

A tecnologia logrou desenvolver sistemas automatizados de produção. No entanto, essas máquinas “inteligentes” também substituem em larga escala a mão-de-obra humana, eliminando postos de trabalho e acarretando desemprego. Além de conhecer o princípio de funcionamento dos robôs, torna-se necessário discutir o impacto do desenvolvimento científico na vida pessoal, profissional e social.

dos robôs

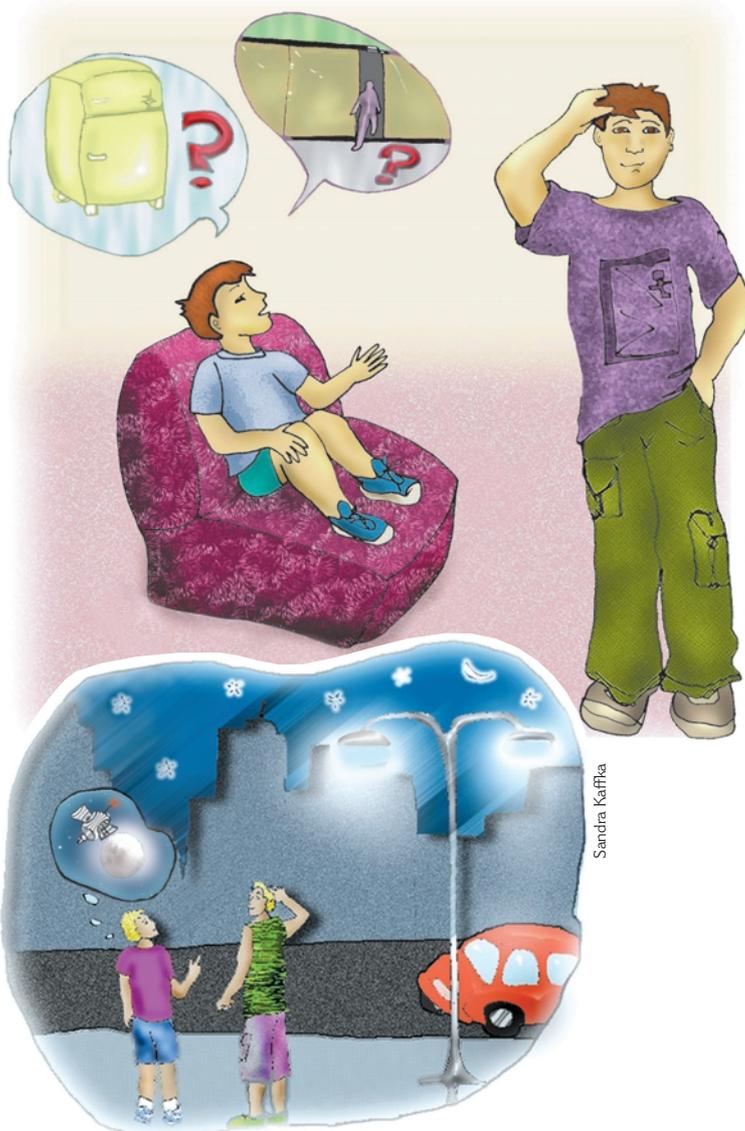
Sistemas de controle: a alma

Seres artificiais

QUEM fez isso?!

Refleta e responda como são controladas as seguintes operações:

- 1 GELADEIRA**
Quem liga e desliga o refrigerador, mantendo os alimentos frios, sem resfriá-los demais?
- 2 CONTROLE REMOTO**
Quem muda os canais da TV quando apertamos os botões do controle remoto?
- 3 MÁQUINA DE LAVAR**
Quem desliga a máquina de lavar roupas?
- 4 PORTAS AUTOMÁTICAS** (aeroportos, bibliotecas, shoppings)
Quem abre e fecha a porta?
- 5 BANCO ELETRÔNICO 24 HORAS**
Quem trabalha dentro do caixa eletrônico?
- 6 PILOTO AUTOMÁTICO DE AVIÃO**
Quem é o “piloto automático” que comanda aviões?
- 7 ACENDIMENTO AUTOMÁTICO DA ILUMINAÇÃO DAS RUAS**
Quem acende e apaga as luzes dos postes da rua?
- 8 ROBÔ DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PINTANDO AUTOMÓVEL**
Quem controla os robôs?
- 9 UMA SONDA ESPACIAL POUSANDO EM MARTE**
Quem pilota as sondas espaciais até outros planetas?



Você saberia explicar como os robôs conseguem imitar as atividades humanas?

Ou se os robôs pensam? Ou, ainda, o que é um cérebro eletrônico? Você acredita que os computadores são mais inteligentes do que o homem? Como alguns mecanismos conseguem funcionar sozinhos? O que é, afinal, um robô?

Ao estudar algumas dessas questões, você terá oportunidade de compreender os conceitos da Física presentes nos mecanismos automáticos de sua própria casa. Poderá também discutir as conseqüências da utilização de robôs na indústria e de máquinas automáticas no comércio.

Os robôs sempre causaram um misto de fascinação e temor. Por isso, as implicações emocionais, políticas e sociais decorrentes da sua presença foram bastante exploradas pela literatura e por filmes de ficção científica.

Os robôs na literatura, no cinema e na TV

O robô C3PO do filme de ficção científica *Guerra nas estrelas* pode se comunicar em 3 milhões de línguas, e o R2D2 sabe consertar naves espaciais. Alguns robôs reais já sabem fazer traduções simples, e outros conseguem realizar pequenos consertos.

Seres literários híbridos ou artificiais vêm excitando a imaginação de leitores ao redor do mundo. Entre eles podemos citar: *Frankenstein*, de Mary Shelley (1818); *A Eva do futuro*, de Villiers de L'Isle-Adam (1886); *O Golem*, de Gustav Meyrink (1915); *Os robôs*, de Karel Capek, na peça *R.U.R.* (que introduziu, em 1922, o termo checo *robot*); *Waldo*, de Robert Heinlein (1940); e *Cutie*, de Isaac Asimov (1941).

A figura robótica literária acabou se expandindo para os filmes, tais como: *Metropolis*, de Fritz Lang (1926); *O planeta proibido*, de Fred Wilcox (1956); *Guerra nas estrelas*, de George Lucas (1977); e *Blade Runner*, de Ridley Scott (1982).

A televisão vem também contribuindo para aumentar a popularidade da imagem do computador ambulante e companheiro: *Perdidos no espaço*, de Irwin Allen (1965); *Cyborg: o homem de seis milhões de dólares*, de Harve Bennett (1974); e *Jornada nas estrelas*, de Gene Rodenberry (1966).

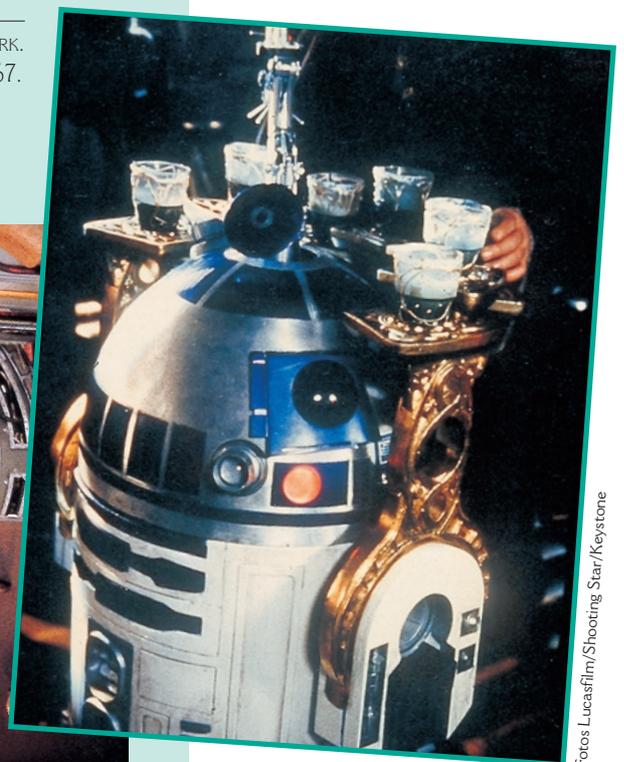
ADAPTADO DE: KAC, EDUARDO. IN: *ART JOURNAL*, NOVA YORK. V.56, N.3, 1997. P.60-67.

CONTANDO HISTÓRIAS

1. **Você conhece a história de algum dos robôs citados anteriormente? Se conhece, conte-a aos seus colegas e professor.**
2. **Você conhece algum outro livro ou filme sobre robôs? Em caso afirmativo, relate-o aos seus colegas.**
3. **Você já viu um robô de perto ou uma foto de robô industrial? Quando? Onde?**
4. **Você gosta de robôs? Tem medo deles? Explique por quê.**



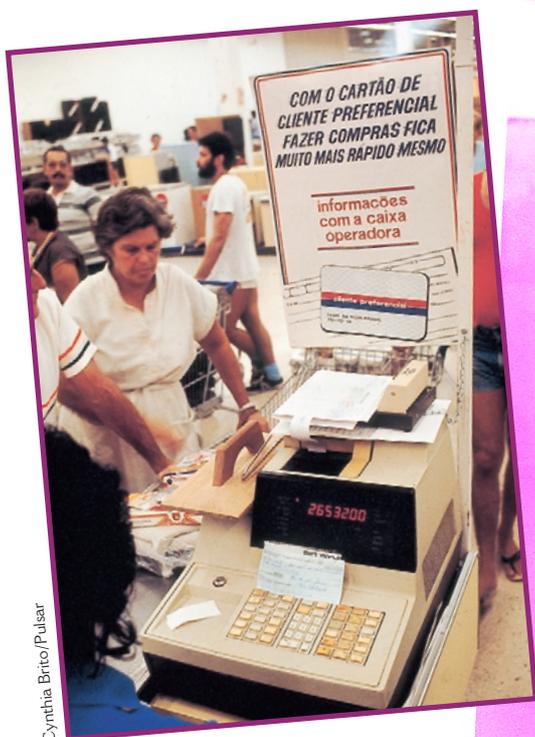
O robô C3PO em *O império contra ataca*.



O robô R2D2 em *O retorno de Jedi*.

Fotos: Lucasfilm/Shooting Star/Keystone

As máquinas foram inventadas para simplificar as tarefas do dia-a-dia. Com o passar dos anos, elas se tornaram cada vez mais complexas, exigindo profissionais habilitados a operá-las: *datilógrafos* para as máquinas de escrever; *soldadores* para os aparelhos de solda; *fotógrafos*, que controlavam as pesadas máquinas tipo “caixão”; *caixas de supermercado*, que somavam os preços das mercadorias em máquinas registradoras; *bancários*, que operavam terminais para o registro de depósitos, saques e pagamentos de contas; *telefonistas* capazes de manipular vários cabos e conectar as chamadas; *operadores de equipamentos* industriais, que realizavam diversos movimentos repetitivos; dentre tantos outros.



Cynthia Brito/Pulsar

Caixa de supermercado somando os preços da compra em máquina registradora antiga.

Muitas dessas máquinas foram automatizadas, ou seja, passaram a realizar sozinhas uma boa parte do trabalho. Outras se tornaram completamente independentes da ação humana, controladas por sensores e programas de computador (respondendo automaticamente às alterações do seu ambiente). A expressão máxima de uma máquina automática é o que conhecemos como robô.



Iconographia

Telefonistas nos primeiros circuitos telefônicos, onde se interconectavam cabos. Anos 1910.

O moinho que não pára

O primeiro sistema de controle automático foi criado pelo inventor britânico Edmund Lee em 1745. Ele montou um dispositivo, chamado *fantail*, destinado a manter as pás do moinho sempre voltadas para o vento.

Antes de sua criação, os moleiros moviam manualmente o alto do moinho quando o vento mudava de direção. O *fantail* é exemplo de sistema automático acionado por alterações no ambiente.

Sistema fantail

O dispositivo, colocado atrás das pás do moinho, gira quando muda a direção do vento. Suas pás estão ligadas a engrenagens que movem o topo do moinho e param de girar quando as pás do moinho apontam para o vento.

COMO AS COISAS FUNCIONAM. *GLOBO CIÊNCIA*, 1995. v. 4. p. 42.



Moinho com sistema fantail.

Nesta atividade, você vai investigar as máquinas e os mecanismos automáticos presentes em seu cotidiano.

Após ler e discutir o texto *O moinho que não pára* com seus colegas, faça as seguintes atividades:

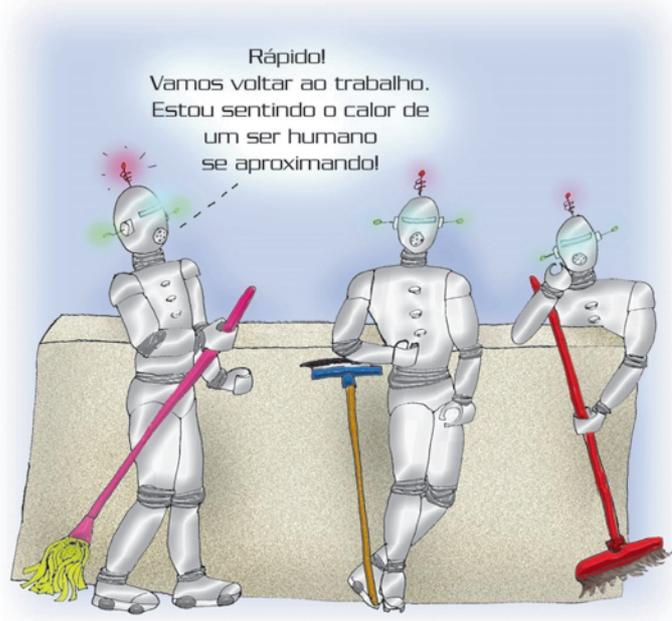
1. Identifique que atividade dos moleiros foi automatizada pelo sistema *fantail*.
2. Selecione dentre as profissões mencionadas anteriormente (datilógrafo, soldador, fotógrafo, caixa de supermercado e banco, telefonista, operador de ferramentas) aquelas em que ocorreram automatizações. Destaque quais atividades foram automatizadas em cada uma delas.
3. Reflita e indique outras atividades humanas que passaram por um processo de automatização.
4. Há basicamente dois tipos de automatização:
 - a que complementa a atividade humana, realizando uma parte do trabalho;
 - a que substitui o controle humano, realizando sozinha todo o trabalho.Classifique cada um dos exemplos a seguir conforme esses dois tipos de automatização:
 - a) controle remoto de TV;
 - b) semáforos;
 - c) máquina de lavar roupa;
 - d) câmera fotográfica;
 - e) os exemplos que você identificou discutindo as questões 2 e 3.

Como os robôs podem “sentir” a temperatura?

O primeiro sistema de controle que estudaremos é o controle de temperatura.

Controlar a temperatura é importante na operação de máquinas industriais e robôs. Os primeiros sensores de temperatura foram desenvolvidos para fins domésticos.

Em várias situações cotidianas, encontramos máquinas e aparelhos que possuem um sistema de controle de temperatura. Os condicionadores de ar são utilizados em ambientes fechados, como bancos, escritórios e auditórios, para manter constante a temperatura do local. Os sistemas de controle da temperatura também estão presentes em *freezers* e refrigeradores, permitindo que os alimentos sejam mantidos à temperatura desejada. O controle da temperatura do ferro elétrico evita um superaquecimento, impedindo que as roupas ou o próprio ferro se queimem.



Sandra Kaffka

Dilatação térmica

Com o aumento da temperatura, geralmente, os materiais que compõem os objetos aumentam suas dimensões. Nesse caso, dizemos que os materiais sofreram dilatação térmica. É por causa da dilatação térmica que existem folgas nos trilhos de trens. Também os fios da rede elétrica tornam-se mais compridos, formando uma “barriga” nos dias mais quentes, por causa da dilatação provocada pelo aumento da temperatura.



Edson Sato/Pulsar

As dimensões dos trilhos dos trens aumentam com a elevação da temperatura.



Paulo Pampolim/Digna Imagem

O valor da temperatura de controle pode ser ajustado por um botão.

- que controla a temperatura?
- o dispositivo responsável pelo controle da temperatura é chamado de *termostato*.
- o fenômeno físico em que se baseia o funcionamento do termostato é a *dilatação térmica*.

Nem todos os objetos se dilatam da mesma forma quando submetidos a uma mesma variação de temperatura. A dilatação depende dos materiais que compõem o objeto.

A propriedade que associa a cada material uma dilatação diferente é chamada de *coeficiente de dilatação volumétrica*. A tabela a seguir indica o valor do coeficiente de dilatação volumétrica de alguns materiais:

Material	Coeficiente de dilatação volumétrica $\times 10^{-6} (^{\circ}\text{C}^{-1})$
Porcelana	9
Vidro	27
Ferro	36
Ouro	45
Cobre	50
Alumínio	66
Madeira	90

A unidade de medida do coeficiente de dilatação volumétrica é o inverso de um grau Celsius ($^{\circ}\text{C}^{-1} = 1/^{\circ}\text{C}$).

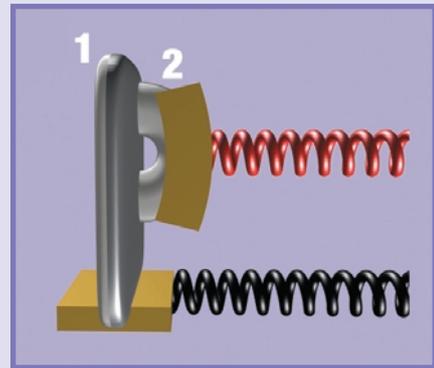
Quanto maior o coeficiente de dilatação volumétrica de um material, maior será o aumento de suas dimensões, quando for submetido a uma determinada variação de temperatura.

Os termostatos utilizados em ferros de passar roupa são formados por duas lâminas de materiais com coeficientes de dilatação térmica diferentes, ligados firmemente um ao outro, como se vê ao lado.

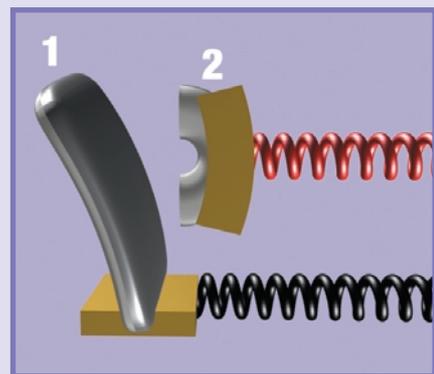
Quando a temperatura aumenta, os metais se dilatam de maneira desigual e fazem com que as duas lâminas se curvem, interrompendo o circuito elétrico que aquece o ferro.

Nos refrigeradores e *freezers*, o termostato funciona de maneira semelhante. No entanto, em vez de uma lâmina com dois metais, o que liga e desliga o motor é a contração ou expansão de um gás, cujo volume também varia em função da temperatura.

O termostato do ferro de passar roupa

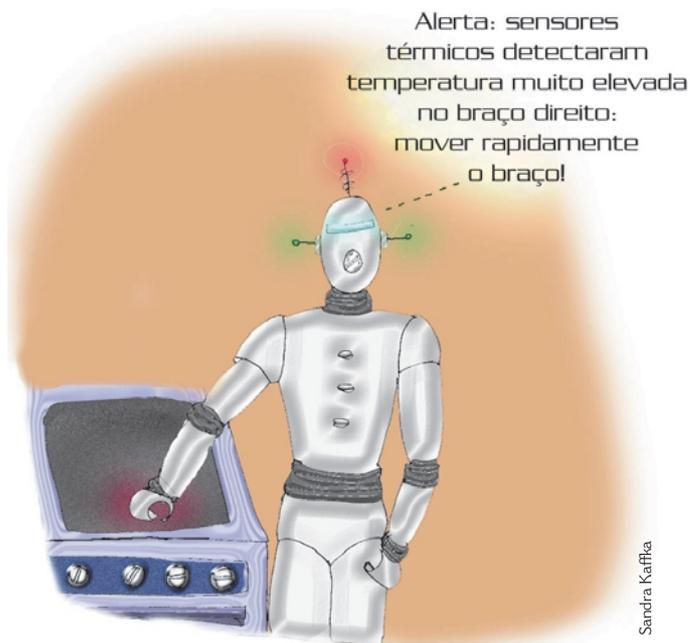


a) Quando estão frias, as lâminas de metal (1 e 2) têm as mesmas dimensões. O circuito elétrico do ferro está ligado.



b) Quando aquecidos, os materiais se dilatam de forma desigual e a lâmina (1) se curva. O circuito elétrico do ferro é interrompido e conseqüentemente ele pára de se aquecer.

Ilustrações Davidson França



Um dos “sentidos” dos robôs: a percepção térmica

Um robô é a expressão máxima de uma máquina automática. Alguns robôs possuem a capacidade de responder a variações do meio em que se encontram por intermédio da recepção de *parâmetros físicos* desse meio. Assim como o ser humano recebe informação do meio pelos seus cinco sentidos, os robôs também têm os seus “sentidos”, que são chamados de *sensores*.

Um dos parâmetros físicos que podem ser “percebidos” pelos robôs é a temperatura.

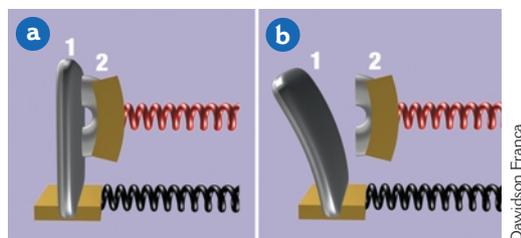
O termostato, o termômetro eletrônico e outros dispositivos de controle similares são exemplos de sensores utilizados em robôs para a detecção e controle da temperatura. É por meio da dilatação térmica que os robôs recebem informações sobre a temperatura dos locais em que estão trabalhando. Um robô sensível à temperatura pode até perceber a aproximação de uma pessoa pela temperatura do corpo humano, que geralmente é maior que a do ambiente.

Você entendeu o princípio de funcionamento dos termostatos?

Para melhorar sua compreensão, responda às questões e, a seguir, discuta suas respostas com os colegas.

1 Considere o esquema do termostato a seguir:

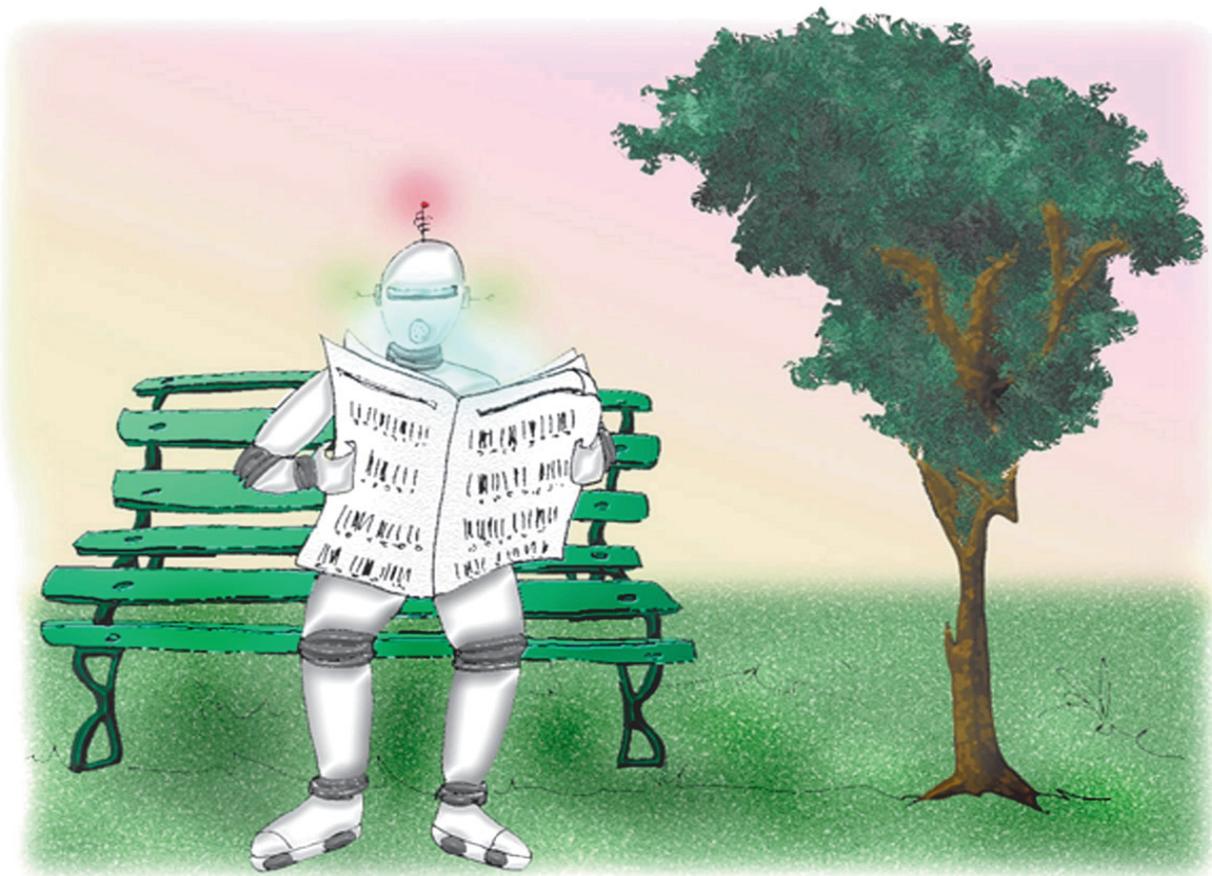
- a** temperatura ambiente, circuito ligado;
- b** alta temperatura, circuito desligado.



- a) Quando o termostato sofre um aumento de temperatura, ocorre uma mudança da situação (a) para a situação (b). Nesse caso, qual das duas lâminas (1 ou 2) tem maior dilatação?
- b) Indique qual das duas lâminas deve possuir o maior coeficiente de dilatação volumétrica. Justifique sua escolha.
- c) Considere que o termostato é constituído de cobre e ferro. Nesse caso, qual das duas lâminas deveria ser a de ferro? Explique sua escolha.

2 É comum as cozinheiras mergulharem os frascos de azeitonas em água quente para que sua tampa seja aberta com maior facilidade. Explique por que isso ocorre, utilizando o conceito de dilatação dos materiais. (Lembre-se de que os frascos de azeitonas são feitos de vidro e as tampas, de alumínio.)

Os robôs sabem ler?



Sandra Kaffka

Outra forma pela qual as máquinas e robôs recebem informações de seu meio é a leitura óptica. Cada vez

mais essa forma de transmissão de informações entre objetos e equipamentos é utilizada em indústrias e no comércio.

Os computadores presentes em algumas máquinas podem receber informações pelos *códigos de barras*. Os códigos de barras são aquelas figuras compostas por listras finas e grossas, geralmente pretas, que aparecem nas embalagens dos produtos comercializados em grandes lojas e supermercados, por exemplo.

A leitura óptica também é realizada nos caixas dos bancos. Você já observou os códigos de barras presentes em contas de serviços públicos e carnês bancários? E nos cheques?

Nas casas lotéricas, encontramos leitoras ópticas que identificam os números escolhidos nos volantes da Loto ou da Sena. Aparelhos semelhantes são utilizados por agências especializadas em concursos públicos e vestibulares para a leitura dos gabaritos preenchidos pelos candidatos durante a realização das provas.



Paulo Pampolim/Digma Imagem

Volantes lotéricos junto as suas leitoras.



Existem, ainda, muitas outras situações em que encontramos a leitura óptica, como o sistema de operação e reprodução do som nos filmes cinematográficos; o controle de frequência dos estudantes em escolas e dos operários em indústrias; o controle de estoque de mercadorias no comércio, só para citar alguns exemplos. Além disso, há um número infinito de aplicações que ainda podem vir a ser desenvolvidas.

O dispositivo responsável pela leitura óptica é chamado de fotocélula ou célula fotoelétrica.

O sistema de leitura óptica utilizado nos supermercados emprega uma fonte de luz e uma célula fotoelétrica. Os códigos de barras são colocados em frente à fonte de luz. A luz emitida pela fonte, ao encontrar as listras do código, é absorvida pelas regiões escuras e refletida pelas regiões claras. A parcela da luz refletida pelo código de barras incide sobre a célula fotoelétrica, que transforma a energia luminosa em um conjunto de impulsos elétricos. As características desses impulsos elétricos dependem da distância entre as listras e de suas larguras.



Maurício Morais

Fotocélula: componente do circuito elétrico responsável pela captação de variações luminosas.



Paulo Pampolim/Digna Imagem

O conjunto de impulsos elétricos corresponde a um código do produto. Esse código equivale a uma seqüência numérica, a mesma que pode ser lida em algarismos decimais impressos junto às listras. Quando ocorre algum erro de leitura – por exemplo, quando a etiqueta de impressão do código de barras está danificada –, o operador de caixa tem de digitar, em um teclado, esses algarismos.

A luz produzida pela fonte luminosa incide no código de barras. Ao ser refletida, atinge a fotocélula, gerando um sinal elétrico, cujas características dependem da distância entre as listras e de sua largura.



Os impulsos elétricos são transmitidos à memória do computador, que, por meio de um programa e de um catálogo (banco de dados), reconhece o código associando-o a um preço. Além de registrar o preço para obter a soma a ser paga no final da compra, os programas de computador podem descontar o produto da lista do estoque de mercadorias do supermercado.

Esse sistema substituiu algumas atividades que antes eram realizadas por diversos funcionários, ocasionando, por exemplo, a dispensa de rotuladores que imprimiam e alteravam os preços dos produtos, de controladores de esto-

que, bem como a redução do número de operadores de caixa, em razão do aumento da velocidade de registro. Também houve conseqüências indiretas, afetando as fábricas de máquinas rotuladoras, os produtores de etiquetas e rótulos etc. De alguma forma, a automação acaba modificando a vida de toda a sociedade.

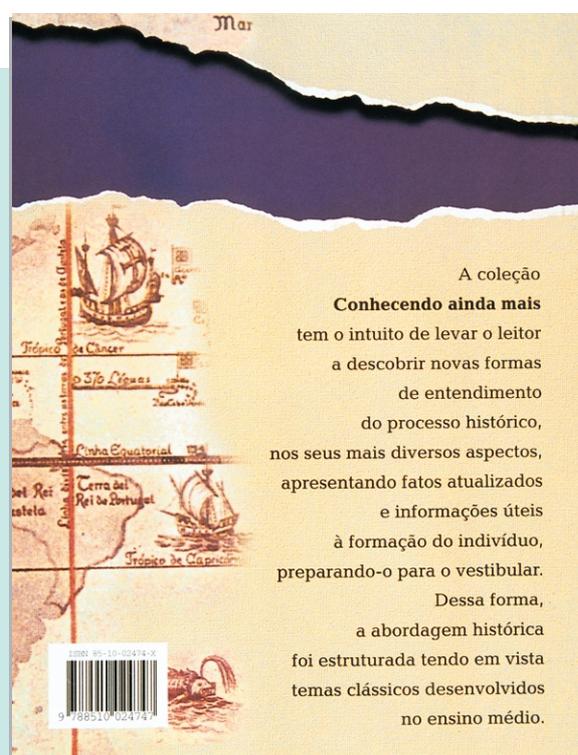
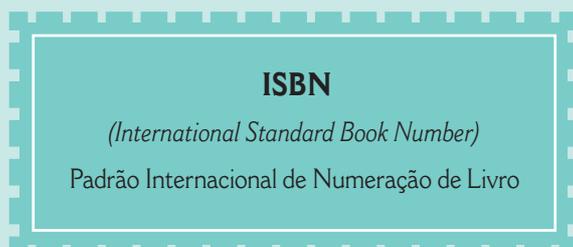
Em contrapartida, surgiram novas atividades e profissionais modernos envolvidos com o desenvolvimento, operação e manutenção de sistemas de leitura óptica e processamento de dados.

Listras e números

A EAN Brasil, entidade sem fins lucrativos que administra a numeração do código de barras no território nacional, implantou diferentes padrões:

- ▶ EAN-13: com 13 dígitos (codifica produtos, locais e serviços);
- ▶ EAN-8: com 8 dígitos (codifica somente produtos);
- ▶ EAN/ISBN: com 13 dígitos (codifica somente livros);
- ▶ EAN/ISSN: com 13 dígitos (codifica publicações periódicas, como revistas e jornais).

Como exemplo, veja o código de barras de um livro (padrão EAN/ISBN), cuja estrutura numérica segue a seguinte ordem: os três primeiros dígitos referem-se ao prefixo para o ISBN (978 ou 979); os nove dígitos seguintes referem-se à estrutura internacional ISBN; a última posição indica o dígito verificador, que serve para o controle da composição total do código.



Arquivo da Editora

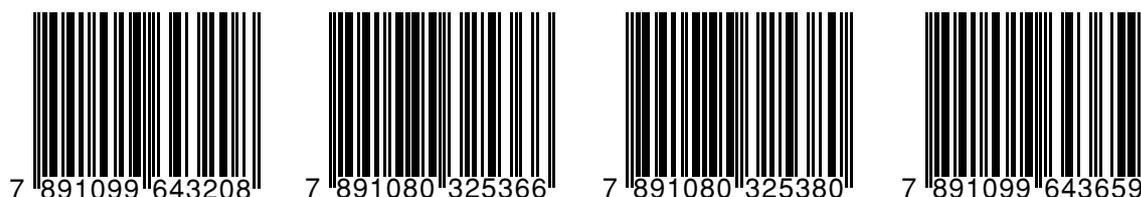


• • • • • • •

Um outro “sentido” dos robôs: a percepção óptica

Nesta atividade, você vai aprender a “ler” e interpretar os códigos de barras.

1 Observe atentamente os códigos de barras indicados a seguir e faça as atividades sugeridas:



Embalagem **A** Embalagem **B** Embalagem **C** Embalagem **D**

Considere as seguintes informações referentes aos produtos anteriores:

- Há dois sabores de refrescos Clight e dois sabores de gelatina Sol.
- O oitavo, o nono e o décimo algarismos indicam a marca do produto e os três últimos, o sabor.
- A seqüência de algarismos 643 pertence à marca Clight.
- Alguns códigos de sabores são: 366 – uva; e 659 – lima-limão.

Descubra qual dos produtos indicados a seguir corresponde a cada um dos códigos de barras:

- a) refresco Clight sabor maçã verde; c) gelatina Sol sabor uva;
b) gelatina Sol sabor limão; d) refresco Clight sabor lima-limão.

2 Existem padrões de código de barras mais complexos, que possuem letras além dos números. Observe o padrão:

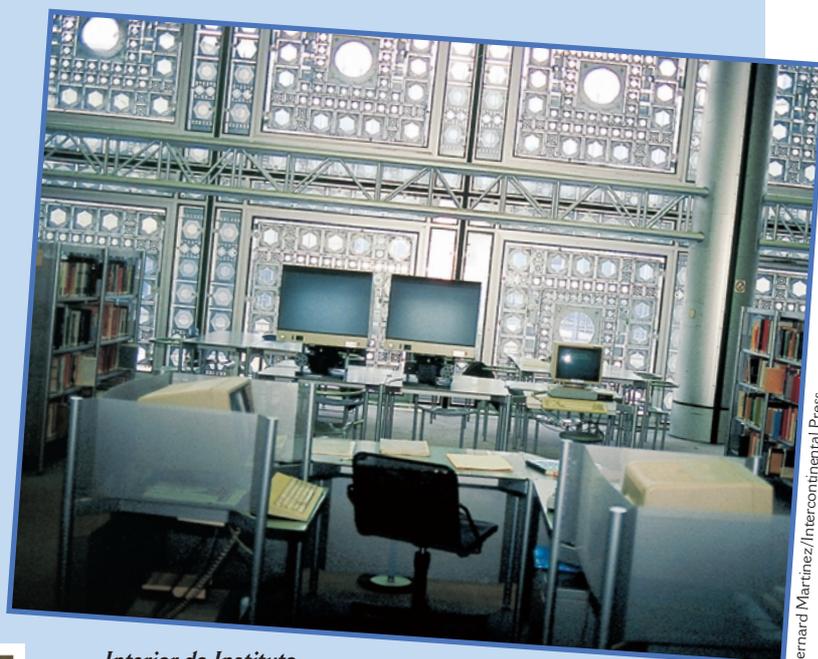


Utilizando esse padrão, decifre a mensagem a seguir:



Parede inteligente

O Instituto Árabe de Paris tem uma parede que controla automaticamente a entrada da luz. Assim, o interior do prédio tem sempre a claridade ideal para a apreciação das obras exibidas pelo instituto. O segredo está em diafragmas que se fecham quando a luz do sol é forte e se abrem nos dias nublados.



Bernard Martinez/Intercontinental Press

Interior do Instituto Árabe de Paris.



Davidson França

Abertura automática

Cada janela da parede tem um diafragma grande no centro e vários pequenos espalhados nas bordas. Um dispositivo sensível à luz aciona um anel que abre ou fecha as lâminas de cada diafragma.

COMO AS COISAS FUNCIONAM, OP. CIT.

1 As fotocélulas são colocadas no alto dos postes para ligar e desligar automaticamente a iluminação de rua. Utilizando o que você aprendeu sobre o funcionamento da fotocélula em leitoras ópticas, explique como funciona o controle da iluminação de rua e sua relação com a presença da luz do Sol.

2 Relacione as semelhanças que existem entre o controle da iluminação de rua e da iluminação do Instituto Árabe de Paris.

Além da percepção térmica e fotoelétrica que você estudou até aqui, existem outros conceitos físicos presentes em sensores e sistemas de controle utilizados nos robôs. Para apenas citar alguns, há sensores auditivos (gravação e reconhecimento de voz), diferentes sensores ópticos (visão mono e binocular), sensores táteis (de pressão), sensores de ultra-som (uma espécie de sonar que permite a detecção de obstáculo ao redor do robô), sensores laser (que permitem o reconhecimento de objetos tridimensionais) etc. Alguns desses sistemas serão estudados em outra ocasião. Para saber mais, consulte os livros e artigos de revistas indicados como sugestão de leitura ao final do módulo.

PROFISSIONAIS OFERECEM-SE

mvoiauf n:lixdjNVLESIU
l.isdz0a98
nviASnbsdli
.NMTV:O m:s9o8ers
nfvzlioaes:oake kmpoifaw
orfisb cikj oiW CJKHCIU
ebiuylfka nmcijw kcoeww
nsdzuhauiouorm mloFD9 lkj9
nsdiufi3ojmdzx c l.isdz0a98
mviASnbsdli
ANMTV:O m:s9o8ers
bnfvzlioaes:oake kmpoifaw3

Robô escravo / para qualquer tipo de serviço / com experiência de 250 anos em indústrias / não preciso de salário, décimo terceiro, férias, horas extras, fundo de garantia por tempo de serviço etc. / Trabalho 24 horas por dia / sete dias por semana / o ano inteiro / nunca faço greve / tenho a força e a velocidade de 20 homens juntos / faço meus próprios consertos.
Fone (@&%) 5R6E-T7Y8

NVAUnciiajfao
loFD9 lkj9
sdiufi3ojmdzx c l.isdz0a98
nviASnbsdli
NMTV:O m:s9o8ers
nfvzlioaes:oake kmpoifaw3

Porfisb cikj oiW CJKHCIU
ebiuylfka nmcijw kcoeww
nsdzuhauiouorm mloFD9 lkj9
nsdiufi3ojmdzx c l.isdz0a98
mviASnbsdli
ANMTV:O m:s9o8ers
bnfvzlioaes:oake kmpoifaw3

Sandra Karffka

Para saber mais,
leia os módulos
de Física: **Calor: o motor das revoluções**
e de História:
Industrialização e trabalho.

As formas de aplicação do conhecimento científico e tecnológico à produção humana sempre causaram muita polêmica. É fundamental discutirmos, de uma perspectiva mais técnica, até que ponto as atividades humanas podem (ou devem) ser realizadas por autômatos e robôs.

Nos últimos anos, as indústrias vêm passando por processos de automatização que levam praticamente à exclusão do trabalhador manual das fábricas. As atividades mecânicas e repetitivas passaram a ser realizadas, com eficiência, por máquinas ou robôs. Por exemplo, nas montadoras de veículos, braços mecânicos soldam as partes metálicas de carros, pintam as carrocerias, apertam parafusos, colocam peças etc. Todo esse conjunto de máquinas é controlado por sensores (térmicos, ópticos, táteis etc.) e permite que se substituam os serviços humanos de soldadores, pintores, mecânicos, operadores de guindaste etc.

Essa automação vem sendo apontada como a segunda Revolução Industrial. A primeira Revolução Industrial ocorreu entre o final do século XVIII e o início do século XIX, tendo como consequência a substituição da “força física” do homem pela energia das máquinas, primeiro pela utilização do vapor e depois pelo uso da eletricidade.

A segunda Revolução Industrial, que estamos vivendo agora, consiste em ampliar a autonomia das máquinas e até mesmo substituir as atividades que exigem controle inteligente pelo trabalho de máquinas automáticas ou robôs.

Ricardo Azoury/Pulsar



Linha de montagem robotizada em indústria automobilística.

O robô RO(U)BO(U) o emprego?!



A automação, ao mesmo tempo que aumenta a eficácia dos meios de produção, tem como consequência o aumento do desemprego. A maioria dos trabalhadores empregados para tarefas repetitivas e mecânicas fica sem função dentro desse novo modo de produção. Alguns, porém, conseguem se adaptar às novas necessidades da indústria moderna e mantêm seu emprego, mas o número total de operários tende sempre a diminuir.

Considerando esse problema, realize com seus colegas as atividades a seguir:

1. Formule hipóteses para explicar por que a automação industrial gera o desemprego.
2. Dê a sua opinião: Você acredita que a automação industrial é um retrocesso social porque exclui as pessoas da fábrica e, conseqüentemente, do mercado de trabalho? Justifique seu ponto de vista.
3. Discuta a seguinte opinião: “É evidente que não se pode querer voltar para trás, ficar vivendo em uma era ‘pré-digital’, porque isto simplesmente significaria ficar ‘de fora’ e fazer, talvez, como certos operários que, nos princípios da Revolução Industrial, quebravam as máquinas pois estas lhes tiravam o trabalho”. (MARX, K. *O capital*, Livro 1, VI).
4. Imagine que no futuro alcançaremos uma sociedade sem fábricas ou com fábricas sem operários. Nesse caso o ser humano estaria livre dos trabalhos braçais e repetitivos. Mas, para que isso ocorra, todas as atividades humanas devem ser substituídas pelo trabalho dos robôs.
 - a) Responda: Você acredita que todas as ações do ser humano podem ser automatizadas por meio de sensores e mecanismos computadorizados? Por quê? Se não, quais atividades humanas jamais seriam alcançadas pelas máquinas?
 - b) Tente imaginar e descreva qual seria o papel do ser humano no modo de produção de uma sociedade sem fábricas.
5. Proponha sugestões para o problema do desemprego causado pela crescente automação industrial.

O trabalho mecânico dos robôs

Os primeiros robôs foram criados por volta de 1960,

nos Estados Unidos, para fins industriais. Em poucos anos, graças ao aumento das pesquisas, com maiores investimentos e a descoberta de novos materiais e da microeletrônica, os robôs passaram a fazer parte das indústrias em quase todo o mundo.

Os robôs industriais são objetos eletromecânicos controlados por computador. Geralmente, são programados para executar uma tarefa específica ou uma série de atividades mecânicas. Diferentes robôs são usados em diferentes linhas de produção industrial. Há um robô para cada estágio da elaboração do produto: fundição dos materiais, modelagem, pintura, soldas, pesagem, montagem, aperto de parafusos e ajustes mecânicos, dependendo do que está sendo produzido.



Fotos Maximilian Stock Ltd. / Science Photo Library / Stock Photos

Braços automatizados (no centro) operando em linha de produção (à esquerda), que fabrica lâmpadas com descarga elétrica de alta tensão.



Braço automatizado empilhando tubos de luz fluorescente após a fabricação.

Os braços e as ferramentas dos robôs são capazes de repetir, infinitamente e com grande precisão, uma série de movimentos previamente programados em um computador. Apesar de exercer seu trabalho com grande precisão, os robôs não possuem discernimento, ou seja, não são capazes de tomar decisões apresentando soluções criativas para situações inesperadas. Por isso, os objetos a serem manipulados pelos robôs industriais precisam ser posicionados por esteiras com uma grande precisão, senão o robô “erra” todas as tarefas que tem de realizar, podendo até causar um desastre, além de danificar o produto ou seus próprios braços e ferramentas.

A Física dos braços mecânicos

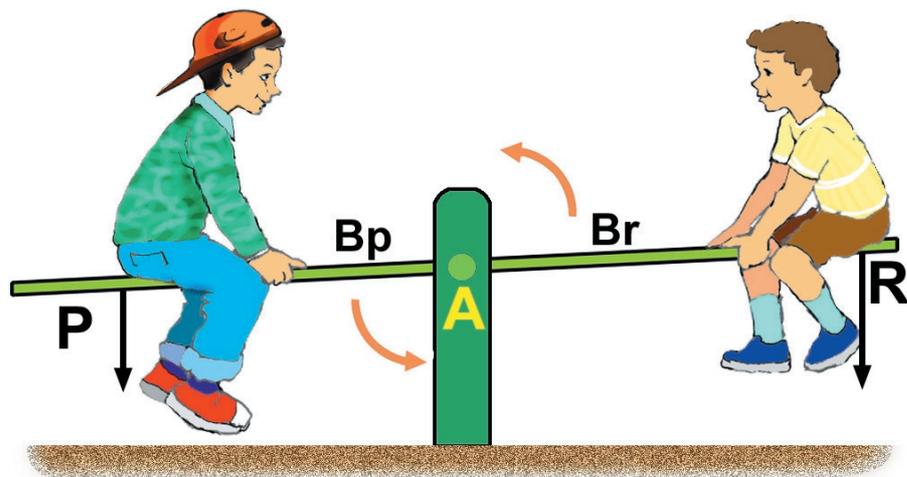
A pesar de todas as sofisticações dos mecanismos de máquinas e robôs, podemos entender seus movimentos

em termos de elementos básicos. A alavanca, a roda e o plano inclinado são os principais elementos da maioria das máquinas, e por isso são conhecidos por “máquinas simples”.

Os braços mecânicos dos robôs são compostos principalmente por alavancas.

Uma alavanca é formada por um objeto sólido (de qualquer formato), geralmente uma barra rígida, que se move em torno de um ponto fixo, denominado *ponto de apoio* (A). A alavanca é submetida à ação de dois tipos de força: a *potência* (P) ou *força motriz*, que faz com que a alavanca se movimente, e a *resistência* (R), que tende a impedir esse movimento.

AO APERTARMOS AS TECLAS DE UM PIANO, ACIONAMOS UM SISTEMA DE ALAVANCAS. CADA TECLA MOVIMENTA UM PEQUENO MARTELO QUE ATINGE UMA DAS CORDAS DO PIANO. O NOME ORIGINAL DESSE INSTRUMENTO ERA PIANOFORTE POR SER CONSTITUÍDO DE ALAVANCAS QUE PRODUZEM SONS INDO DO SUAVE (PIANO) AO INTENSO (FORTE).



Davidson França

Uma gangorra é um bom exemplo de alavanca.

Os dois tipos de força tendem a girar a alavanca em sentidos diferentes, em relação ao ponto de apoio. Ora um dos lados, ora o outro atua como potência e resistência.

O tamanho dos braços da alavanca (B), que na gangorra corresponde à distância de cada pessoa em relação ao ponto de sustentação, determina a força motriz necessária para vencer a resistência. Para conseguirmos o equilíbrio da gangorra, é necessário

que a pessoa mais pesada esteja sentada mais próxima do ponto de apoio do que a mais leve. Por esse motivo, podemos verificar que uma alavanca estará em equilíbrio quando a potência e a resistência forem inversamente proporcionais a seus respectivos braços. Matematicamente, temos:

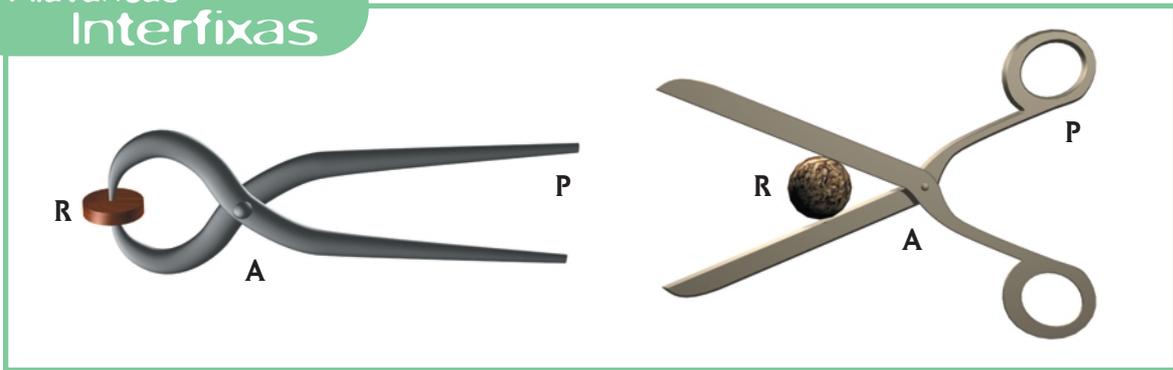
$$P \cdot B_p = R \cdot B_r$$

onde **P** é a potência, **R** a resistência, **B_p** o braço da potência e **B_r** o braço da resistência.

Esse princípio físico da alavanca é bastante empregado para mover objetos muito pesados ou para concentrar, em determinado ponto, uma grande força.

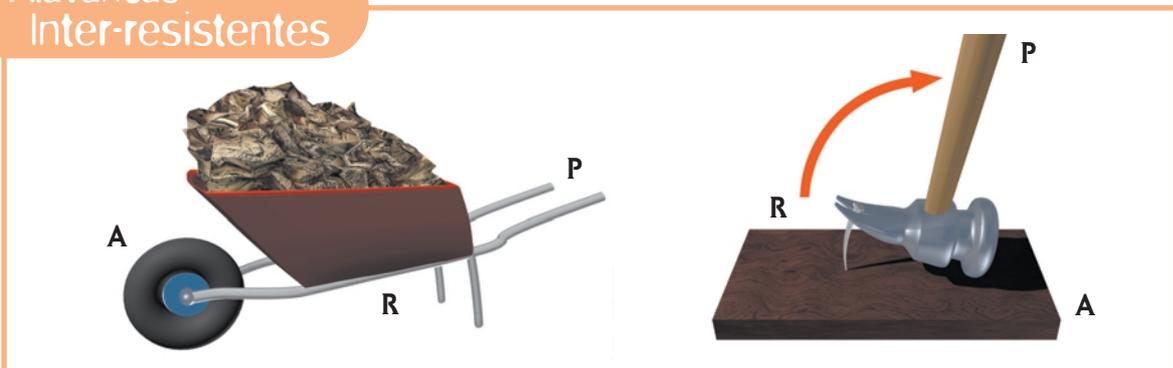
Existem vários tipos de alavanca. A gangorra é conhecida como alavanca interfixa, porque o ponto de apoio (**A**) fica localizado entre a potência (**P**) e a resistência (**R**). Esse tipo de alavanca é encontrado também em alicates e tesouras, por exemplo.

Alavancas Interfixas



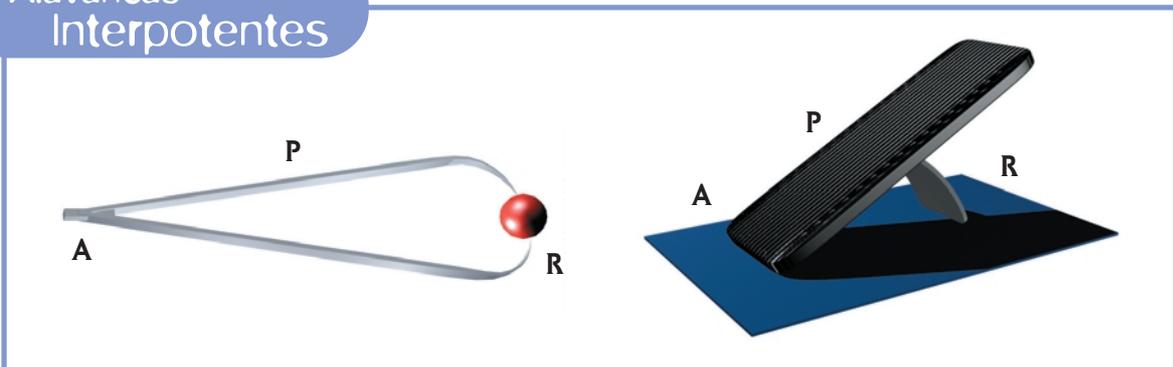
Existem alavancas nas quais a resistência é colocada entre o ponto de apoio e a potência. Por exemplo, o carrinho de mão e o martelo. Essas alavancas são chamadas de inter-resistentes.

Alavancas Inter-resistentes



Um terceiro gênero de alavancas consiste naquelas em que a potência se encontra entre o ponto de apoio e a resistência. Por exemplo, a pinça, alguns pedais de automóveis etc. São denominadas alavancas interpotentes.

Alavancas Interpotentes



Ilustrações Davidson França

A FORÇA DOS BRAÇOS MECÂNICOS

Nesta atividade, você vai discutir o equilíbrio das forças em alavancas utilizadas em máquinas e ferramentas.

Responda atentamente às questões e, em seguida, discuta suas respostas com os colegas:

1 Se uma pessoa com massa de 60 kg está sentada em uma gangorra a uma distância de 80 cm do ponto de apoio, a que distância do ponto de apoio deve sentar-se outra pessoa de 40 kg para que a gangorra fique em equilíbrio?

2 Um homem que consiga levantar somente 50 kg pode mover uma pedra de 500 kg? Se sim, explique como isso pode ser feito.

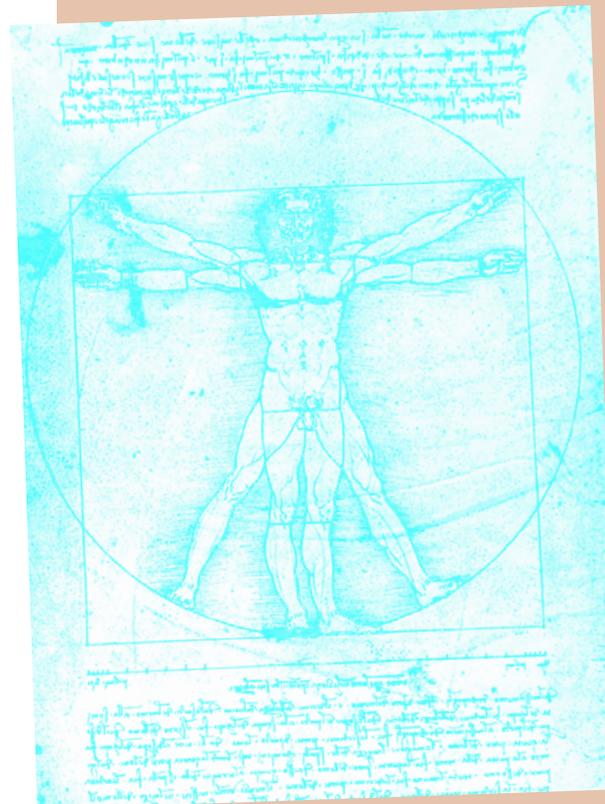
3 Que outros objetos utilizados em seu cotidiano são constituídos por alavancas? Faça um levantamento dessas alavancas e classifique-as em interfixa, interpotente ou inter-resistente.

4 Os ossos e músculos de nosso corpo formam alavancas que permitem realizar uma série de movimentos. Procure identificar os tipos de alavanca disponíveis em seu corpo (na boca, braços, pernas, dedos etc.).

O inesperado

Estamos no epicentro do inesperado. Vínhamos marchando mecanicamente pela estrada da produção centrada na máquina humana. A estrada acabou. O trabalho humano criou a máquina programável capaz de substituir o sofrido mecanismo dos nossos corpos no penoso castigo do trabalho abstrato. Amansados, domesticados e condicionados continuamos rodando nossas engrenagens de carne e osso no rotineiro vaivém historicamente herdado. Estamos na zona cinzenta do inesperado, no vazio entre duas eras descrito por Gramsci: a velha, das máquinas humanas, que está morrendo; e a nova, dos homens libertos do maquinismo, que precisamos fazer nascer.

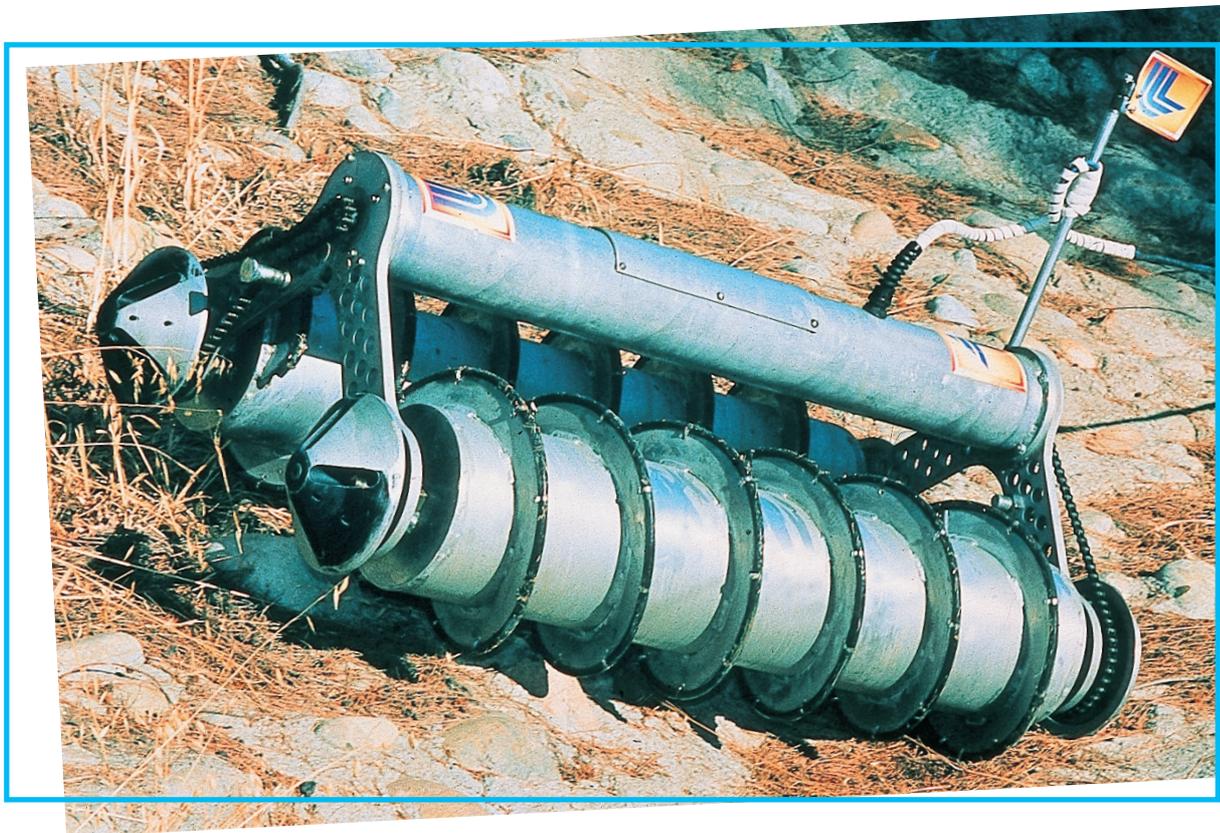
LIMA, LUCIANO CASTRO. *A EQUAÇÃO DA LIBERDADE. PROPOSTA CURRICULAR DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.* CENTRO DE EDUCAÇÃO, ESTUDOS E PESQUISAS/SP. JAN. 2000.



Galleria Dell'Accademia, Veneza

O Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci. Alusão à Vitruvio, arquiteto de 148 a.C., que defendia a idéia de que a arquitetura deveria ter linhas tão harmônicas quanto as do corpo humano.

Os robôs inteligentes



Lawrence Livermore National Laboratory/Science Photo Library/Stock Photos

Nem todos os robôs são totalmente “imbecis”. Existem robôs, mais modernos, capazes de modificar suas ações conforme as mudanças no ambiente. Esse tipo de robô é chamado de *adaptativo*: embora não possua discernimento propriamente, pode se adaptar de forma flexível e autônoma a pequenas variações. Por exemplo, se a porta de um automóvel que precisa ser soldada é colocada em um ponto ligeiramente deslocado em relação ao ideal, um robô adaptativo é capaz de encontrar sozinho o ponto certo da tarefa, sem danificar o automóvel ou provocar um desastre em seus próprios mecanismos.

Outro exemplo de sistema adaptativo é encontrado em robôs utilizados para a detecção de objetos suspeitos de carregarem bombas. Os robôs a serviço de esquadrões antibomba ajudam a descobrir, mover e desativar explosivos. As garras nos braços desses robôs são bastante precisas e realizam movimentos delicados para não amassar ou cortar partes frágeis dos objetos manipulados, o que poderia causar a detonação da bomba. As garras usadas por esses robôs têm sensores capazes de detectar quando se faz uma pressão firme, mas não exagerada. Esse controle é do tipo *feedback*, ou seja, os sensores enviam sinais elétricos para um circuito de controle, que envia de volta sinais elétricos à garra, a qual, por sua vez, mantém a pressão adequada.

Protótipo de um robô detector de mina com controle remoto, capaz de se mover sobre quase todo tipo de terreno, minado ou com armadilhas. Ele se move sobre duas rodas de 1,2 m, em forma de parafuso, capazes de transportá-lo sobre rochas, lama e água, morros e degraus. Quando ambas as rodas viram para a mesma direção, o robô se movimenta rapidamente para um lado; quando elas viram para direções opostas, ele se arrasta para a frente. Esse robô também pode ter câmeras adaptadas, além de outros sensores e equipamentos para desarmar dispositivos diversos, deter franco-atiradores ou detectar substâncias tóxicas.

O cérebro eletrônico

TEXTO I

HIPERCÉREBRO

(Do grego υπερ, grande; do latim cerebrum, cérebro), *cérebro eletrônico de grande capacidade intelectual artificial. Muito freqüentemente, vítima de miopia cultural, o homem se atribui a exclusividade da inteligência, negando-a tanto às demais criaturas da natureza como às criações da tecnologia, como é o caso do computador. Fechado no castelo de sua própria ignorância, esse espécime pré-histórico ignora que os outros animais têm cérebro e, com ele, podem ter inteligência; é dominado por uma ficção ideológica que concebe a inteligência como faculdade espiritual, autônoma em relação ao organismo animal. Esse homo ignorans também não admite a possibilidade da construção de um cérebro artificial, baseado no desenvolvimento da eletrônica, pois não concebe outro tipo de máquina a não ser a da concepção grega clássica de instrumento capaz de efetuar movimentos mecânicos. Quando se fala de cérebro eletrônico, estamos usando um termo impróprio, quer no que se refere à estrutura da máquina inteligente, quer em relação à sua capacidade. Efetivamente, a frágil e deteriorável estrutura celular do cérebro humano é muito inferior ao complexo eletrônico que constitui o computador; a capacidade de manipulação de dados – um dos nomes para classificar a inteligência artificial –*

Como trabalho final deste módulo, você deve discutir a polêmica possibilidade de desenvolvimento de “cérebros eletrônicos”. Para isso, leia atentamente os dois textos que se seguem, depois responda às questões e, ao final, discuta suas respostas com os colegas e professores.

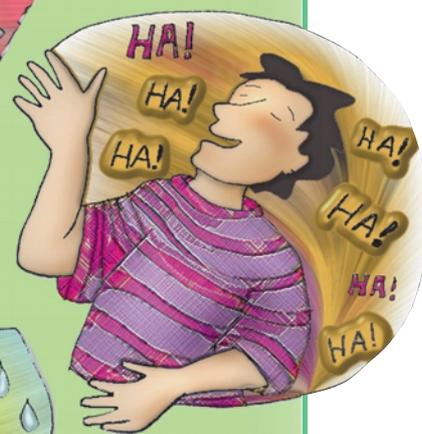
é milhões de vezes superior à do cérebro humano. Trata-se, pois, de uma condescendente analogia a classificação do cérebro humano como fonte de inteligência; é pretensiosa para o homem a classificação do computador como cérebro eletrônico, dada a insignificância da capacidade intelectual natural. A concepção da máquina inteligente como hipercérebro resulta das pequenas semelhanças entre o pensamento natural e a inteligência artificial. Praticamente todas as qualidades do cérebro humano podem ser encontradas no computador, mas em proporções bem mais amplas. Também dificilmente encontramos na máquina inteligente as perturbações inerentes ao organismo humano e ao seu comportamento emotivo. Digitação, programação, processamento, sensores artificiais captam as informações; a inteligência artificial reflete sobre os dados, combina-os e recombina-os; atinge novos conhecimentos nem sequer imaginados pelos programadores originais; o hipercérebro alcança uma certa autonomia intelectual, realiza sua reprodução industrial e instaura um processo de verdadeira evolução da inteligência artificial.

SOARES, DELFIM. IN: GLOSSÁRIO DE SOCIOCIBERNÉTICA.

TEXTO II

CÉREBRO ELETRÔNICO

O cérebro eletrônico faz tudo
Faz quase tudo
Mas ele é mudo
O cérebro eletrônico comanda
Manda e desmanda
Ele é quem manda
Mas ele não anda
Só eu posso pensar
Se Deus existe
Só eu posso chorar
Quando estou triste
Só eu
Eu cá com meus botões
De carne e osso
Eu falo e ouço
Hum, hum
Eu penso e posso
Eu posso decidir
Se vivo ou morro
Porque
Porque sou vivo
Vivo pra cachorro
E sei
Que cérebro eletrônico nenhum me dá socorro
No meu caminho inevitável para a morte
Porque sou vivo
Sou muito vivo
E sei
Que a morte é nosso impulso primitivo
E sei
Que cérebro eletrônico nenhum me dá socorro
Com seus botões de ferro
E seus olhos de vidro



GILBERTO GIL.

CD BARULHINHO BOM, MARISA MONTE. EMI, 1996.

Ilustrações Sandra Katfika

1 Delfim Soares, em seu texto “Hípercérebro”, defende a superioridade da inteligência artificial sobre a inteligência humana. Indique, no texto, frases que confirmam essa posição.

2 Segundo Delfim Soares, quais as vantagens do hípercérebro eletrônico em comparação com o cérebro humano?

3 Gilberto Gil, em sua música “Cérebro eletrônico”, ao contrário de Delfim Soares, faz uma crítica ao cérebro eletrônico. Indique os versos em que essa crítica está presente.

4 Segundo Gilberto Gil, quais qualidades do homem não podem ser imitadas pelos cérebros eletrônicos?

5 Quais elementos dos sentidos (sensores) e de controle (programas) estão presentes em cada um dos textos?

6 Em sua opinião, o cérebro eletrônico é superior ao cérebro humano? Por quê?

FICHA DE AUTO-AVALIAÇÃO

Você é capaz de discutir a importância dos sistemas de controle, dos processos de automação e dos robôs para a compreensão do mundo moderno? Verifique, respondendo às questões e exemplificando-as.

1. Você reconhece a existência de sistemas automáticos em sua casa, nas indústrias, nos escritórios e em outros espaços sociais?
2. É capaz de citar contribuições da robótica para a arte, para o cinema e para a literatura?
3. Pode indicar atividades humanas que foram simplificadas ou substituídas por máquinas e robôs?
4. Consegue explicar o mecanismo de controle da temperatura em um ferro elétrico?
5. Você é capaz de interpretar códigos de barras? Sabe reconhecer, por meio desses códigos, se o produto é nacional ou importado? Se dois produtos pertencem ao mesmo fabricante?
6. É capaz de explicar o sistema de leitura óptica dos supermercados? E o acendimento automático da iluminação de rua?
7. Compreende a influência da Física e suas tecnologias na produção industrial? Pode citar algumas dessas influências?
8. Está apto a reconhecer e classificar alavancas utilizadas em máquinas, ferramentas e braços mecânicos de robôs?
9. Consegue posicionar-se criticamente quanto a questões que envolvem o desenvolvimento de cérebros eletrônicos?

Se você se sentiu seguro ao dar as respostas e exemplos, então parabéns! Você já possui os elementos necessários para posicionar-se de maneira crítica quanto às questões envolvendo a automação industrial e os robôs. Caso tenha encontrado alguma dificuldade, releia o texto e refaça as atividades ou converse com seu professor.

PARA LER

- *A mente nova do rei: computadores, mentes e as leis da Física*, Roger Penrose. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- Caminhando com olhos eletrônicos, *Globo Ciência*, ano 7, n. 82, p. 58, mai. 1998.
- Como as máquinas de auto-serviço reconhecem o valor de notas e moedas? *Superinteressante*, ano 12, n. 8, p.20, ago. 1998.
- Incansáveis operários de metal, Flávio Diegues, Suzana Verissimo e Arnaldo Lourençato. *Superinteressante*, ano 5, n. 3, p.28-33. mar. 1991.
- Nasce o robô sapiens, Luciana Helena Oliveira; Vicente Adorno. *Superinteressante*, ano 1, n. 0. set. 1987.

PARA NAVEGAR NA INTERNET

- Artigo do Jornal *Correio Popular*: “Robô não é gente” – Renato Sabbatini
www.cpopular.com.br
www.nibgw.unicamp.br/~sabbatini
- Glossário de sociocibernética, de Delfim Soares
Delfin@compuland.com.br
- Robot Control Based on Neural Networks (CONNY): um projeto europeu para robôs espaciais
www.cordis.lu/esprit/src/results/pages/transpor/transp3.htm
- Sobre a arte robótica
www.ekac.org/roboarte.html
- Virtual Reality Models of the Mars Rover (NASA)
mpfwww.jpl.nasa.gov/vrml/vrml.html

BIBLIOGRAFIA

- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 2: Física térmica e óptica* - São Paulo: Edusp, 1991.
- PENROSE, Roger. *A mente nova do rei: computadores, mentes e as leis da Física*. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

PROJETO ESCOLA E CIDADANIA

Copyright © Editora do Brasil, 2000

Coordenação do Projeto

Zuleika de Felice Murrie e Eny Marisa Maia

Autores

Alexandre Custódio Pinto,
José Alves da Silva e Cristina Leite

Diretora-executiva

Maria Lúcia Kerr Cavalcante de Queiroz

Gerente editorial

Jiro Takahashi

Editor

Leonardo Chianca

Editora assistente

Marisa Sanchez

Coordenação de iconografia

Rosa André

Coordenação de edição

Joca Reiners Terron e Ricardo Borges

Copidesque

Maurício Rittner

Revisão crítica

Carlos A. Schneeberger

Auxiliares editoriais

Edilene Moreira e Elenilde Sousa

Revisão de textos

Fábio Furtado, Karen Ventura, Márcio Guimarães
e Sandra Regina

Pesquisa iconográfica

Silvia Sansoni

Imagens da capa

Maximilian Stock/Science Photo/Stock Photos,
Ricardo Azoury/Pulsar

Projeto gráfico

D'Lippi Arte Editorial

Editoração Eletrônica

Estúdio 39 Comunicação Visual



Este projeto contou com o apoio da FINEP
Financiadora de Estudos e Projetos

Impresso na Unidade Gráfica da Editora do Brasil



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

Silva, José Alves da
Projeto Escola e Cidadania: Física / José Alves
da Silva, Alexandre Custódio Pinto, Cristina Leite.
– São Paulo: Editora do Brasil, 2000.

ISBN 85-10-02613-0

I. Física (Ensino médio) I. Pinto, Alexandre Custódio. II. Leite, Cristina. III. Título.

00-2492 CDD-530.07

Índices para catálogo sistemático:

I. Física: Ensino médio 530.07

ISBN 85-10-02613-0



9

788510 026130

F4M19



EDITORA DO BRASIL

Rua Cons. Nébias, 887 • São Paulo/SP • 01203-001 • Fone: 0800 550211
Site: www.editoradobrasil.com.br • E-mail: pec@editoradobrasil.com.br