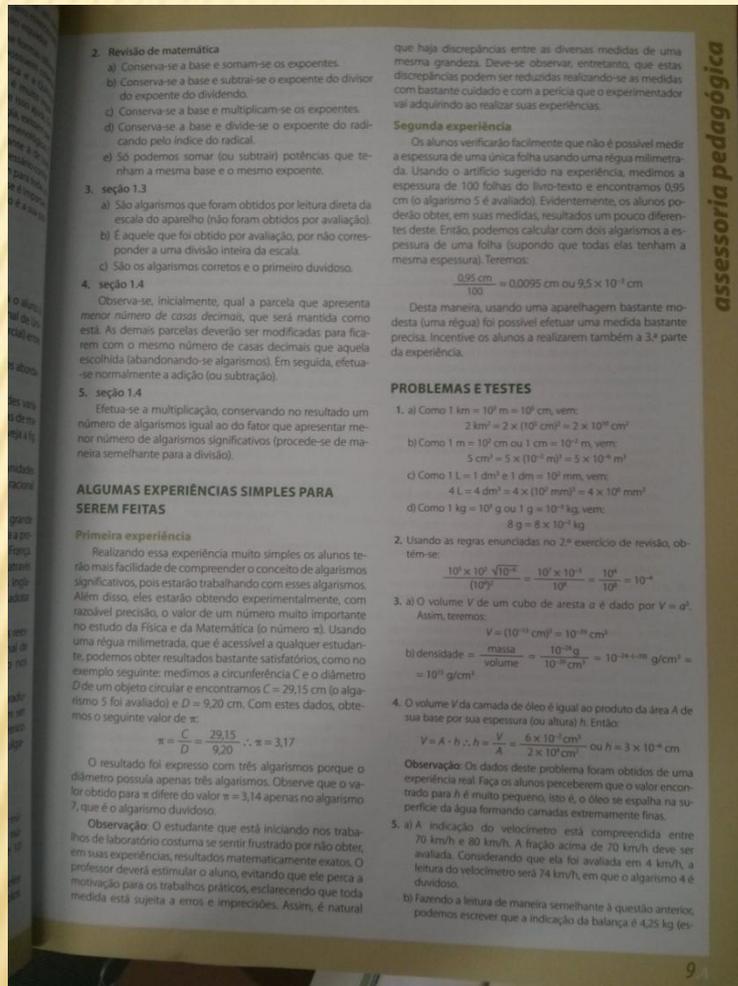


Bibliografia e sugestão de aprofundamento.

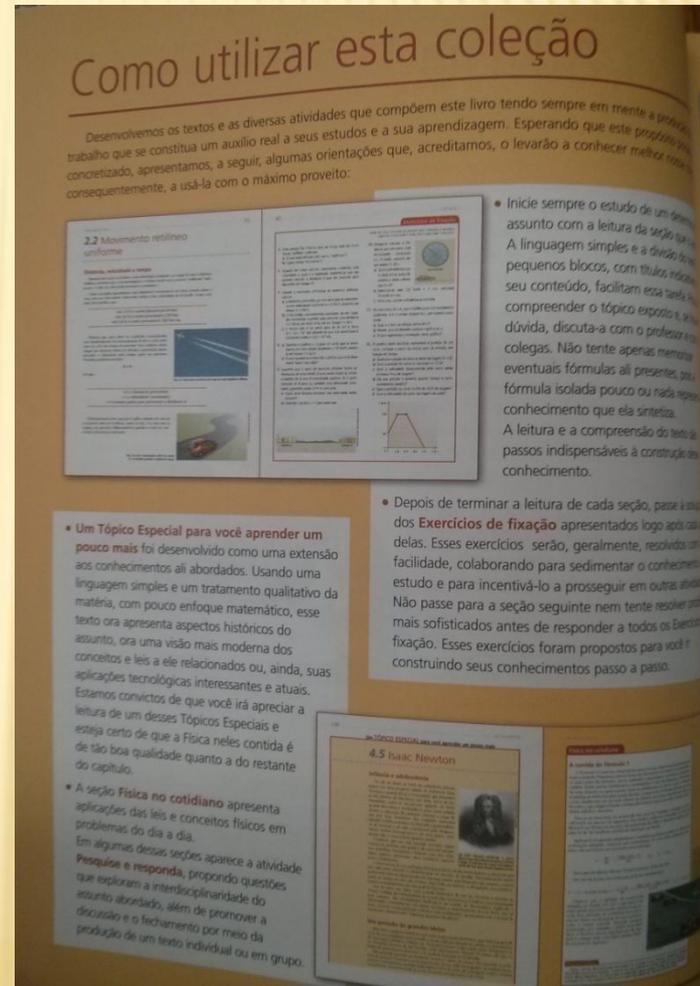


Proposta de distribuição de aulas.

BEATRIZ ALVARENGA



assessoria pedagógica

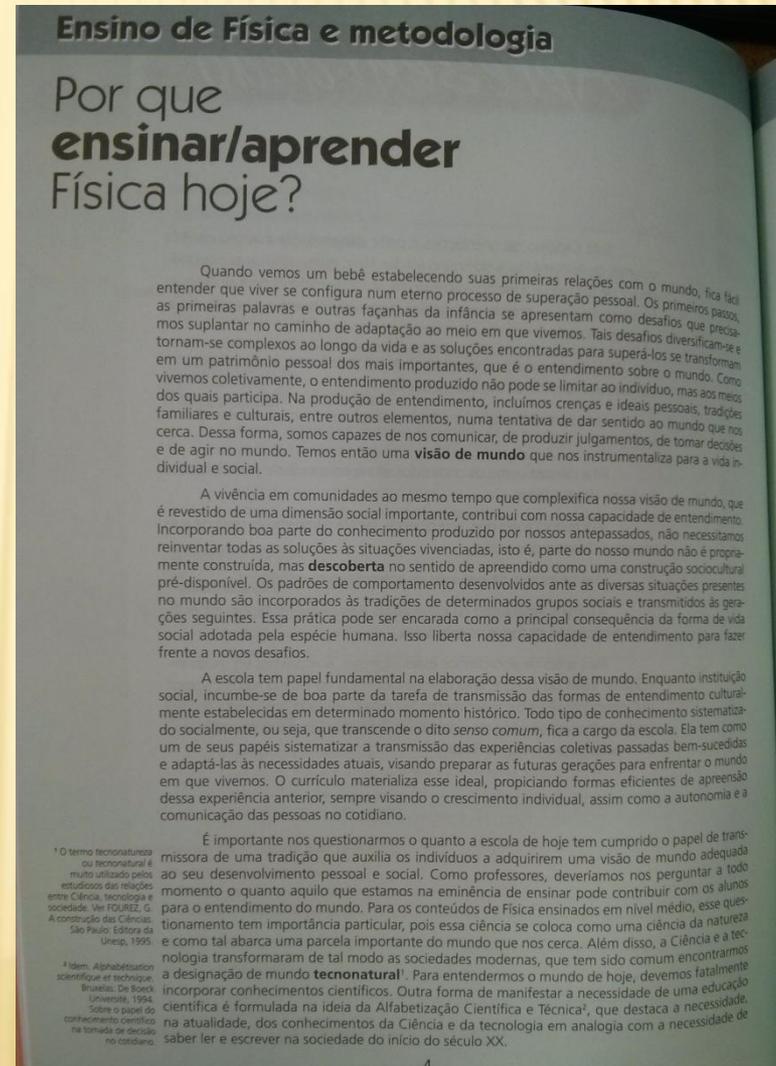


Resolução de exercício

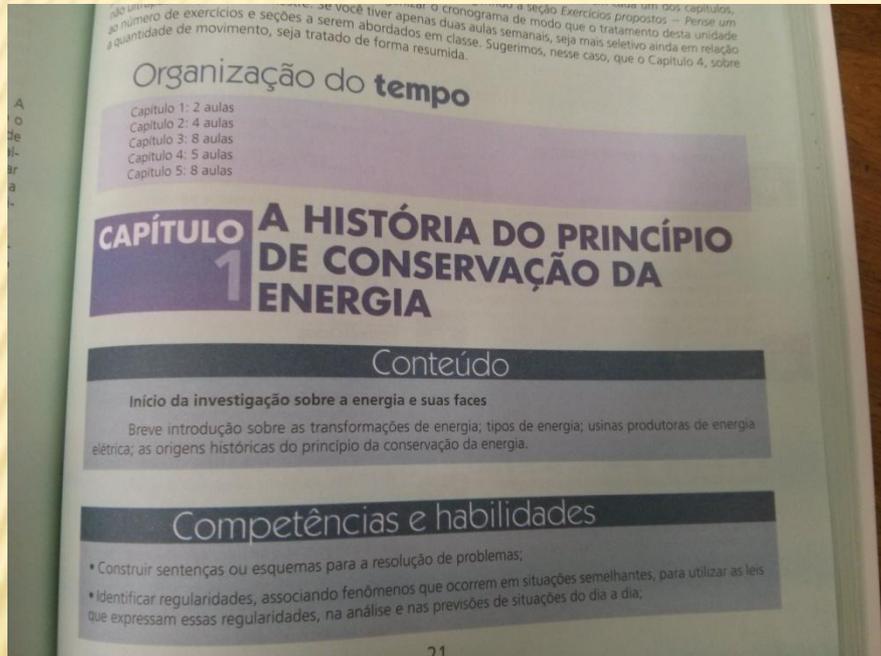
Orientação da coleção

PIETROCOLA

- ✘ Inicia a orientação com uma vasta discussão sobre conhecimento e ensino de física;
- ✘ Possui foco no cotidiano e sociedade (construção, aplicação do conhecimento físico e);
- ✘ Orienta o professor de forma mais livre;
- ✘ Informa o eixo cognitivo das atividades;
- ✘ Mostra o detalhe da construção do conhecimento;
- ✘ Possui orientação para exercícios e experiências;
- ✘ Detalhamento das atividades propostas;
- ✘ Orientação complementar aos textos sugeridos;

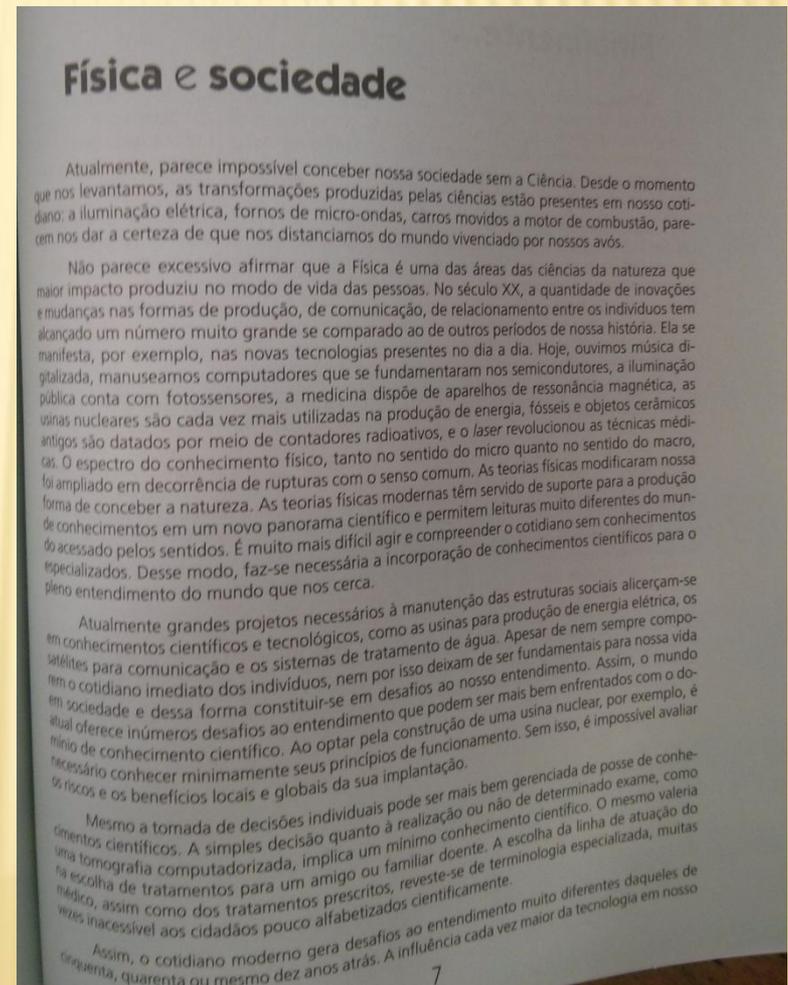


PIETROCOLA



Sugestão da programação de tempo para apresentação do tópico;

Abordagem histórica, aplicação e sociedade.



PIETROCOLA

MATRIZ DE REFERÊNCIA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	
COMPETÊNCIA DE ÁREA 1 Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.	H1 Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos. H2 Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico. H3 Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas. H4 Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
COMPETÊNCIA DE ÁREA 2 Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.	H5 Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano. H6 Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum. H7 Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.
COMPETÊNCIA DE ÁREA 3 Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicas.	H8 Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos. H9 Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo de energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos. H10 Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e (ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais. [...] H12 Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios. [...]
COMPETÊNCIA DE ÁREA 5 Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.	H17 Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. H18 Relacionar propriedades físicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam. H19 Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuem para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
COMPETÊNCIA DE ÁREA 6 Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.	H20 Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes. H21 Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo. H22 Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais. H23 Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Referências matrizes cognitivas.

Volume 2 – Energia, Calor, Imagem e Som

Você também vai encontrar orientações específicas que permeiam o texto, com sugestões de encaminhamento de discussões e aprofundamentos teóricos. Além disso, são apresentadas orientações para as atividades e a resolução de todos os exercícios.

Orientações específicas de cada unidade e capítulo

Vejamos agora orientações mais objetivas para o desenvolvimento da proposta de ensino apresentada na coleção. Para cada unidade, fazemos uma introdução sobre o respectivo conteúdo e apresentamos sugestões de abordagens para o trabalho em classe. Propomos também uma divisão de número de aulas para cada capítulo, pensando em um curso com 80 aulas por ano (duas aulas por semana).

Unidade 1 Energia

Introdução

Nesta unidade, vamos introduzir o conceito de energia e o princípio de conservação associado a ela. A proposta parte da discussão histórica iniciada no século XVII sobre a conservação do movimento, analisando o trabalho e os textos de autores como Descartes e Leibnitz, e culmina com a concepção moderna do conceito de energia na formulação proposta por Helmholtz. O objetivo é mostrar a busca por invariantes da natureza, inicialmente associada à ideia de que o movimento deveria permanecer constante no Universo, para em seguida tratar das grandezas mv e mv^2 . Ao se apresentar a história do conceito de conservação de energia, é desmistificada a ideia ingênua de que a física lida com leis e princípios autoevidentes, descobertos por métodos indutivos e empiricamente seguros, imunes ao fluxo de ideias localizadas no espaço e no tempo.

Abordamos ainda as manifestações da energia em sistemas mecânicos, utilizando o princípio de conservação de energia como fio condutor. A conservação da quantidade de movimento é apresentada como um segundo princípio de conservação em Física, em que se resolve o impasse entre Descartes e Leibnitz, apresentado no início da unidade, sobre a conservação do movimento. O tratamento da energia não se limita aos sistemas puramente mecânicos, incluindo as forças dissipativas, e também a energia em sistemas biológicos, o ciclo de energia na Terra e fontes de produção de energia.

Sugestão de abordagem

Assim como fizemos no primeiro volume, optamos por iniciar o segundo ano por meio de um capítulo histórico. Acreditamos que a abordagem histórica seja uma maneira interessante de dar significado e contextualizar conceitos e ideias para os alunos. Neste volume, o episódio envolvendo a conservação da energia, além de discutir tecnicamente o conceito, permite mostrar a dinâmica da Ciência e o modo como conceitos, leis e princípios são construídos.

O Capítulo 1 envolve um uso grande de textos; por isso, é importante estabelecer estratégias metodológicas capazes de lidar com as dificuldades de leitura de textos científicos, que no segundo ano do Ensino Médio já devem ser adaptados a eles. Caso você não tenha trabalhado com a classe no ano anterior, sugerimos que os alunos já estejam a par de Física de então para saber a receptividade dos alunos ao trabalho com textos. Sugerimos que sejam avaliadas as seguintes possibilidades de uso de: i) leitura compartilhada, em que trechos do texto são divididos entre os diversos alunos e serão lidos em voz alta para toda a classe; ii) leitura em pequenos grupos de trechos dos textos com posterior apresentação para a classe; iii) leitura de trechos escolhidos do texto pelo professor, com sugestão de leitura para casa. Vale

20

Abordagem do tema.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Física em contextos:



Curso de física:





utilizadas pelas...

Com o passar dos séculos, e depois de muito desenvolvimento científico e tecnológico, surgiu o primeiro automóvel. O veículo criado pelo engenheiro francês Nicolas Cugnot, em 1769, era feito de madeira, tinha três rodas e podia ser descrito como uma carruagem com motor a vapor. Depois de alguns aprimoramentos da versão original, na metade do século XVIII, Cugnot conseguiu elaborar um modelo com capacidade para quatro toneladas que atingia velocidade de 4 km/h. Porém, não era uma construção conveniente para estradas e por isso foi utilizado apenas para conduzir carga.



O veículo a vapor de Cugnot era composto de três rodas, duas traseiras e uma dianteira que suportava o peso da caldeira e o mecanismo de condução. Quando em funcionamento, o veículo pesava cerca de 4 toneladas.

RODADE 1 ENERGIA

Esta unidade é denominada 1 joule em homenagem ao físico inglês do século XIX, James P. Joule, que desenvolveu vários trabalhos no campo de estudo da energia. Assim:

$$1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ joule} = 1 \text{ J} \text{ (Fig. 8-2)}$$

James Prescott Joule (1818-1889)

Discipulo do químico John Dalton na Universidade de Manchester, o físico inglês James Prescott Joule realizou uma série de famosas experiências, com as quais mostrou ser o calor uma forma de energia. Esses trabalhos serviram de base para o estabelecimento do princípio de conservação da energia.



Comentários

- 1) Na definição de trabalho estão envolvidas duas grandezas vetoriais (força e deslocamento). Entretanto, na equação $T = F \cdot d \cdot \cos \theta$ estamos nos referindo apenas a uma delas. Isso é, o trabalho é uma grandeza escalar.

100 g
P = 1 N
Fig. 8-2: A p...
em 1 m, exa...
zou um trab...

ASSESSORIA AO PROFESSOR

Física em contextos:



Curso de física:



As caixas-pretas no ensino de Ciências

O livro e filosofia de Cícero Melo Bunge tem uma abordagem sobre a natureza da física científica e sua forma de representar a realidade. Podemos construir muitos tipos de modelos físicos, mas eles se encontram sempre entre dois extremos. Um desses extremos é o modelo de caixa preta, que relaciona eventos sem se preocupar em saber a natureza de ligação entre eles.

Ele é tratado apenas de entrada e saída, considerando a consideração e comportamento do sistema como uma unidade simples e em função do ambiente de ligação entre um conjunto de múltiplos inputs e um conjunto de respostas outputs, sem penetrar na natureza intermediária representada pela caixa preta. Já nos modelos de engenharia elétrica, em que se trabalha com circuitos e transistores, os vários sistemas como os transistores são considerados como as mesmas unidades em si mesmas. No ensino de física, Bunge demonstra que podemos usar de alguma forma em física e na didática da física, considerando a "caixa preta" dos sistemas. São exemplos de tais modelos "caixa preta" os modelos da mecânica, que não levam em consideração a natureza física dos corpos envolvidos, mas apenas a sua geometria, que não leva em consideração a natureza física dos corpos envolvidos, mas apenas a sua geometria.

A modelagem de caixa preta é considerada por Bunge (2014) "demasiado simples". A modelagem de caixa preta é considerada por Bunge (2014) "demasiado simples". A modelagem de caixa preta é considerada por Bunge (2014) "demasiado simples".

ter em mente a respeito dos textos que incumbe seu de ler.

AIQ-X DO HAITI



7 mil km²
(menor que Alagoas)

população
10 milhões

Analfabetismo **47,1%**

Pobreza **80%**

PIB per capita **US\$ 1.300**

- Política => república presidencialista
- Línguas => francês e francês crioulo
- Economia => Maior fonte de divisas externas (US\$ 1,4 bi) são remessas de imigrantes
- => 60% dos haitianos dependem da agricultura para sua subsistência
- => Textéis são principal produto de exportação



meio da complementação do material com textos das noticiosas e jornais, será mais fácil mostrar para o aluno a relevância da disciplina para entender o que se passa no mundo. Num pequeno trecho como o escolhido para o estudo de caso, não só a Matemática como também a Geografia e a História são importantes para entender o que acontece no

da missão de paz da ONU e a fundadora da Criança, Zilda Arns, que fazia uma visita ao país. O presidente haitiano, René Préval, afirmou após o terremoto atingiu 7 graus na escala Richter) que o cenário é "inimaginável". (Folha de S.Paulo, 14 jan. 2010).

mundo atual. O que dizer da História, para entender os acontecimentos do texto de opinião que acompanha a reportagem do mesmo jornal (do qual reproduzimos um pequeno trecho para seguir), e para avaliá-los criticamente, isto é, cotê-la com o que o aluno, leitor, sabe sobre a Guerra Fria ou sobre o Haiti?

RELAÇÃO COM O COTIDIANO E CTSA

Física em contextos:



Curso de física:





A constante elástica da mola do sistema de amortecimento de um carro médio é da ordem de 10^4 N/m.

Editora de arte

Caso não existissem os amortecedores (e as forças de atrito das molas fossem inexistentes), o carro ficaria oscilando indefinidamente, o que transformaria a energia cinética em potencial sem dissipar a energia mecânica. Você já pensou se depois de passar por uma lombada o carro ou ônibus ficassem balançando sem parar? O gráfico ao lado representa uma oscilação não amortecida, em que x representa, por exemplo, a posição de um ponto da carroceria do carro em relação a um nível de referência.

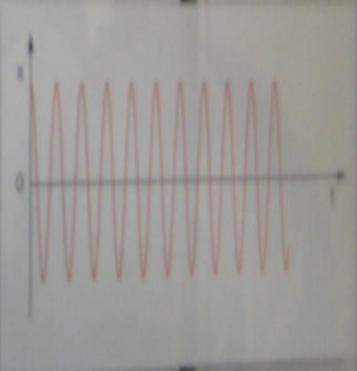
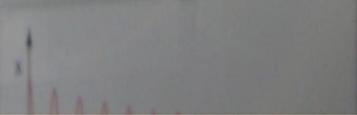


Gráfico de uma oscilação não amortecida.

Mas, pela ação dos amortecedores (e dos atritos internos e externos), a energia do sistema vai se dissipando



Uma aplicação do princípio de Pascal

Uma importante aplicação desse princípio é encontrada em máquinas hidráulicas capazes de multiplicar forças. Para analisar como isso acontece, consideremos a máquina representada na fig. 7-32.

Essa máquina consiste em dois recipientes cilíndricos comunicantes, contendo um líquido (óleo, por exemplo), sendo a área da seção reta de um dos recipientes maior do que a do outro.

Se exercermos uma força f no pistão do cilindro menor (fig. 7-32), esta provocando um aumento na pressão do líquido sob o pistão.

Se a o valor da área desse pistão, esse aumento na pressão será $\Delta p_1 = f/a$. Como consequência, esse aumento de pressão se transmitirá por pontos do líquido, ocasionando o aparecimento de uma força F sob a maior área. Sendo A a área desse pistão, o aumento de pressão sobre ele $= F/A$. Como $\Delta p_2 = \Delta p_1$, temos:

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \quad \therefore \quad F = \left(\frac{A}{a}\right)f$$



Fig. 7-32: Com este dispositivo, é possível obter uma grande força por meio de uma força muito menor.

Portanto, se a área A for maior do que a , a força F será maior que f . Por exemplo, se $a = 100 \text{ cm}^2$ e $f = 10 \text{ kgf}$, $F = 1000 \text{ kgf}$, isto é, uma força de 10 kgf conseguirá comprimir um corpo de 1 tonelada. Logo, a máquina hidráulica funciona como um multiplicador de forças.

Se for construída de modo que possa prensar ou esmagar objetos, como mostra a fig. 7-33, é denominada prensa hidráulica.



Fig. 7-33: O funcionamento da prensa hidráulica se baseia no princípio de Pascal.

EXPERIMENTOS

Física em contextos:



Curso de física:



está subindo? Justifique.

Lata adestrada

Material

- lata pequena Podem ser uma lata ou embalagem plástica de achocolatado em pó de 200 g ou uma lata de molho de tomate com tampa tipo "abre fácil".
- elásticos
- parafuso grande com porca
- pregos
- martelo

Roteiro e questões

Podemos "controlar" a transformação da energia?

- Usando o martelo e um prego, fure as extremidades da lata bem no centro.
- Amarre o parafuso, com a porca enroscada até a cabeça, no centro do elástico.
- Em seguida fixe o elástico, de uma extremidade à outra da lata, usando os pregos para prendê-lo.



3

atualmente os resultados encontrados e explicar a que se deve
com a energia que se libera quando se quebra um e-íon.

Segunda experiência

Esta experiência lhe permitirá determinar a potência máxima
que você é capaz de desenvolver ao subir uma escada.



Quarta experiência

Nesta experiência vamos
descer em uma roda (ou em
outra). Para isso, procurem
um lugar seguro para
fazer isso.

1) Suponha que você
estiver em uma roda (ou
em outra). Para isso, procurem
um lugar seguro para
fazer isso.

Para chegar a este resultado, vá fazendo uma escala, entre duas
ou três andares de uma casa, por exemplo, e meça o tempo que
você gasta para um movimento de um estágio que começa de
qualquer forma.

ESTÍMULO À ATIVIDADES COLETIVAS

Física em contextos:



Curso de física:



Experimento

Investigue
você
mesmo

Professor, retomaremos parte da atividade no Capítulo 8. Portanto, oriente os alunos a armazenar o material usado no experimento e os resultados obtidos.

A energia dos alimentos I

Material

- termômetro de laboratório
- tubo de ensaio
- garra de madeira ou suporte para tubo de ensaio
- água
- clipe para papel ou pinça de metal
- pregador de roupas ou pinça de madeira
- balança técnica
- caixa de fósforos para forno (fósforos longos)
- 4 amostras de alimentos secos, com diferentes composições nutricionais: frutas oleaginosas (nozes, castanha, amendoim), pães, cereais matinais com ou sem açúcar, salgadinhos, entre outros.
- material opcional: lata de alumínio de achocolatado ou leite em pó

Roteiro e questões

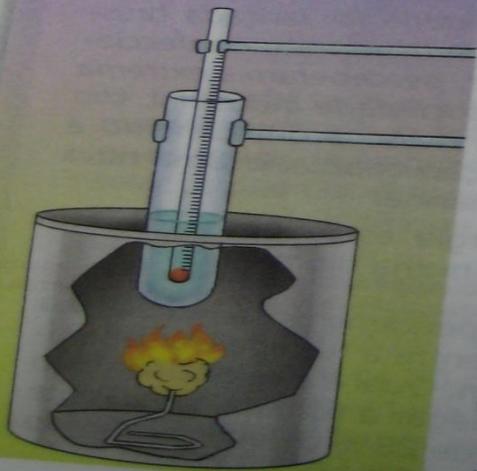
Nesta atividade, você poderá determinar o valor energético de alguns alimentos por meio de um simples procedimento experimental.

Qual o valor energético dos alimentos?

- Primeiramente, separe pedaços dos alimentos de forma que todos tenham a mesma massa (cerca de 1 g).
- Em seguida coloque 50 mL de água, à temperatura ambiente, no tubo de ensaio e fixe-o no suporte ou segure-o com a garra de madeira e meça a temperatura da água. É importante que o tubo de ensaio fique suspenso.
- Em seguida, espete uma das amostras de alimento no clipe e segure este com o pregador de roupas e provoque a combustão (queime o alimento, com o fósforo).
- Assim que iniciar a combustão, posicione rapidamente o tubo de ensaio abaixo do tubo de ensaio. O calor liberado deve aquecer a água. Você pode proteger seu experimento colocando o tubo de ensaio dentro de uma lata de alumínio e posicionando o tubo de ensaio em seu interior.
- Após a combustão completa da amostra, meça novamente a temperatura da água.

Repita esses procedimentos para todas as amostras e registre a temperatura inicial e a temperatura final da água.

Mario Pita



Usando os dados desta tabela:

- Construa o gráfico $F \times X$. Qual a forma do gráfico obtido? Era esta a forma que você esperava?
- Calcule, com base no gráfico, a constante elástica da mola, em N/m.
- Determine, usando o gráfico, o valor da energia potencial elástica da mola quando ela apresentava sua maior deformação.

Uma atividade interessante

Conforme dissemos neste capítulo, o termo *energia* é, provavelmente, entre os conceitos da Física, o mais presente em nossa

vida diária. As autoridades, o povo de um modo geral, as estações de TV, os jornais etc. estão constantemente envolvidos com problemas relacionados com a *energia*. Para você tomar conhecimento e começar a participar desses problemas, que indiscutivelmente também lhe dizem respeito, sugerimos realizar, individualmente ou com um grupo de colegas, a atividade seguinte:

Colecione recortes de jornais e revistas ou pequenos artigos sobre o assunto (produção de energia, reservas, consumo, poluição etc.). Faça uma exposição do seu material em um mural na sala de aula ou no saguão de sua escola. Com auxílio e orientação do professor, organize discussões em torno das ideias apresentadas no mural.

Problemas e testes

*Todos os problemas e testes devem ser respondidos em seu caderno.
Não escreva em seu livro.*

1. Uma caixa-d'água, cuja capacidade é de 2 000 L, está a 6,0 m de altura acima de um reservatório. Uma bomba, funcionando durante 20 minutos, eleva verticalmente a água, enchendo completamente a caixa.

3. Uma unidade muito usada na prática para medir a potência de máquinas e motores é o cavalo-vapor (cv). Sabe-se que $1 \text{ cv} = 735 \text{ W}$.
- Seu colega, usando uma linguagem cotidiana, informelhe que o motor de um carro "tem 40 cavalos" (40 cv).

EXERCÍCIOS

Física em contextos:



Curso de física:



$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ motor } \underline{\quad} 7,5 \cdot 10^{15} \text{ W} \\ n \text{ motores } \underline{\quad} 8,5 \cdot 10^{16} \text{ W} \end{array} \right\} n = 1,13$$

Ou seja, seria possível colocar 1,13 trilhão de motores em funcionamento.

- 1) De onde vem a energia responsável por todas as transformações energéticas ocorridas na Terra? *A energia vem do Sol.*
- 2) O Sol envia para a Terra, na forma luminosa, $1,7 \cdot 10^{17}$ W de potência. toda essa potência pudesse ser integralmente aproveitada para gerar energia elétrica, quantas casas seriam abastecidas simultaneamente? Suponha que cada casa consuma cerca de 240 kWh de energia por mês. *$510 \cdot 10^{12}$ casas*
- 3) (IBMEC) "O Google anunciou nesta terça-feira (19/08) que vai investir cerca de 10 milhões de dólares em tecnologia geotérmica avançada. A entidade brasileira lantrópica da empresa, a Google.org, afirmou que o investimento será destinado aos chamados Sistemas Geotérmicos Melhorados."

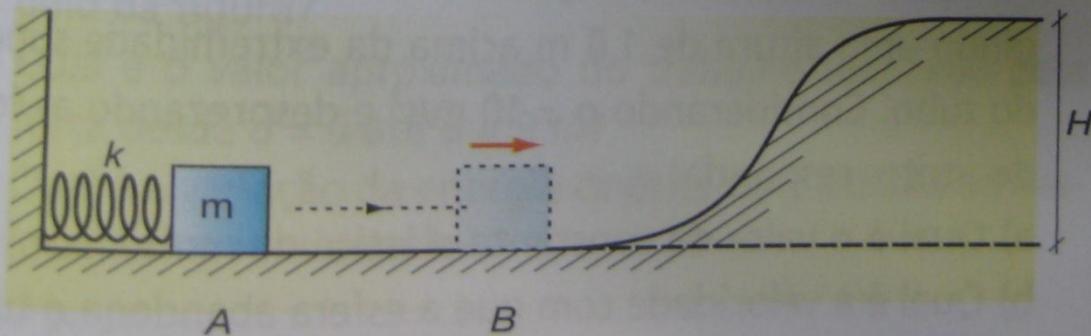
(<http://info.abril.com.br/aberto/infonews/082008/19082008>)

Entre as vantagens do uso de energia geotérmica, pode-se incluir:

- a) O baixo custo da produção, por ser uma fonte energética que não exige grandes investimentos na infraestrutura de captação.
- b) A facilidade de transmissão da energia para regiões distantes.

13. Um bloco, de massa $m = 160$ g, está encostado em uma mola, comprimida de $X = 8,0$ cm, como mostra a figura deste problema. Partindo do repouso em A , o bloco é empurrado pela mola, abandonando-a em B e dirigindo-se para a rampa, cuja altura máxima é $H = 50$ cm.

- Sabendo-se que a constante da mola é $k = 200$ N/m, determine a energia potencial elástica do bloco em A .
- Supondo que o atrito seja desprezível e usando a conservação da energia, mostre que o bloco não conseguirá subir até o alto da rampa.
- Determine a altura h que o bloco consegue atingir ao subir a rampa. (Considere $g = 10$ m/s².)



18. Um bloco está p
inicial e de con
problema).
a) Quando o b

que ele realizari
b) Qual foi o comp
para realizar es

5,0

IMPRESSÕES

Beatriz Alvarenga

- ✘ Ensino tradicional;
- ✘ Ampara melhor professor que possuem falhas ou desconhecimento de algum tema;

Pietrocola

- ✘ Pressupõe que o professor tem um domínio maior na questão do ensino;
- ✘ Predispõe um ensino mais autônomo;

Ambos possuem orientação pedagógica coerente dentro da proposta de cada coleção.

OBRIGADO!