

# O Mundo na Escola

PROGRAMA



[www.mundonaescola.pt](http://www.mundonaescola.pt)



AGÊNCIA NACIONAL  
PARA A CULTURA  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

---

# A Física no dia-a-dia na escola







IMPRESSÃO: Maiadouro  
ISBN: 978-972-95047-5-4  
DEPÓSITO LEGAL:  
TIRAGEM: 5000 exemplares

# A Física no dia-a-dia na escola

## **Ficha Técnica da Exposição**

### **Equipa de O Mundo na Escola**

#### **Coordenação Executiva**

Ana Maria Eiró  
Graça Brites

### **Equipa do Instituto Superior Técnico**

#### **Coordenação Científica**

Pedro Brogueira  
Filipe Mendes

## **Ficha Técnica do Catálogo**

### **Conceção e Textos**

Pedro Brogueira  
Filipe Mendes  
Ana Maria Eiró  
Graça Brites

### **Apoio à produção**

Ana Alves  
Sónia Gaspar

### **Equipa da Ciência Viva**

Rosalia Vargas  
Ana Noronha

### **Design e Cenografia**

Atelier Zer0

### **Produção dos módulos “experiências”**

Maquettree Studios

### **Design gráfico / Ilustrações técnicas**

#### **Direção artística**

Atelier Zer0

### **Fotografia**

Florindo Ventura  
Carla Vicente  
Graça Brites  
Rui Fonseca  
Teresa Carvalho

O Mundo na Escola agradece a todas as escolas a disponibilização de fotografias e aos encarregados de educação a autorização para sua utilização.

# A Física no dia-a-dia na escola

Adaptação da exposição do Pavilhão do Conhecimento,  
baseada na obra “Física no dia-a-dia” de Rómulo de Carvalho



# Índice

---

<b>Infografia de consulta</b>	9		
<b>Nota de abertura</b>	11		
<b>Jardim</b>	19	<b>Sala</b>	53
<b>Trocar força por distância</b>		<b>Um sino nos ouvidos</b>	
Alavanca	20	Propagação do som	54
<b>O verdadeiro centro</b>		<b>Miragem numa panela</b>	
Centro de gravidade	24	Refração da luz	58
<b>Pousar ou pendurar?</b>		<b>As condutas de luz</b>	
Equilíbrio estável e instável	28	Da reflexão total à fibra ótica	62
<b>Eletricidade e movimento</b>		<b>Vidros curvos</b>	
Motor e gerador	32	Lentes convergentes e divergentes	66
<b>Espetar um prego de pernas para o ar</b>		<b>Ampliar de pernas para o ar</b>	
Força e pressão	36	Projedor	70
<b>A força do ar</b>		<b>Um pássaro na gaiola?</b>	
Compressão e rarefação	40	Persistência da imagem na retina	74
<b>O ar só sabe empurrar</b>		<b>Cozinha</b>	79
Bomba de encher e bomba de vácuo	44	<b>Transbordar sem entornar</b>	
<b>O sopro que atrai</b>		Tensão superficial da água	80
Escoamento entre bolas suspensas	48	<b>Pregos que flutuam e barcos que afundam</b>	
		Densidade e fluabilidade	84
		<b>Em equilíbrio dentro de água</b>	
		Submarino	88
		<b>Os diferentes pesos do litro</b>	
		Densidade de líquidos	92
		<b>Quanto mais sal maior o empurrão</b>	
		Impulsão na água salgada	96
		<b>Esconder das ondas de rádio</b>	
		Blindagem eletromagnética	100

## **Quarto** 105

---

**A outra face**  
Imagens num espelho plano 106

**Ver sem ser visto**  
Periscópio 110

**Espelho meu, reflete alguém mais magro do que eu!**  
Espelhos côncavos e convexos 114

**Nem tudo o que parece é**  
Ilusões de ótica 118

**As cores do arco-íris na palma da mão**  
Decomposição da luz branca 122

**Azul e amarelo dá branco?**  
Mistura aditiva de cores 126

## **Escritório** 131

---

**Encontrar o Norte**  
Fazer uma bússola 132

**Magnetismo sem ímãs**  
O campo magnético de um enrolamento 136

**A varinha de condão**  
Eletricidade estática 140

**Eletrões em hora de ponta**  
Resistência elétrica de fios condutores 144

**Luzes de natal ou de arraial?**  
Ligação em série e em paralelo em circuitos elétricos 148

**Partir a água e outros malabarismos**  
Eletrólise e deposição 152

## **Itinerância pelo país** 157

---

**Escolas visitadas** 158

**Distribuição geográfica** 159

A **Física no dia-a-dia** na escola é constituída por um conjunto de experiências adaptadas da exposição original do Pavilhão do Conhecimento a que foram adicionadas quatro experiências novas.

Nas experiências selecionadas, o desafio lançado ao leitor é reproduzido do livro "Física no dia-a-dia" de Rómulo de Carvalho, estando sempre assinalado o número da experiência respetiva. Todos os restantes textos e esquemas são adaptados da exposição original pelos seus autores, sendo também incluídas reproduções de imagens originais do livro de Rómulo de Carvalho.

Nas novas experiências, todos os textos e figuras foram concebidos de raiz para a exposição itinerante.

O Mundo na Escola agradece aos herdeiros de Rómulo de Carvalho a autorização para a reprodução dos textos e imagens.

# Infografia de consulta

Aspeto geral da experiência: o material

Desafio lançado ao leitor

Referência da experiência no livro de Rómulo de Carvalho

Fazendo a experiência: várias etapas

Procedimento experimental

Para ir mais longe: sugestões, precauções, aspetos práticos

Observação experimental

Compreendendo o fenómeno

Instantâneos: visitantes em ação nas escolas

Reconhecer o fenómeno noutras situações



# Nota de abertura

---

O dia 24 de Novembro de 2011, dia da inauguração da grande exposição A Física no dia-a-dia que o Pavilhão do Conhecimento desenvolveu e produziu, baseada na obra do mesmo nome de Rómulo de Carvalho, marcou o início de todo este projeto. A importância da obra, do que foi talvez o maior professor do ensino secundário português de todos os tempos, aliada ao modo muito imaginativo e apelativo como a exposição foi concebida para ser apresentada ao público, são de tal modo importantes e bem conseguidos, que foi para mim logo evidente que seria muito importante levar esta exposição pelo país, opinião aliás partilhada pelo meu amigo Pedro Brogueira, com quem na altura discuti o assunto. Achámos que valia a pena dar oportunidade ao maior número possível de jovens de perceber, experimentando, como é possível e fascinante entender a razão porque muitas coisas acontecem.

## O desafio

Umas semanas mais tarde, o senhor Ministro da Educação e Ciência convidou-me para dirigir um programa de dinamização cultural nas escolas, lançando-me o desafio de identificar, promover e incentivar atividades de ciência de muita qualidade para acontecerem nas escolas. Imediatamente pensei na possibilidade de fazer circular pelo país a mensagem de Rómulo de Carvalho através da exposição, na época e até Setembro de 2012, em mostra no Pavilhão do Conhecimento em Lisboa. E, apesar de ser apenas uma ideia, esta foi também uma das razões que me levaram a aceitar o desafio do Professor Nuno Crato e a achar que ele seria possível.

O programa O Mundo na Escola só vem a ser criado em 19 de Abril de 2012 (despacho nº 5368) para funcionar no ano letivo 2012/2013 sobre ciência e tecnologia. Naturalmente, o plano de atividades aprovado no início incluía como objetivo a circulação pelas escolas da exposição A Física no dia-a-dia, sendo que nada sobre o modo de concretização deste projeto era evidente na altura. Era preciso pensar como, sem desvirtuar o espírito e a forma do que estava em mostra, se poderia encontrar um modelo de itinerância que, de um modo eficaz e duradouro, contribuísse para o que em última análise é o objetivo de uma tal exposição: motivar os jovens para a ciência.

Contando desde logo com a Graça Brites, era preciso formar uma equipa que, naturalmente, deveria integrar elementos do Pavilhão do Conhecimento, Rosalia Vargas e Ana Noronha, os professores de física que aceitaram ser os responsáveis científicos da adaptação, Pedro Brogueira e Filipe Mendes, do Instituto Superior Técnico, mantendo a mesma equipa de *design* do Atelier Zer0. Tínhamos de pensar em conjunto um modelo para desenvolver uma réplica em menor escala da exposição mãe, de modo a manter totalmente o espírito, melhorar se possível o funcionamento das suas experiências, mas sobretudo permitir de uma forma eficiente e realista a viagem pelo país.

## O projeto

Sendo o objetivo levar a exposição para dentro das escolas, era preciso reduzir a dimensão, encontrar uma logística de arrumação que permitisse montagens e desmontagens rápidas e seguras, e um modelo simples de circulação. Usar mesas das escolas para suportar tabuleiros onde são montadas as experiências foi a solução encontrada, que passou pela conceção de caixas transportadoras de arrumo dos tabuleiros, de imagens em *stand-ups* desmontáveis que enquadram os módulos, tapetes de enrolar coloridos para assinalar cada divisão da casa e saias com imagens do livro de Rómulo de Carvalho que cobrem as pernas das mesas. Um ambiente expositivo muito semelhante ao vivido no Pavilhão do Conhecimento: uma casa, com as suas divisões, onde se desafia o visitante a realizar as experiências elaboradas com material comum. Das seis divisões da casa iniciais ficámos com cinco – o quarto, a sala, o escritório, a cozinha e o jardim; das 73 experiências mostradas inicialmente foram selecionadas 28, pensadas mais quatro sobre temas importantes da atualidade, organizadas em 32 tabuleiros. “A exposição do Pavilhão em miniatura”, nas palavras que um jovem de Castro Verde deixou escrito no livro da exposição!

A seleção das experiências foi feita por Pedro Brogueira e Filipe Mendes, investigadores treinados em ciência experimental e amantes da divulgação de ciência, que nunca perdem uma oportunidade de porem todos, grandes e pequenos, a experimentar. Era preciso depois garantir que todas as experiências iriam funcionar muito bem, resistindo à manipulação do que ambicionávamos serem muitos milhares de visitantes. A colaboração feita com Florindo Ventura e Alda Fróis, da Maquettree Studios, que foram os responsáveis pela conceção e elaboração dos tabuleiros das experiências e da manutenção de todo o material ao longo da itinerância, mostrou-se totalmente à altura das expectativas.

As experiências são sugeridas com uma pergunta, exatamente a mesma que figura no livro de Rómulo de Carvalho em cada início de capítulo. O desafio da experiência levará o visitante a entender o que se passa. Naturalmente os professores das escolas gostariam de ter à “mão” a resposta à pergunta lançada e, se possível, mais alguma explicação. Foram assim elaboradas respostas que fazem parte desta exposição, A Física no dia-a-dia na escola, contendo a observação experimental, a explicação científica para compreender o fenómeno, assinalando ainda uma situação em que o mesmo fenómeno acontece noutra contexto, sem dúvida uma mais-valia para o visitante. É este conteúdo, que pretende perpetuar esta experiência única para além do tempo de exposição, que se publica agora neste catálogo, juntamente com a explicação das experiências, acompanhado do registo de muitas emoções sentidas ao descobrir a magia da física, através das fotografias tiradas durante o tempo de exposição nas diferentes escolas.

## Os locais de exposição - as escolas

Motivar as escolas para receber a exposição não se afigurava uma tarefa fácil. Se a ideia de receber uma exposição é em si apelativa, a consciência de que é preciso encontrar um espaço, disponibilizá-lo, agregar vontades junto dos professores de áreas científicas para garantir o funcionamento, organizar as visitas colaborando com o responsável de O Mundo na Escola, sempre presente, abrir ao fim de semana para receber os pais e a comunidade em geral, promover, se possível, atividades paralelas sobre ciência ou literatura, dar a conhecer António Gedeão... pode tornar difícil uma adesão por parte das escolas.

Esta não foi contudo a experiência com a nossa primeira mostra. Tivemos por parte da primeira escola que desafiámos, a Escola Rainha Santa Isabel na Carreira (Leiria), uma resposta tão entusiástica e tão positiva, que nos levou a achar que, apesar de ambicioso, o nosso projeto se poderia tornar realidade. Com esta escola aprendemos que não só este modelo era possível, como a partir desta atividade muitas outras se poderiam dinamizar dentro da escola e junto da comunidade. Foi ainda nesta escola que fizemos a primeira formação, com cerca de 20 professores das escolas que iriam receber a exposição. Assegurada pelos nossos responsáveis científicos, Pedro Brogueira e Filipe Mendes, foram sempre momentos de convívio e de grande aprendizagem. Conseguiu-se transmitir o gosto e a importância de experimentar... para saber.

Surpreendentemente, ao longo de 38 escolas já visitadas de norte a sul do país, foi sempre possível encontrar



quem estivesse disposto a colaborar. Do Minho e Trás-os-Montes ao Algarve, em escolas básicas mas também em secundárias, foram disponibilizados espaços, por vezes alterando as rotinas diárias, encontraram-se grupos de professores muito motivados, fizeram-se atividades paralelas, sobre ciência e sobre poesia. António Gedeão mostrou-se um importante aliado de Rómulo de Carvalho, sobretudo na motivação dos professores das áreas das humanidades. Os professores bibliotecários foram, em regra, dos nossos mais entusiásticos adeptos.

## Os agradecimentos

Com início em Novembro de 2012, e mais de 58 mil visitantes, esta iniciativa já ultrapassou largamente os seus objetivos tendo sido, na perfeita aceção da palavra, um verdadeiro trabalho de equipa. A todos, sem exceção, devo o meu agradecimento que gostaria aqui de explicitar:

à Rosália Vargas e à Ana Noronha, que deram o seu acordo para o arranque do projeto e adaptação da exposição do Pavilhão;

ao Pedro Brogueira e ao Filipe Mendes que, de um modo incansável e com um entusiasmo contagiante, se disponibilizaram para o acompanhamento de toda a parte científica, ajudando a garantir que eram escolhidas as melhores experiências, que podiam todas funcionar em perfeição, que eram bem entendidas e explicadas, que os textos eram claros e apelativos;

à Luísa Pacheco e ao Fernando Salvador, da Atelier Zer0, responsáveis pela adaptação do *design* da exposição inicial, que tornou esta nova exposição a real miniatura da que esteve inicialmente exposta no Pavilhão do Conhecimento, sendo também autores do *design* deste catálogo;

ao Florindo Ventura e à Alda Fróis, da Maquettree Studios, que dando corpo aos conceitos discutidos, construíram, transportaram, mantiveram, montaram e desmontaram todo o equipamento utilizado, e ainda, fotografaram todos os detalhes da evolução das experiências;

aos monitores que acompanharam as exposições por todo o país: o Rui Fonseca e a Teresa Carvalho que estiveram connosco desde a primeira mostra, tendo o Rui continuado este ano letivo de 2013/2014; o Augusto Rodrigues e a Carla Vicente, que acompanharam as exposições desde Fevereiro de 2013, tendo o Augusto continuado para 2013/2014; a Alexandra Fonseca e a Isabel Castro Chaves, que apoiaram de Abril a Junho do ano passado, continuando a Isabel este ano letivo. Eles fizeram a diferença junto das crianças e jovens por todo o país;

à Susana Ferreira, da Ciência Viva, que resolveu sempre todas as questões financeiras, mesmo as mais complicadas;

à Sónia Gaspar e à Ana Alves cujo apoio na fase final da elaboração deste catálogo foi muito importante; finalmente, à Graça Brites que, tendo ajudado a definir o modelo de itinerância desde a primeira hora, coordenou toda a logística de funcionamento, motivando as escolas e escolhendo os locais de mostra, assegurando por um lado todo o diálogo com as escolas, por outro a coordenação de todas as atividades de O Mundo na Escola, quer fossem montagens, desmontagens, formações dos professores, inaugurações, notícias no *site*, logística dos monitores... além da motivação para o desenvolvimento de atividades sobre António Gedeão, cuja realização assumiu pessoalmente em algumas escolas.

A todos, muito obrigada!

Naturalmente, nada disto teria sentido sem as Escolas, aquelas que têm funcionado como verdadeiros parceiros nesta missão. Ajudar a despertar os nossos jovens para a ciência, passar a mensagem de que aprendendo ciência se pode viver melhor, ensinar que vale a pena pensar, experimentar, entender porquê, é talvez o que de mais gratificante um professor pode fazer. Para poder ouvir da boca de uma das nossas crianças, da escola de Lagos, apenas com oito anos de idade que, com orgulho, respondia a uma questão colocada numa aula: “eu sei, porque experimentei!”

Lisboa, Março de 2014

Ana Maria Eiró  
Diretora do programa O Mundo na Escola



Jardim

Sala

Cozinha

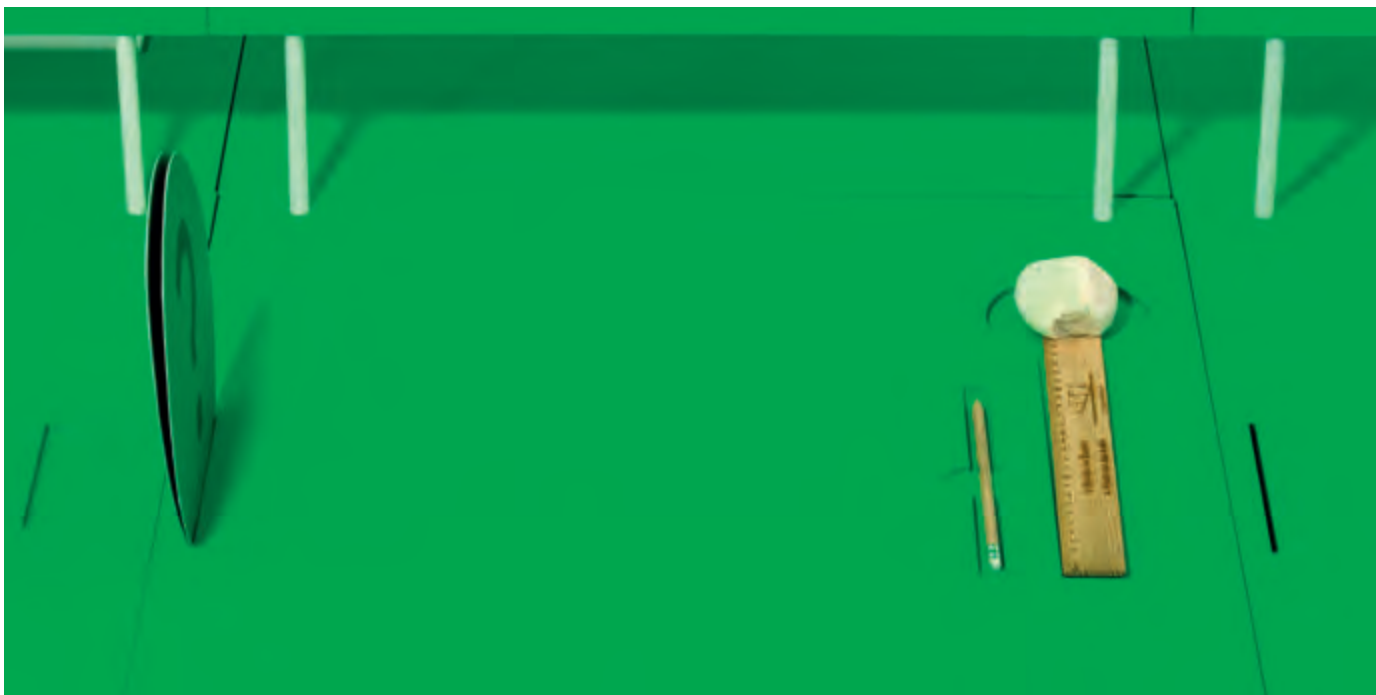
Quarto

Escritório





Jardim

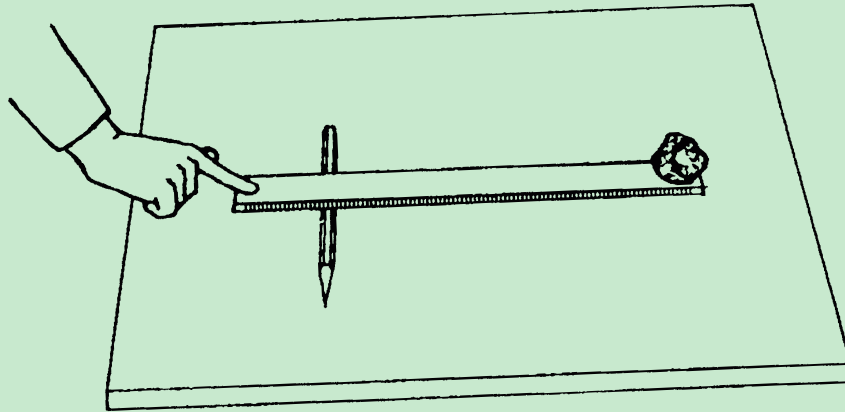


**Eu não sei se o meu amigo é homem de muitas forças mas sempre lhe faço uma pergunta: seria capaz de mover uma pedra de 200 quilos com a força dos seus músculos?**

• RÔMULO •  
25  
• DE CARVALHO •



- Coloque o lápis por debaixo da régua, como mostra a figura.
- Levante o objeto apoiando um dedo na extremidade oposta da régua. Fez muita força para baixo?
- Repita a experiência colocando o lápis em várias posições debaixo da régua. Reparou nalguma relação entre o ponto onde coloca o lápis e a força que tem de fazer para levantar o objeto?

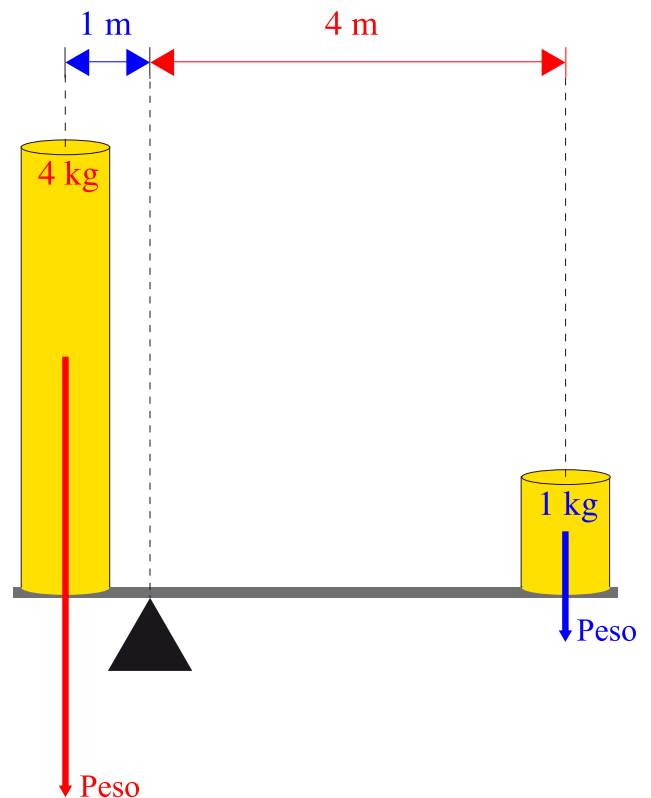


Nem todas as alavancas têm o ponto de apoio entre o peso e a força. Veja como se relaciona a força exercida e o seu efeito num quebra-nozes e numa pinça. Pode usar o seu dedo (com cuidado) como sensor.



Quanto maior for a distância do dedo ao lápis mais fácil é levantar a pedra.

A régua funciona como uma alavanca e o lápis como ponto de apoio. Ao elevar a pedra, a força que temos de exercer é tanto menor quanto maior for a distância ao ponto de apoio da alavanca. Para a mesma elevação da pedra, quanto menor for a força aplicada, maior terá de ser o deslocamento da nossa mão na vertical, porque a energia se conserva.





Um alicate de corte funciona como uma alavanca, permitindo cortar um cabo de aço com a força das mãos.



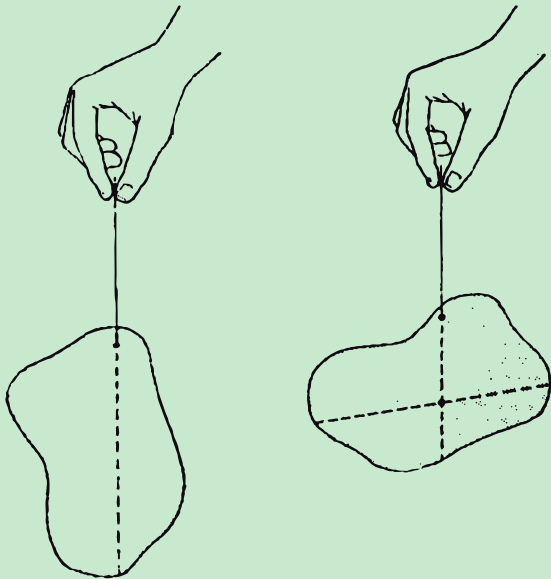
Já ouviu falar em centro de gravidade de um objeto? Vamos ver como é que se descobre o lugar em que se encontra esse centro.

• RÓMULO •  
28  
• DE CARVALHO •



1.

- Escolha uma placa e tente acertar no ponto em que a equilibra num dedo. Conseguiu?



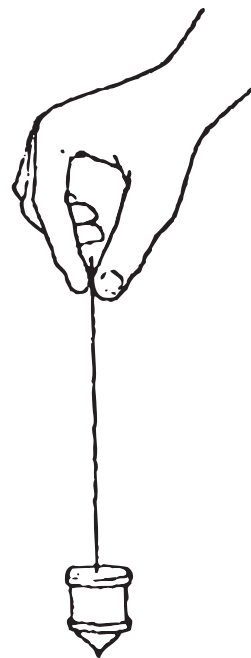
2.

- Use um dos furos para suspender a placa no gancho. Tenha o cuidado de passar o fio vertical pela frente da placa.
- Marque sobre a placa uma linha que coincide com a posição do fio.
- Proceda como anteriormente utilizando agora outro furo.
- Retire a placa do gancho e apoie-a sobre o dedo no cruzamento das duas linhas. Ficou em equilíbrio?
- Apague as linhas que desenhou para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

Uma maneira expedita de determinar a metade de um varão é encontrar o ponto em que este se equilibra apoiado num dedo.

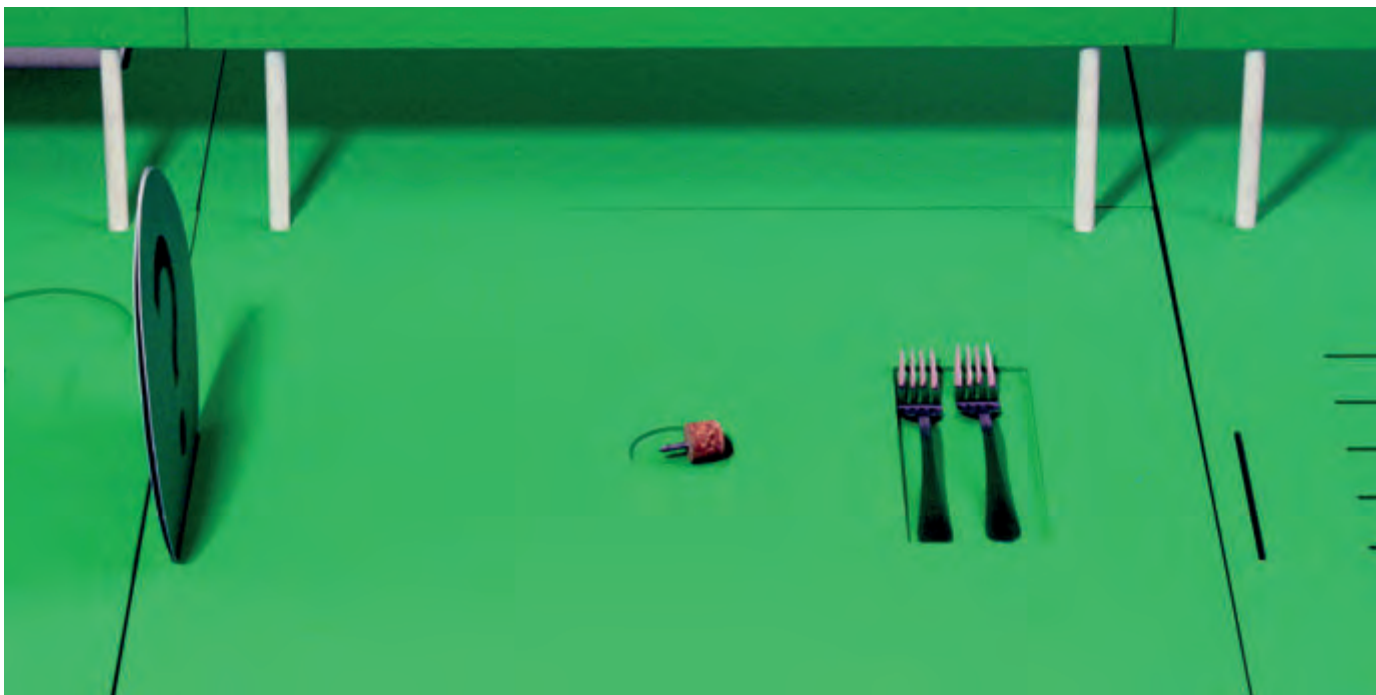
**A placa fica equilibrada quando é suspensa pelo fio ou quando é apoiada no dedo no ponto de cruzamento das linhas.**

O peso dos objetos está distribuído por todo o seu volume. Para equilibrar a placa é necessário que a força exercida pelo dedo tenha uma direção que passe por um ponto a que chamamos centro de gravidade. Suspendendo-a de vários pontos e desenhando essas direções, todas elas se cruzam no centro de gravidade. É nesse ponto que devemos apoiar a placa sobre o dedo.





As gruas movem grandes objetos suspensos pois desta forma estão sempre equilibrados.



**Será o meu amigo capaz de equilibrar um ovo em pé ou de caminhar num arame como às vezes se vê fazer no circo?**

• RÓMULO •  
30  
DE CARVALHO



1.

- Tente equilibrar a rolha com o prego na ponta do dedo, como observa na figura. Conseguiu?



2.

- Espete dois garfos na rolha, como na figura.
- Experimente agora equilibrar o conjunto na ponta do dedo. Conseguiu? Sabe explicar porquê?
- Retire os garfos da rolha, para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

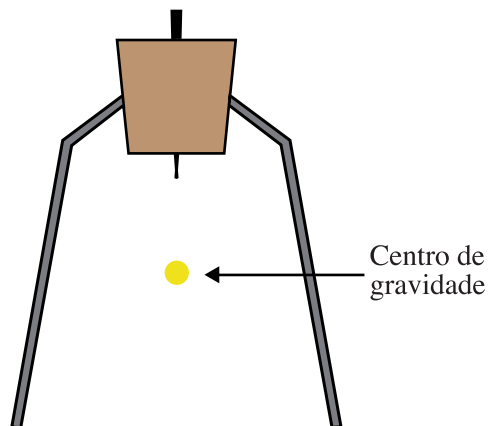
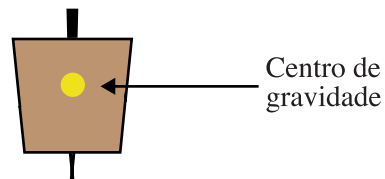


Consegue fazer bem o pino? E pendurar-se numa barra pelos braços?



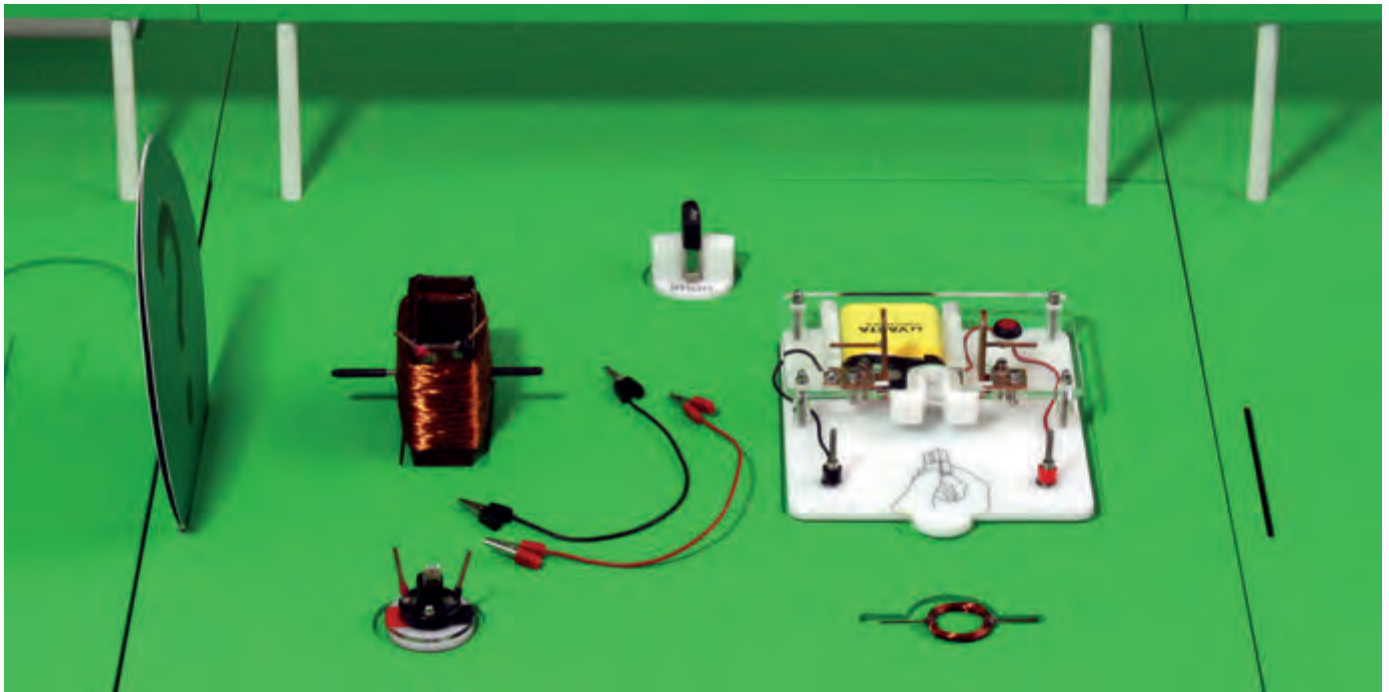
**A rolha espetada no prego não se equilibra, mas equilibra-se com facilidade se usarmos os garfos.**

O conjunto rolha e prego tem o centro de gravidade no meio e acima do dedo. Só estará em equilíbrio se o centro de gravidade estiver exatamente na vertical do dedo e é por isso instável. Fixando os garfos na rolha com os cabos para baixo, o centro de gravidade passa a ficar abaixo da ponta do prego e o equilíbrio torna-se estável. É como se o conjunto estivesse suspenso em vez de pousado no dedo.

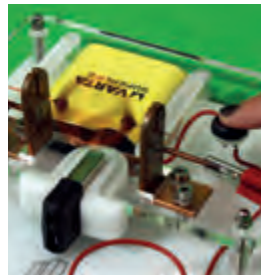




Se encher um ovo com um pouco de areia o centro de gravidade fica abaixo do centro geométrico. Fica com um chamado "sempre-em-pé".

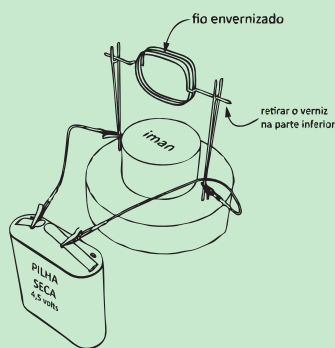


Já alguma vez olhou para um motor elétrico com a ideia de perceber como funciona? E sabe como é produzida a eletricidade? Vamos fazer um motor e um gerador muito simples e vai ver como funcionam bem.



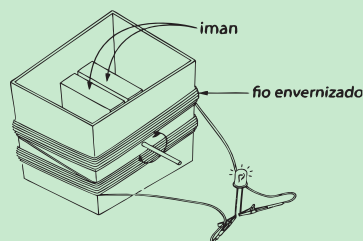
1.

- Coloque o enrolamento de cobre nas ranhuras das hastes e ligue-as à pilha.
- Pressione o botão e com o dedo dê um pequeno impulso ao enrolamento. Ficou a rodar?
- Volte a dar um pequeno impulso mas com o íman próximo do enrolamento. Que aconteceu?
- Retire o enrolamento das hastes e desligue os fios para que o próximo visitante possa fazer a experiência.



2.

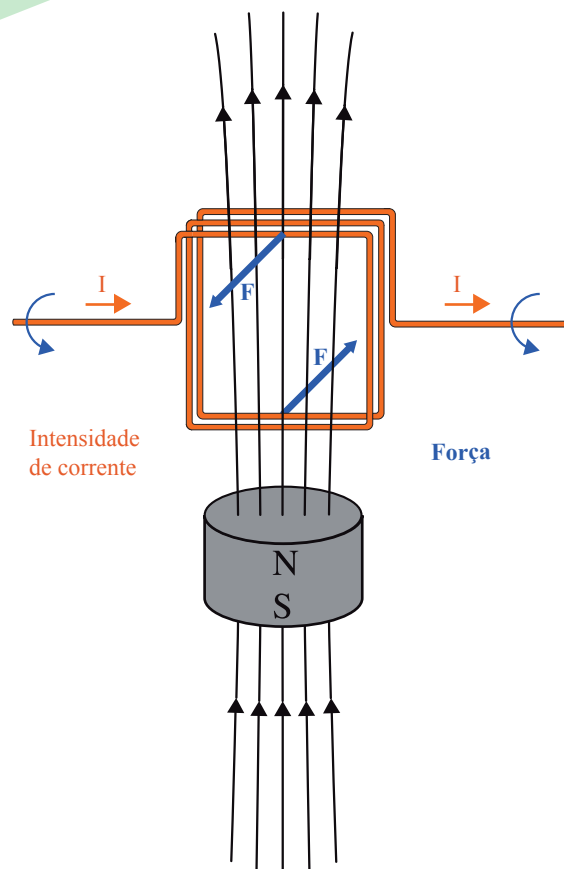
- Ligue cada um dos extremos da lâmpada às pontas livres do fio de cobre que está enrolado em torno da caixa. Acendeu?
- Coloque os ímanes no interior da caixa e fixe-os no eixo que a atravessa. Aconteceu alguma coisa?
- Faça rodar o eixo. Que observa?
- Retire os ímanes da caixa e desligue os fios da lâmpada para que o próximo visitante possa fazer a experiência.



Faça o enrolamento do motor com 10 voltas de fio de cobre de 0,7 mm de diâmetro em torno de uma pilha de 1,5 V de tamanho grande. Com o enrolamento pousado na vertical remova o verniz das extremidades da face virada para cima. Utilize um íman de neodímio e não deixe o enrolamento parado nos apoios porque pode aquecer muito.

O enrolamento só fica a rodar se a pilha estiver ligada e o íman próximo. No gerador, a lâmpada acende quando o íman roda no interior do enrolamento.

Num motor elétrico pretende-se converter energia elétrica em energia mecânica e num gerador o inverso. Ao ligar a pilha no motor faz-se passar uma corrente elétrica no enrolamento. Essa corrente é constituída por cargas elétricas em movimento que, na presença do campo magnético, sentem uma força perpendicular à corrente e ao campo. E por isso o enrolamento roda. No caso do gerador, a corrente elétrica é induzida quando se faz variar o campo magnético que atravessa um circuito condutor. Essa variação é conseguida, por exemplo, rodando o prego e obrigando o íman a mover-se no interior do enrolamento. A corrente assim gerada é utilizada para acender a lâmpada.





Um carro telecomandado usa um motor elétrico a pilhas para se mover.



O meu amigo saberá explicar por que é que um prego com o bico aguçado entra bem na madeira quando se martela e custa a entrar se tiver a ponta romba?

• RÓMULO •  
34  
• DE CARVALHO •



1.

- Tente enfiar o bico do prego grande no material que a caixa contém.
- Faça agora o mesmo com o outro lado do prego. Sentiu alguma diferença na força que fez?

2.

- Tente fazer o mesmo com a sua mão, com os dedos esticados e juntos, e depois de punho fechado.

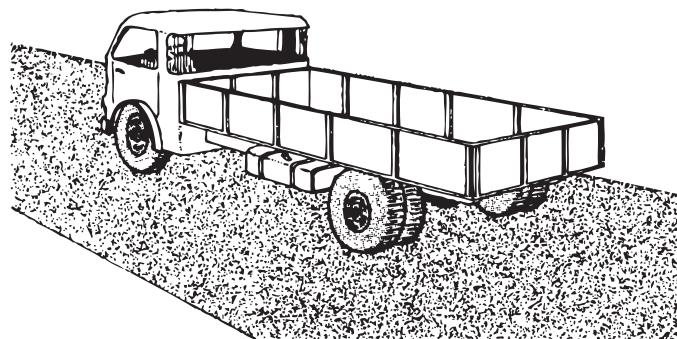


Pode utilizar uma escova de pelo de aço para sentir este efeito. Apoie um dedo sobre a escova e coloque-lhe em cima um objeto pesado. Compare com o que sente se colocar o objeto sobre toda a palma da mão apoiada na escova.



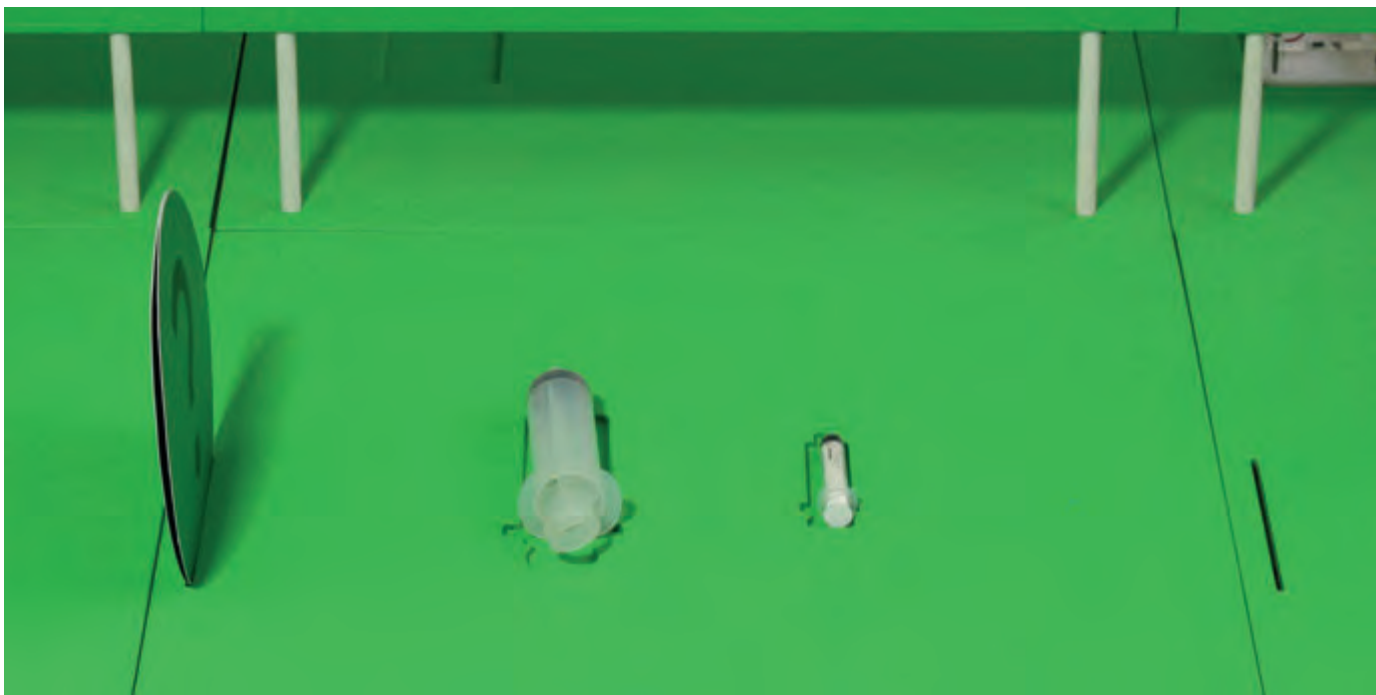
**A força para enfiar o prego pelo bico é menor do que para enfiá-lo pelo outro lado. Meter a mão com os dedos esticados é também mais fácil do que com o punho fechado.**

O material da caixa está compactado e por isso resiste à entrada do prego ou da mão. Para a mesma força aplicada, quanto mais afiado for o prego maior é a pressão exercida pela ponta. Assim é mais fácil mover as partículas na caixa ou rasgar as fibras da madeira para o prego entrar.





As agulhas das seringas das vacinas são muito finas e conseguem entrar no corpo quase sem se sentir.



**O meu amigo já teve necessidade de apanhar injeções, ou já viu dar alguma?  
Reparou como o líquido da ampola entrava para a seringa?**

• RÓMULO •  
53  
• DE CARVALHO •

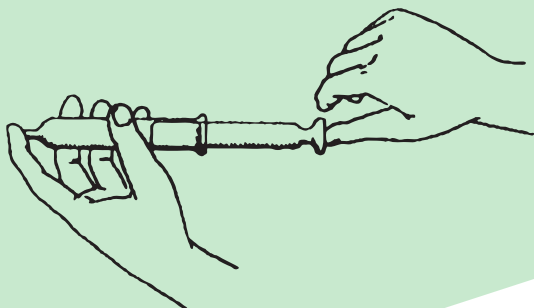


1.

- Agarre na seringa maior e puxe o êmbolo para fora, sem o tirar.
- Tape o orifício de saída do tubo com a ponta do dedo e empurre êmbolo, comprimindo o ar que está na câmara. Conseguiu empurrar o êmbolo até ao fim? Porque será?

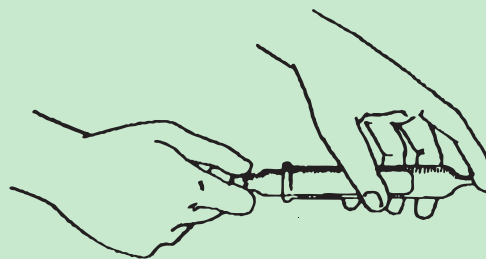
2.

- Desça o êmbolo até ao fundo e tape o orifício de saída com o dedo. Agora puxe o êmbolo para trás. Consegue tirá-lo fora? Porque será?



3.

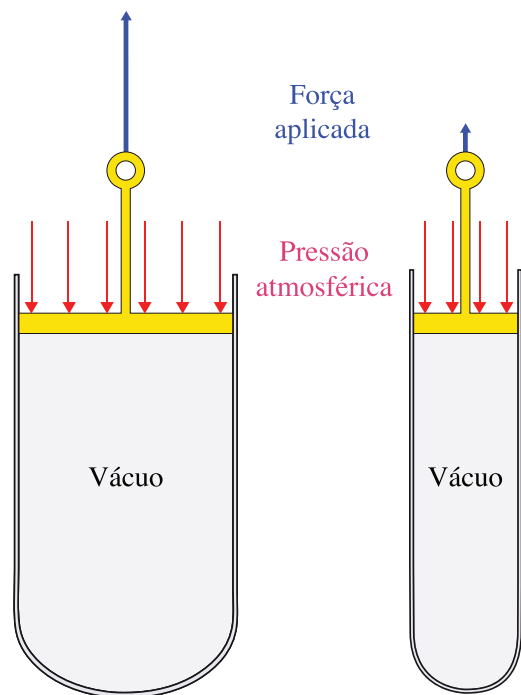
- Refaça agora todos os passos com a seringa de menor diâmetro. Encontrou alguma diferença significativa?



Abra uma garrafa, introduza uma palhinha e vede a abertura com plasticina. Consegue beber a água até ao fim, sem parar?

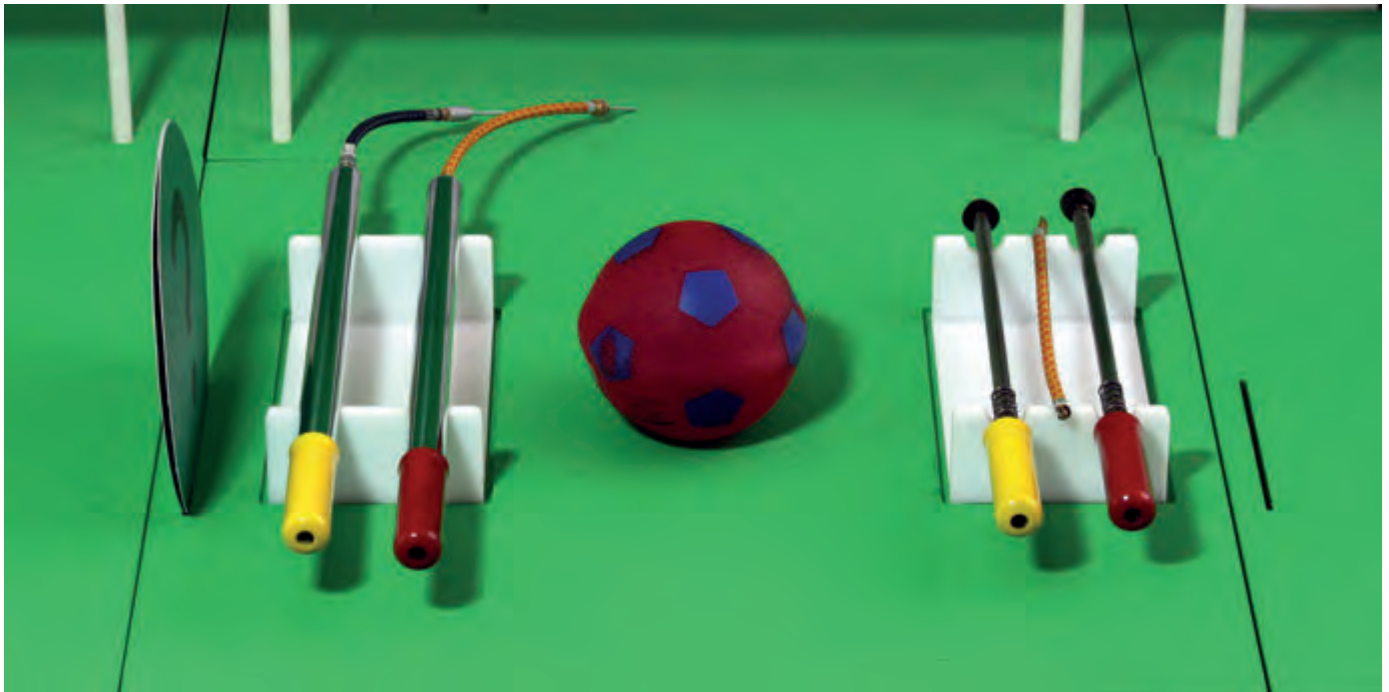
O êmbolo da seringa move-se para dentro com dificuldade e acaba por parar. Para fora é também difícil deslocá-lo, mas na seringa fina acaba por sair.

Com o orifício da seringa tapado não é possível empurrar o êmbolo até ao fim devido ao grande aumento de pressão no seu interior. Puxando o êmbolo para fora a pressão do ar na câmara diminui, mas mesmo que chegasse a zero seria possível tirar o êmbolo. Bastaria exercer uma força superior à que a atmosfera exerce do lado de fora e que aumenta com a área do êmbolo.

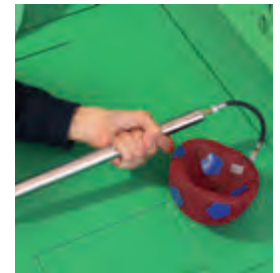




Uma bomba de água num poço diminui a pressão para que a água possa subir empurrada pela atmosfera.

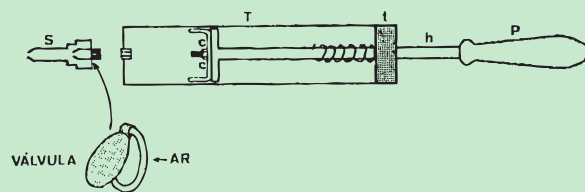


É muito possível que o meu amigo já se tenha servido de uma bomba para encher a câmara de ar de alguma bicicleta ou de uma bola de futebol. Sabe como funciona essa bomba? E sabe que uma bomba que serve para introduzir ar, também pode servir, com uma pequena alteração, para fazer o contrário, isto é, para retirar o ar. Quer ver como?



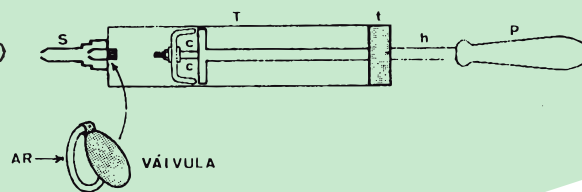
1.

- Ligue a bomba vermelha ao pipo da bola e encha-a. Funcionou como esperava?
- Observe com atenção a bomba vermelha desmontada e a válvula de saída para entender como funcionam.



2.

- Ligue a bomba amarela ao pipo da bola e bombeie o mais que puder. Funcionou como esperava?
- Observe com atenção a bomba amarela desmontada e a respectiva válvula de saída e repare nas diferenças relativamente à bomba de encher.

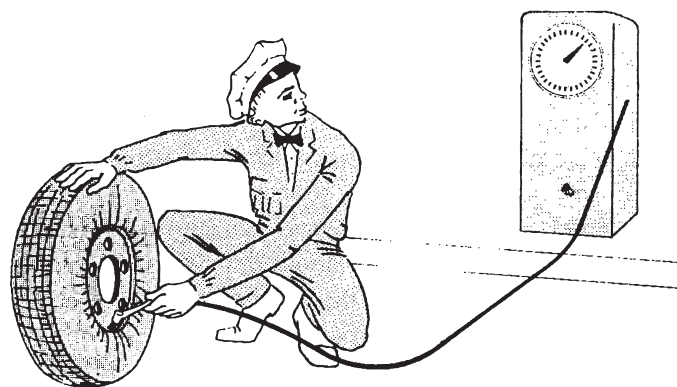


Já pensou em fazer uma bomba de vazar com lume? Para sugar um ovo cozido para dentro de uma garrafa, lance no seu interior um pequeno molho de fósforos bem acesos para ainda arderem uns instantes, tape o gargalo com o ovo e espere um pouco. A dimensão do gargalo deve ser pouco menor que a do ovo.



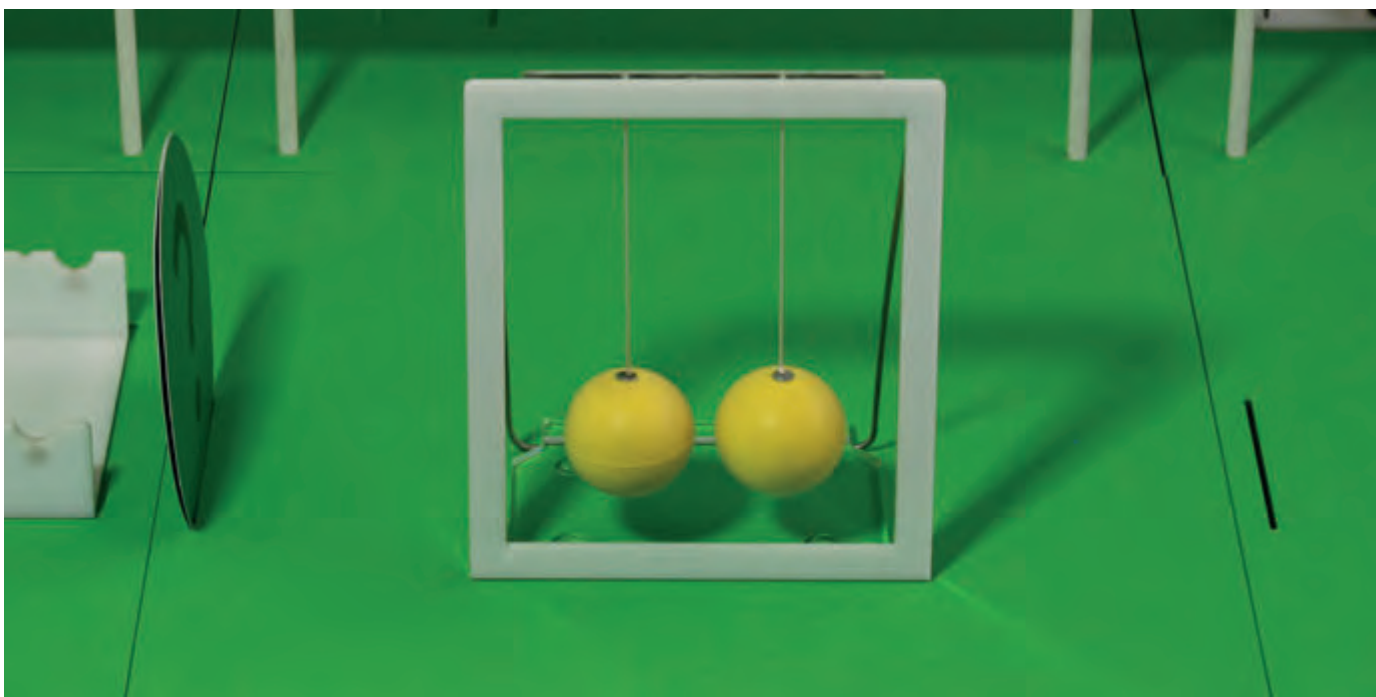
Cada bomba é constituída por um cilindro, um êmbolo e válvulas de entrada e saída do ar. Com a bomba vermelha enchemos a bola e com a outra esvaziamo-la. A bomba amarela tem o êmbolo e as válvulas montadas ao contrário da bomba vermelha.

Mover o êmbolo faz variar o volume da câmara. Empurrando-o comprime-se o ar na câmara e a pressão sobe. Puxando-o expande-se o ar e a pressão desce. Na bomba de encher, as válvulas só permitem a passagem do ar do exterior para a bola, e na de vazar no sentido inverso. Cada uma das bombas cumpre a sua função porque o ar passa sempre das zonas de maior pressão para as zonas de menor pressão.





As bombas de vácuo para garrafas de vinho abertas retiram o ar interior, para melhor conservação do vinho.

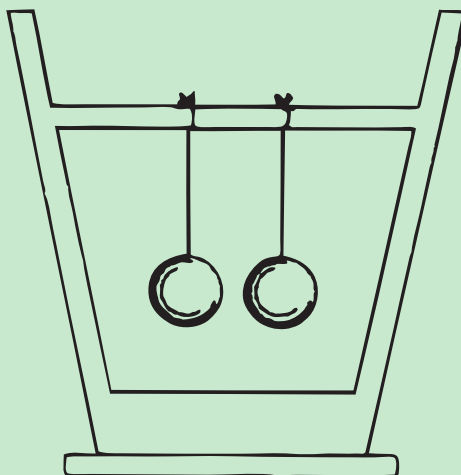


**Vou dar-lhe um exemplo relativo à existência da pressão atmosférica e estou em crer que o meu amigo vai gostar dele.**

• RÓMULO  
54  
DE CARVALHO •



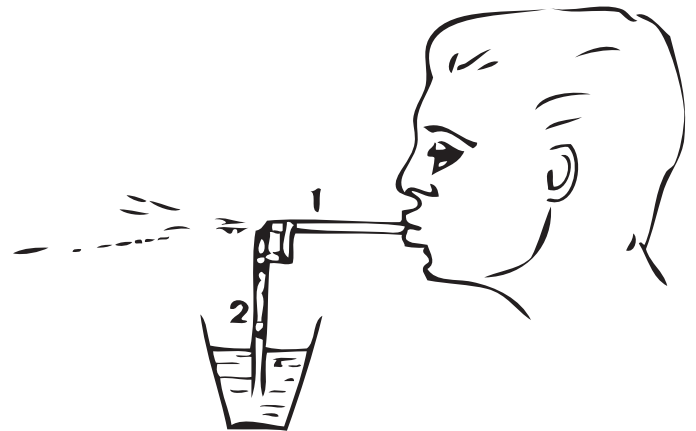
- Sopre no intervalo entre as esferas penduradas. Aconteceu o que esperava? Sabe porquê?

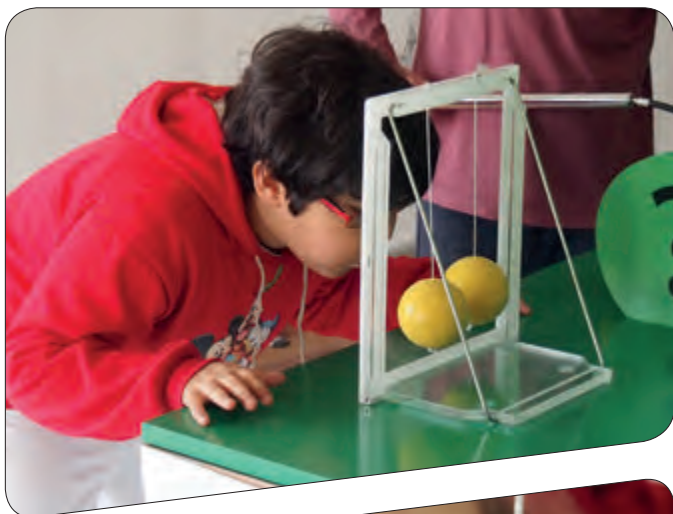


Quaisquer duas esferas ou cilindros de dimensões semelhantes penduradas por fios permitem visualizar este efeito. Por exemplo, duas maçãs ou duas uvas.

**Quando se sopra com força no intervalo entre as esferas, elas juntam-se.**

As esferas sofrem a ação da pressão atmosférica sobre toda a sua superfície. Em cada ponto há uma força que aponta para o centro pelo que a resultante é nula e as esferas estão em equilíbrio. Quando se sopra no intervalo entre elas, o ar ganha velocidade e a pressão sobre as esferas diminui nessa região. As esferas são empurradas uma contra a outra porque deixam de estar em equilíbrio.



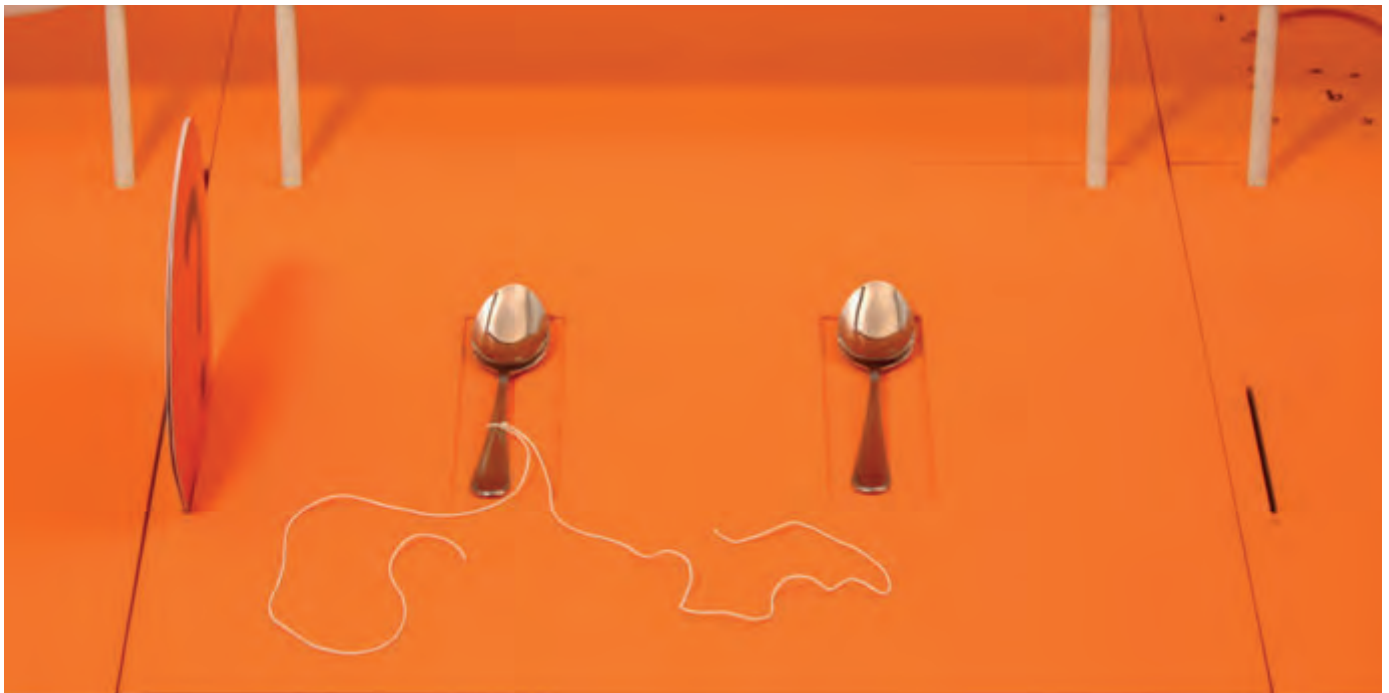


Num aerógrafo a velocidade do ar faz diminuir a pressão e a tinta no depósito sobe.



Sala





**Sabe o que é o som e como é que ouvimos? Faça lá esta experiência.**



1.

- Pendure em cada um dos dedos indicadores as pontas do cordel que prende a colher.
- Peça a um colega que percute a colher suspensa com a outra colher. Ouviu bem?



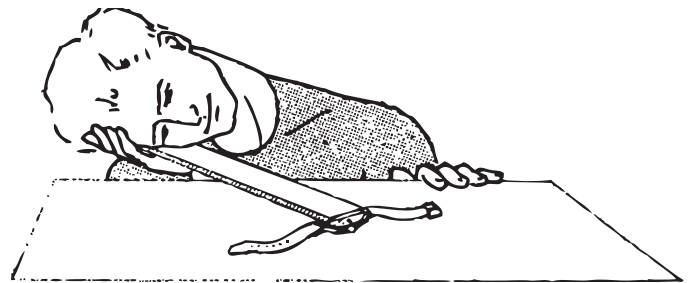
2.

- Repita a experiência tapando em simultâneo os dois ouvidos com os dois indicadores. O que ouviu?

Ligue o fundo de dois copos de cartão com um fio muito comprido. Use "fio do norte" ou "fio de vela". Fure o fundo do copo e prenda o fio com um clip colocado pelo lado de dentro. Ao esticar o fio obtém um "telefone" mecânico.

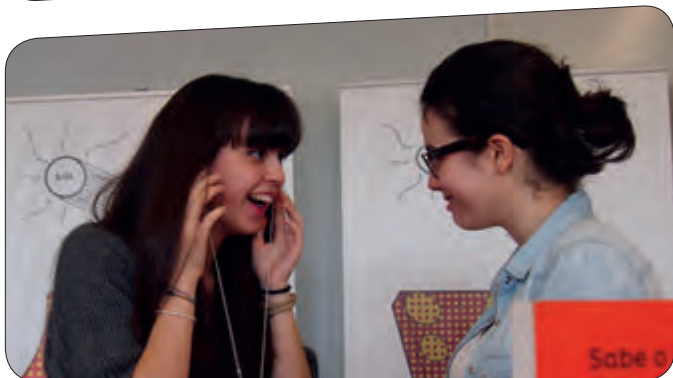
**Percutindo a colher suspensa ouve-se um som. Com os dedos nos ouvidos ouve-se muito melhor.**

A colher ao ser percutida vibra. Essas vibrações propagam-se no ar e chegam aos nossos ouvidos. É o som. Os sólidos e os líquidos são meios elásticos que em geral propagam melhor o som que o ar. As vibrações da colher são conduzidas pelo fio até aos nossos dedos e destes ao ouvido.





Nos filmes de *cowboys* os assaltantes encostam o ouvido aos carris para ouvir o comboio com muita antecedência. No ferro o som propaga-se até muito longe com uma velocidade de 21600 km/h! (no ar a velocidade do som é de 1200 km/h)



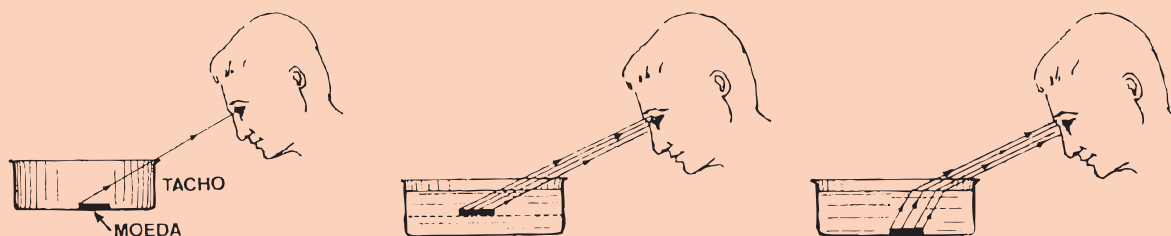


**Talvez já lhe tenha sucedido alguma vez querer apanhar qualquer coisa que está dentro de água e parecer-lhe mais perto da mão do que realmente está. Sabe por que é que isso acontece?**



- Ponha-se de pé, bem direito, defronte do recipiente, e olhe para a moeda. Vá recuando até deixar de a ver, como ilustra a figura. Deixe-se ficar exatamente aí, sem se mexer.

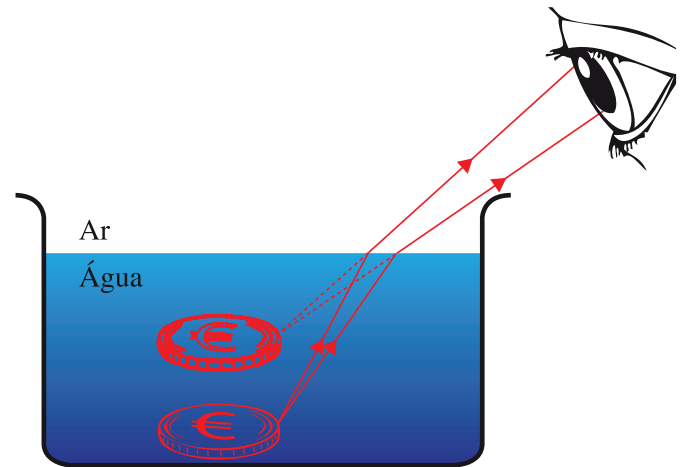
- Peça a outro visitante que deite água no recipiente. O que aconteceu?
- Volte a colocar a água no recipiente inicial, para que o próximo visitante possa fazer a experiência.



Use um pouco de plasticina para colar a moeda no fundo do tacho e evitar que o caudal da água durante o enchimento a desloque.

Quando colocamos água no recipiente voltamos a ver a moeda.

Os raios de luz viajam em linha reta. Quando passam da água para o ar mudam de direção, tornando-se mais horizontais e conseguindo chegar aos olhos do observador. Este desvio (refração) resulta de a luz se deslocar a velocidades diferentes no ar e na água. A moeda passa a ser visível, como se tivesse subido.

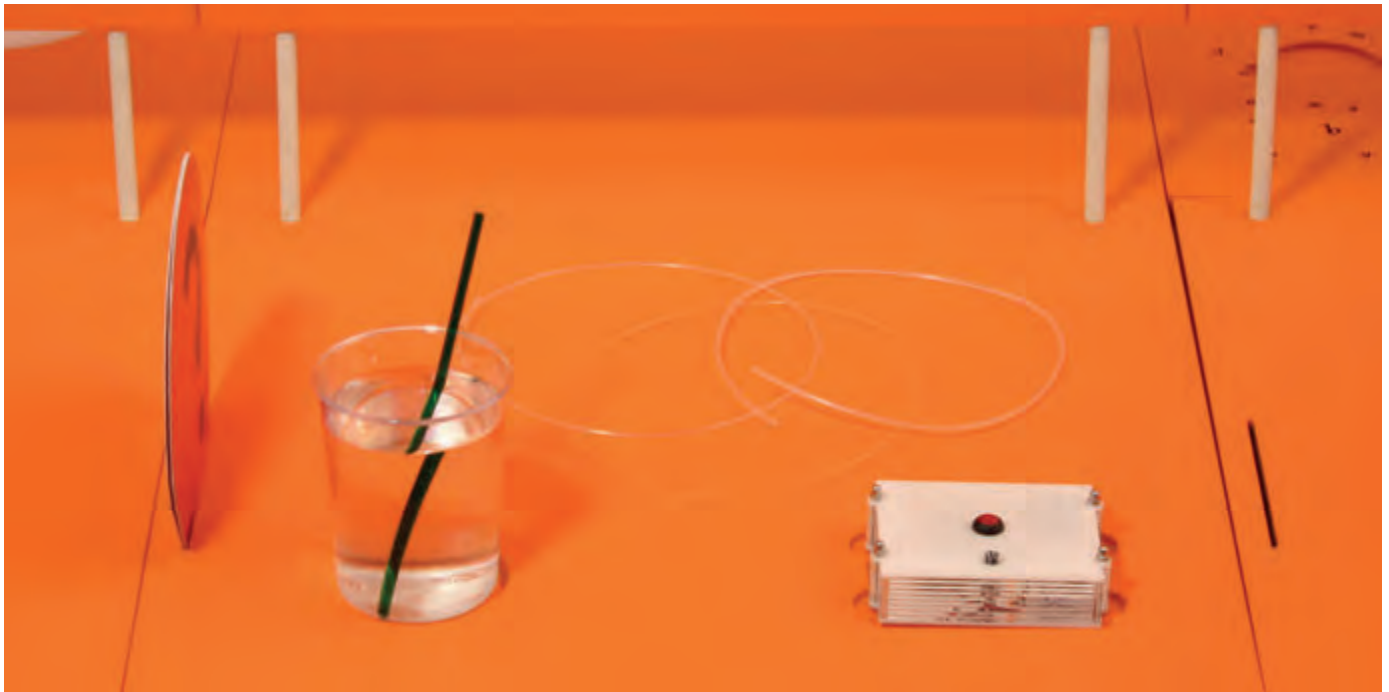




As miragens ocorrem quando a luz se refrata ao atravessar camadas de ar a temperaturas diferentes, mais elevadas junto ao solo. Um exemplo é a imagem do céu que se confunde com um lago de água, observada numa estrada muito quente ou no deserto.





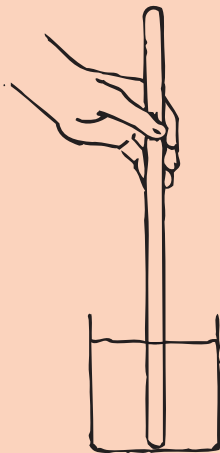


**As fibras ópticas são usadas para conduzir luz e funcionam por reflexão total. Sabe o que isso é?**



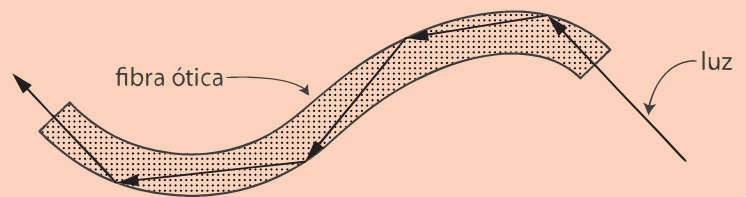
1.

- Coloque-se com os olhos ao nível do copo com água.
- Introduza a vareta na água e segure-a na vertical, ao centro do copo. Mantendo-a vertical, mova-a lentamente para o lado, por exemplo para a direita, até tocar no copo. Que observou?



2.

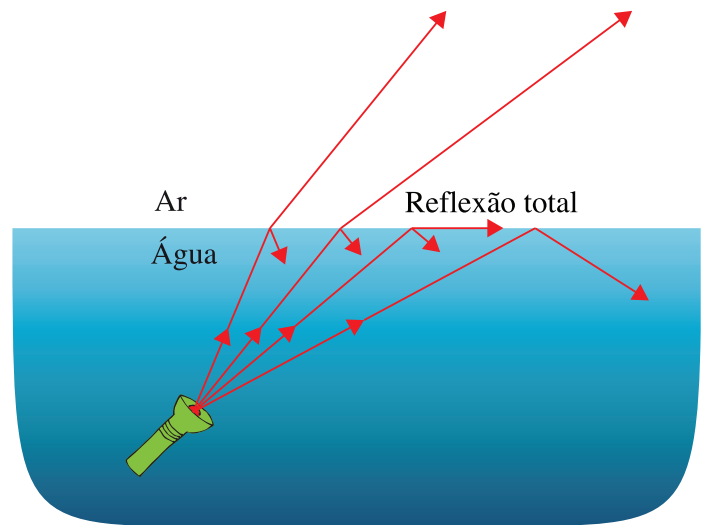
- Ligue a luz do LED. Olhe para uma ponta da fibra ótica e coloque a outra em frente ao LED. Que observa? Acha que a luz também está a sair pelos lados da fibra?

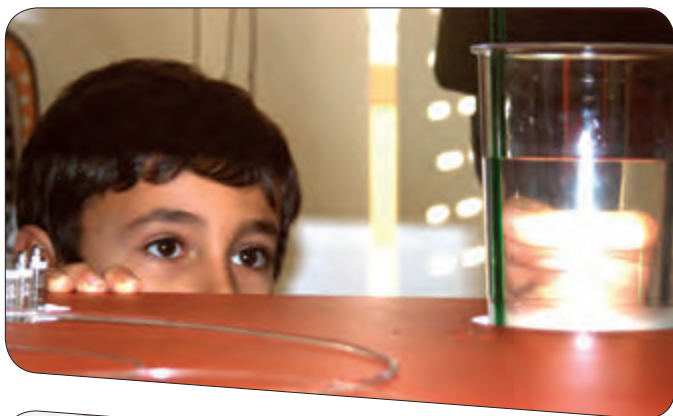


Pode utilizar uma palhinha colorida e um recipiente cilíndrico de vidro com um diâmetro igual ou superior a 10 cm. Se o recipiente não tiver as paredes verticais, ao aproximar a palhinha das paredes incline-a para a encostar em todo o seu comprimento.

A partir de um certo momento deixa de se ver a porção da vareta que está dentro de água. A luz só sai pela ponta da fibra ótica.

A luz muda de direção quando passa da água ou do vidro para o ar, afastando-se da perpendicular à superfície que separa os dois meios. Quando incide muito horizontalmente nessa superfície, a luz já não passa e volta toda para trás. Dá-se a reflexão total. Por isso a vareta deixa de se ver dentro do copo e a luz que entra numa ponta da fibra ótica só sai na outra.





As fibras óticas começam a ser usadas para levar a televisão, o telefone e a internet até às nossas casas.





**O meu amigo sabe muito bem o que são lentes. São pedaços de vidro, não são? Mas também deve saber que nem todos os pedaços de vidro são lentes. Vamos conversar sobre isso.**



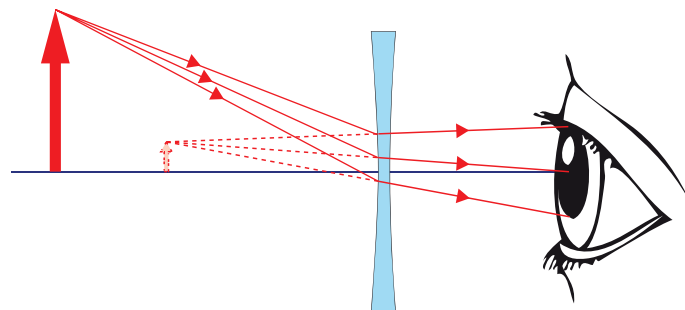
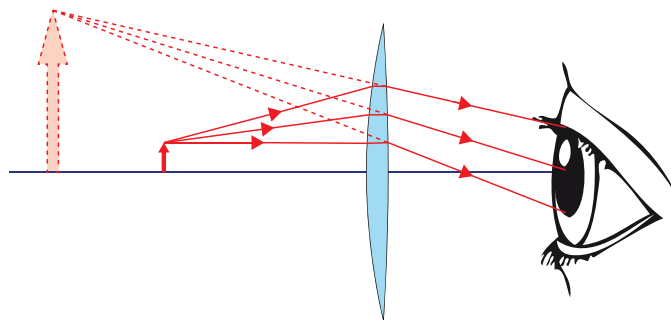
- Utilize uma das lentes de cada vez para ver as letras. Que observou?
- Que características têm as lentes que aumentam e as que diminuem? Serão todas realmente lentes?

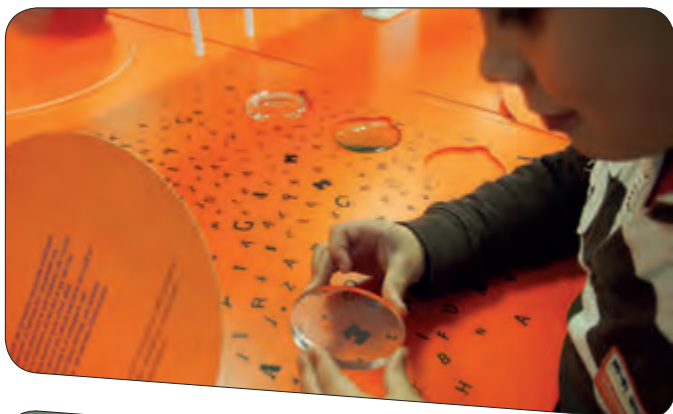


As lupas são lentes convexas fáceis de encontrar. As lentes côncavas são as lentes dos óculos para a miopia. A sua principal característica é que a borda é mais grossa que o centro.

Os vidros com faces curvas alteram o tamanho das letras mas os que têm faces planas não.

Os raios de luz mudam de direção quando entram ou saem do vidro devido à refração. Quando as duas faces do vidro são planas e paralelas, os raios entram e saem com a mesma direção e as letras não se deformam. Mas basta que uma das superfícies seja curva para os raios saírem do vidro com uma direção diferente e a imagem ser deformada. Usadas perto das letras, as lentes convexas aumentam-nas. As lentes côncavas diminuem-nas.

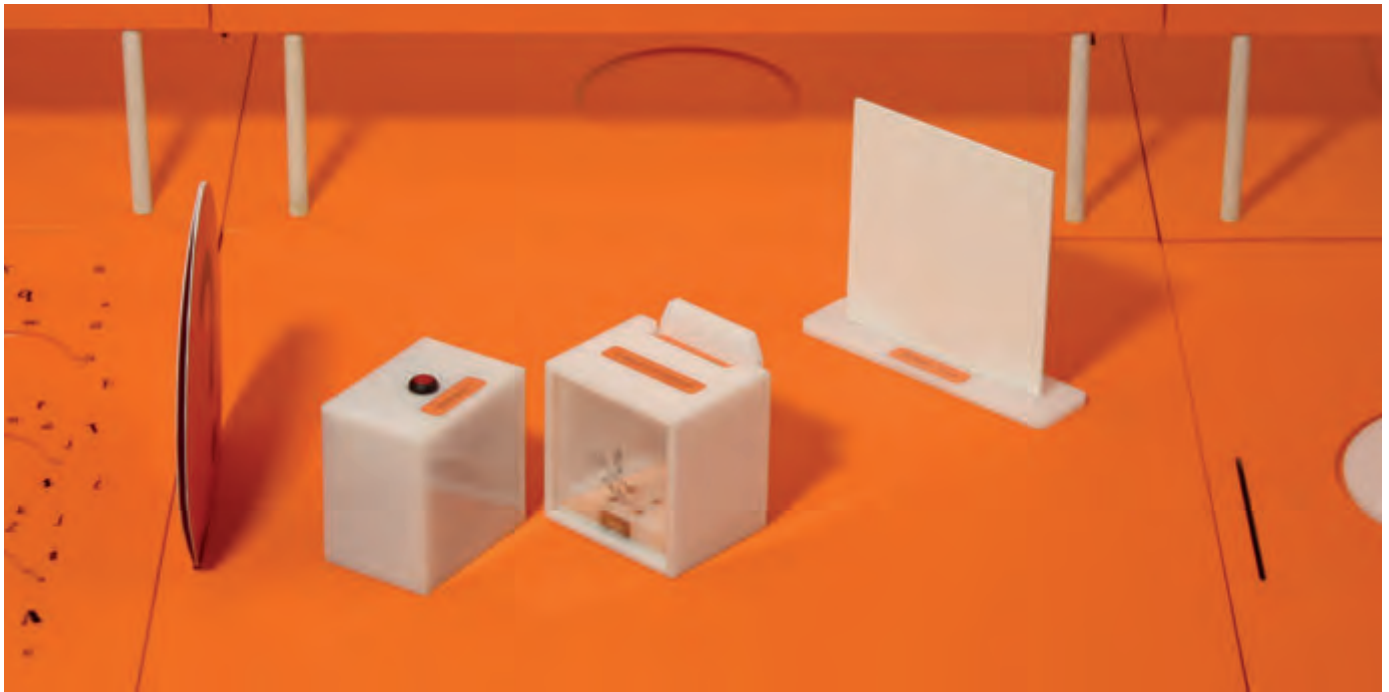




As lentes, sozinhas ou em conjuntos, são usadas em múltiplas aplicações, desde as lupas aos microscópios ou aos telescópios.





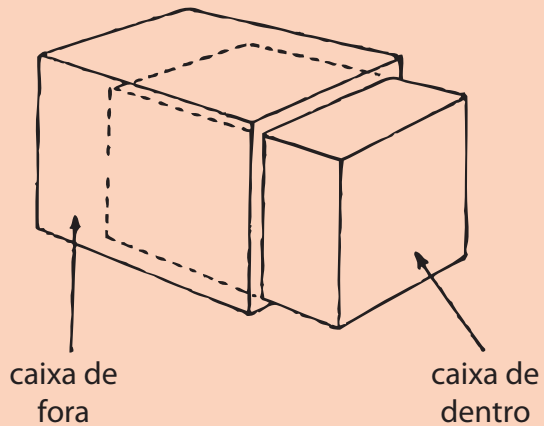


**Agora que o meu amigo já sabe o que são lentes, com facilidade fará uma máquina de projetar. Quer saber como? É fácil.**

• RÔMULO  
10  
DE CARVALHO •



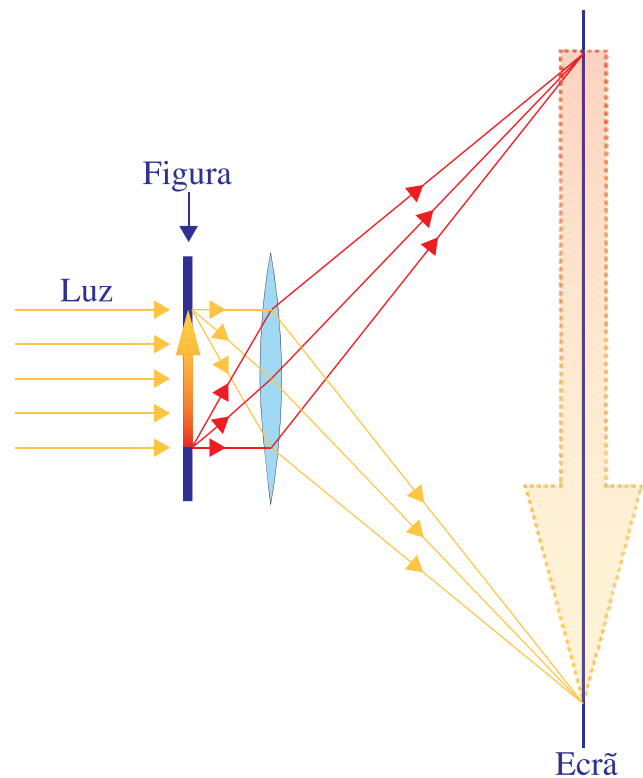
- Ligue a lâmpada. Mova a caixa interior da máquina fazendo-a sair ou entrar, mais ou menos, na caixa exterior, até encontrar a posição em que vê projetada uma imagem nítida. Está direita?



Pode fazer esta experiência com uma lupa, um diapositivo e uma lanterna, num quarto obscurecido, contra uma parede. Ilumine o diapositivo de modo a obter uma mancha luminosa na parede e coloque a lupa entre o diapositivo e a parede, aproximando-a ou afastando-a até conseguir uma imagem focada.

A figura iluminada fica projetada sobre a superfície e a imagem é invertida em relação à original.

Neste projetor os raios de luz atravessam a figura translúcida e passam por uma lente convergente. A imagem nítida forma-se depois do foco, quando os raios já estão a divergir, pelo que fica invertida. Quanto mais próxima do foco da lente se colocar a figura translúcida maior e mais afastada se observa a imagem projetada.





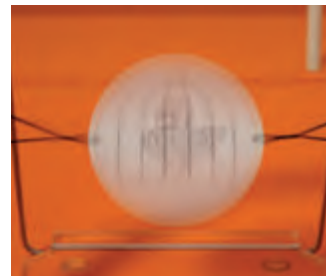
Os retroprojetores usados nas salas de aula utilizam uma fonte de luz e duas lentes para projetarem uma figura.





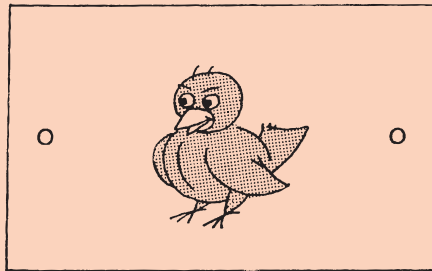
**Sabe o meu amigo por que razão é que nós vemos as figuras no cinema a moverem-se, a fazerem gestos, a andarem de um lado para o outro? Se não sabe vai saber agora.**

• RÓMULO  
11  
DE CARVALHO



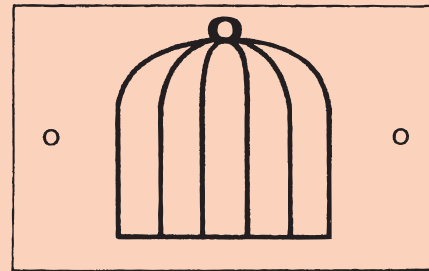
1.

- Olhe para a fita de filme de cinema e observe com atenção cada quadradinho. Consegue distinguir diferenças entre estes? Para que servirão tantas imagens?



2.

- Faça o disco com as imagens andar à roda para obrigar os fios a torcerem.
- Solte o disco e observe-o a rodar.



Segure um lápis entre o indicador e o polegar, de modo a que não caia mas fique ligeiramente solto. Estique o braço e faça um movimento alternado para cima e para baixo, deixando o lápis oscilar livremente...

Os fotogramas da fita têm diferenças muito pequenas entre eles. Ao rodar o cartão, o pássaro parece estar dentro da gaiola.

O olho humano funciona como uma máquina fotográfica em que o sensor que regista a imagem é a retina. A imagem é retida durante algum tempo, podendo-se distinguir cerca de 10 a 12 imagens por segundo. Cadências de imagens superiores dão-nos uma sensação de continuidade, de movimento.





Nas salas de cinema os filmes são projetados com uma cadência de 24 fotogramas por segundo, o dobro da nossa capacidade de separar imagens.







Cozinha



**Se o meu amigo tiver um copo completamente cheio de água parece-lhe possível lançar nele vários objetos sem entornar uma só gota?**

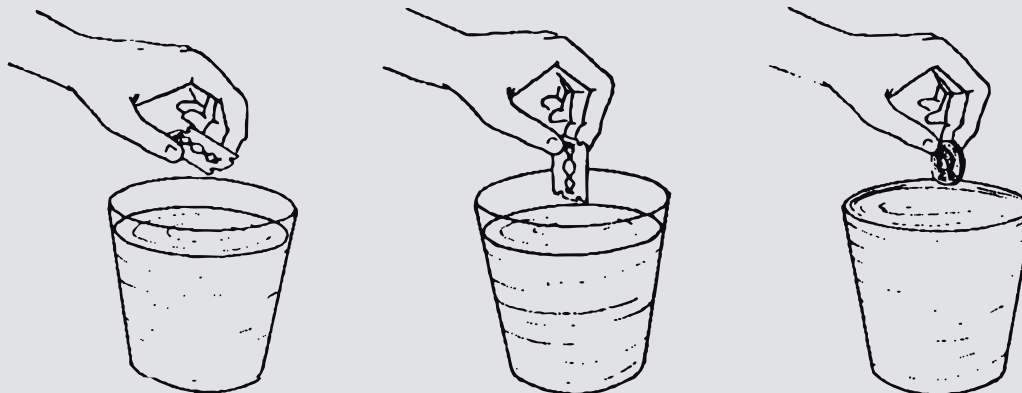
• RÓMULO  
43  
• DE CARVALHO



- Deite água no copo de modo a ficar tão cheio que, se lhe deitar mais uma gota, transborda.
- Baixe-se até ficar com os olhos ao nível da borda do copo e observe a superfície da água.
- Vá colocando clips dentro do copo, devagar e sem nunca tocar com o dedo na água.

Continue enquanto a água não verter e vá observando a superfície da água. A água saiu ou não saiu do copo?

- Verta a água de novo para o jarro e deite os clips no seu recipiente para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

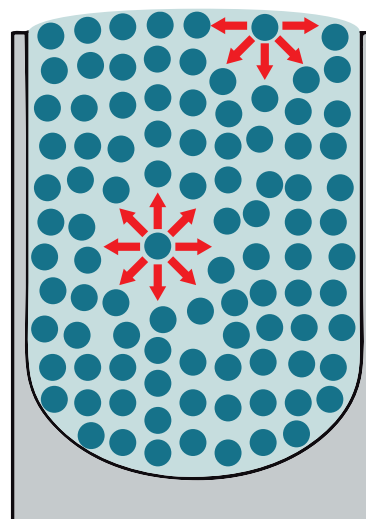


A utilização de um copo do tipo cálice com uma abertura muito pequena torna bastante visível o efeito.

É possível meter muitos cliques no copo sem verter água. A superfície do líquido ficou visivelmente curva e fora do copo.

Os cliques ocupam espaço pelo que alguma água teve de sair do copo sem entornar. As moléculas que formam os líquidos atraem-se umas às outras através de forças elétricas, particularmente intensas na água. As moléculas à superfície são atraídas apenas para dentro e para os lados, daqui resultando a tensão superficial. A superfície da água comporta-se como uma membrana elástica.

Superfície do líquido

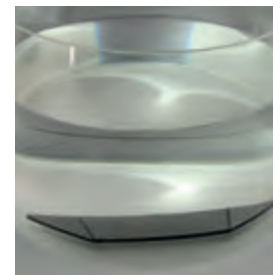
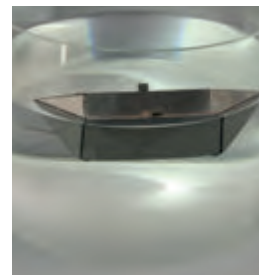
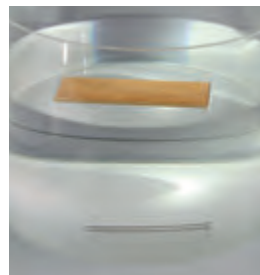




Os detergentes fazem diminuir a tensão superficial, facilitando a formação de emulsões da água com a gordura da sujeira.



**Se o meu amigo largar um pedaço de madeira dentro de água ele sobe logo para a superfície e fica a boiar. Se largar um prego, vai direitinho para o fundo. Por que será que isso acontece assim? Não acha esquisito que existam barcos feitos de ferro e de aço e que não vão ao fundo?**



1.

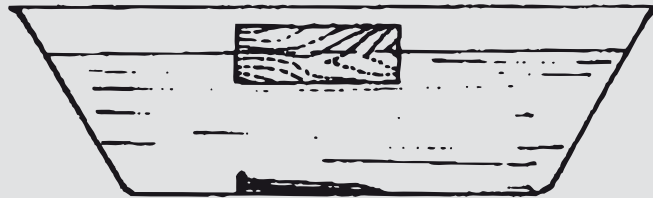
- Pese o prego de madeira e o prego de aço.
- Coloque-os dentro de água. Que aconteceu?

2.

- Pese o paralelepípedo de madeira. Pesa mais ou menos que o prego de aço?
- Coloque-os dentro de água. Que sucedeu? Consegue estabelecer alguma relação entre o peso, o volume e a flutuabilidade?

3.

- Coloque com cuidado dentro de água as duas placas de aço (que estão unidas com um fole) na posição fechada. O que aconteceu?
- Retire as placas do recipiente e afaste-as de modo a ficarem com a forma de um barco. Volte a colocá-las na água. O que aconteceu? Que conclui?
- Retire todo o material da água para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

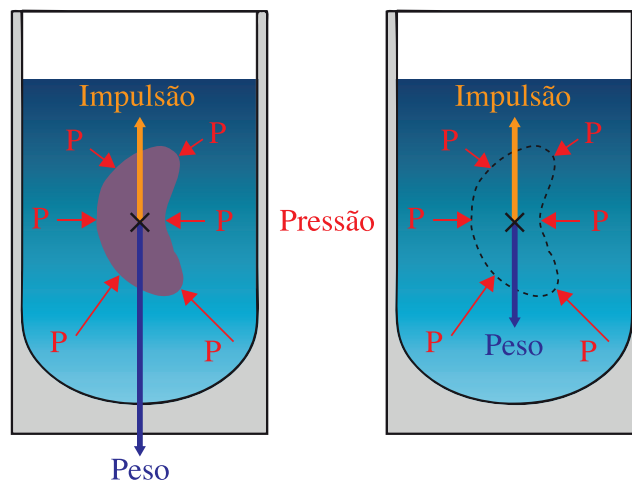


Pode realizar a experiência do barco usando plasticina. Comece com a plasticina em forma de bola, que afunda. Molde a bola para que pareça um barco. Vai chegar a uma forma que flutua apesar do peso da plasticina ser sempre o mesmo.



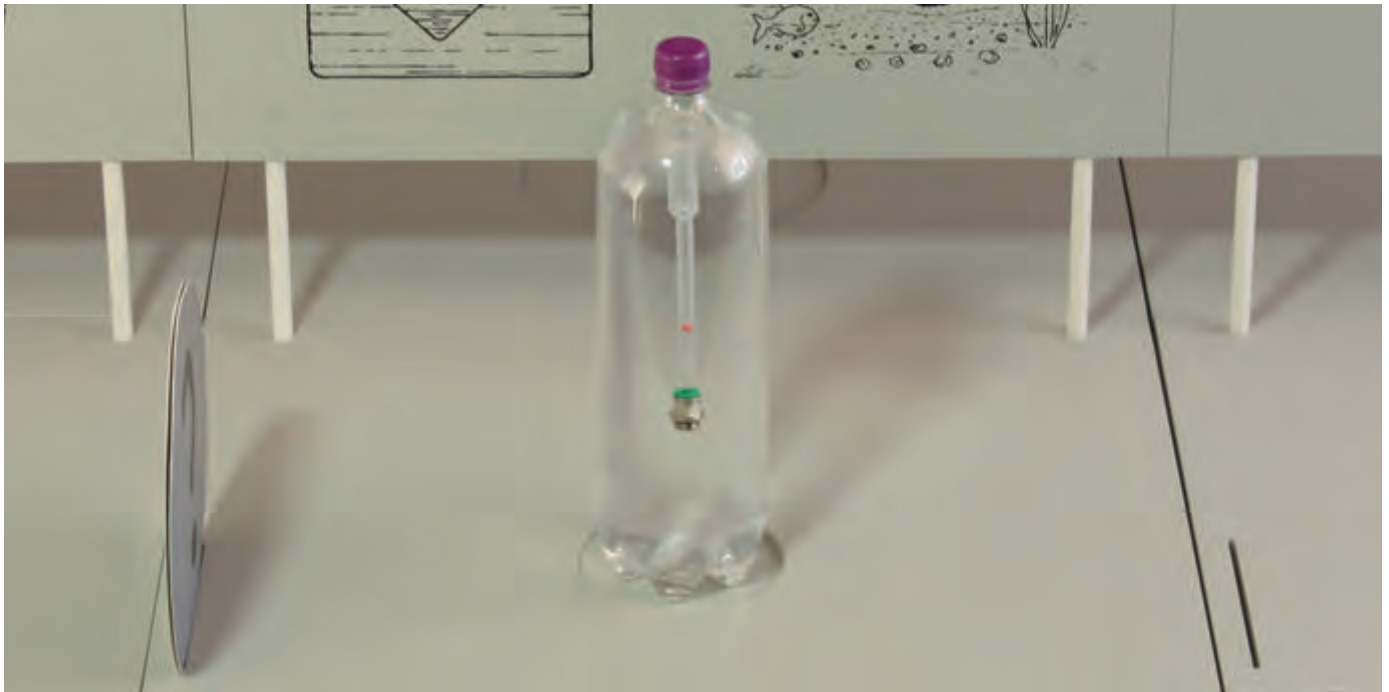
Os objetos de madeira flutuam. O prego de aço afunda. As placas de aço afundam quando fechadas mas flutuam se abertas em forma de barco.

Todos os objetos sofrem impulsão dentro de água. Afundar ou flutuar é o resultado do balanço de forças entre o peso do objeto para baixo e a impulsão para cima. Se um objeto pesar o mesmo que o seu volume cheio de água fica suspenso pois as duas forças compensam-se. Se pesar mais afunda-se, se pesar menos flutua. Para a madeira pesar mais que o ferro terá de ter maior volume, mas nesse caso terá também maior impulsão e flutua na mesma. Quando abrimos o fole para fazer um barco estamos a aumentar o volume imerso mantendo o seu peso. A impulsão aumenta e ele passa a flutuar.





As empresas de reciclagem de plásticos fazem uma separação de alguns tipos de plástico baseada na flutuabilidade desses materiais.

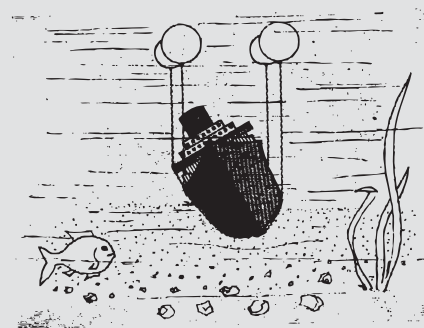
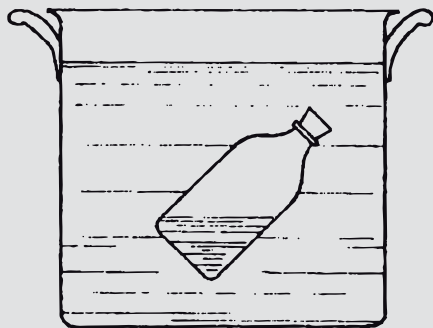


O meu amigo sabe, certamente, que há barcos que navegam debaixo de água, chamados submarinos, e que até são capazes de ficar parados dentro do líquido. Sabe como é isto possível?

• RÓMULO  
42  
DE CARVALHO •



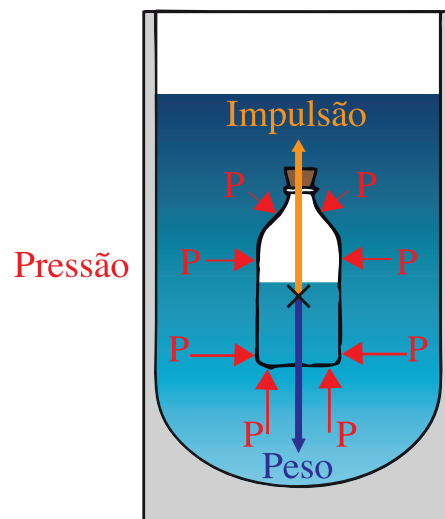
- Aperte a garrafa ligeiramente. O objeto no seu interior afundou?
- Controle a quantidade de água dentro do objeto, apertando mais ou menos a garrafa, para mantê-lo suspenso no meio do líquido.



Para que este submarino funcione bem é preciso escolher o contrapeso de modo a que a pipeta/tubo fique quase totalmente mergulhada quando a garrafa se encontra aberta. Use a garrafa bem cheia e se precisar de retirar a pipeta para fora dê-lhe um impulso para o fundo.

Apertar a garrafa faz descer o objeto no interior.

Quando se aperta a garrafa a pressão sobre o objeto aumenta, comprimindo o ar que lá se encontra. A diminuição do volume de ar reduz a impulsão e o recipiente desce.





Os submarinos mergulhados sofrem sempre a mesma impulsão pois o volume é constante. Controlam a profundidade introduzindo ou retirando água do interior para variar o seu peso.



O meu amigo conhece vários líquidos, não é verdade? Acha que esses vários líquidos, em porções iguais, pesam a mesma coisa? Que lhe parece?

• RÓMULO •  
39  
• DE CARVALHO •



- Coloque na balança cada uma das garrafas notando que contêm o mesmo volume de líquido. Pesam todas o mesmo?

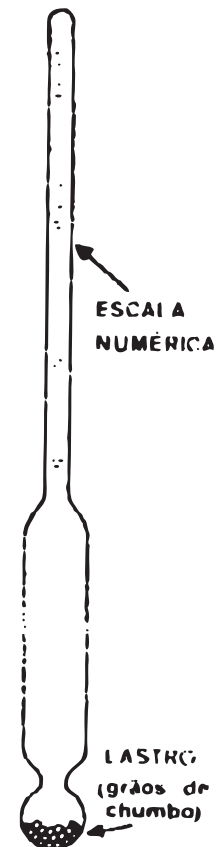


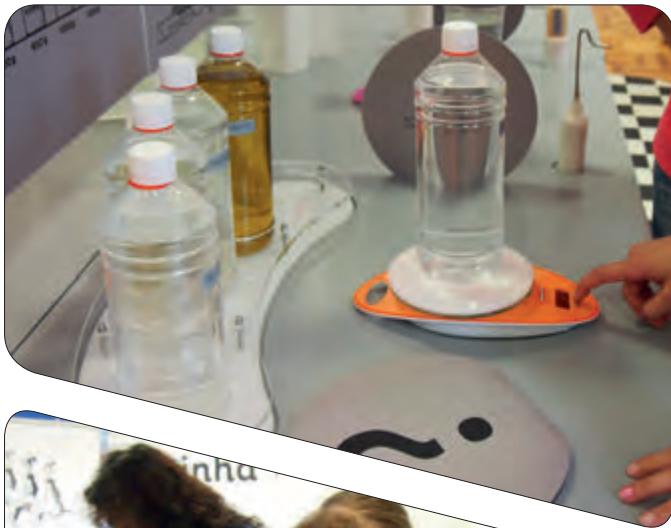
Quantos líquidos diferentes consegue empilhar num único copo? Faça camadas com líquidos de densidades diferentes mas que não sejam miscíveis (com água não pode usar álcool). Deite cada líquido com cuidado para irem ficando em camadas. Use corantes nos líquidos transparentes.



O volume dos líquidos nas garrafas é igual mas os líquidos têm pesos diferentes.

A relação entre a massa e o volume de cada líquido é a sua densidade. As garrafas cheias com líquidos mais densos pesam mais.





Um exemplo de líquidos comuns com densidades muito diferentes são a água e o azeite. O azeite é menos denso e por isso “é como a verdade, vem sempre ao de cima”.



Agora vai o meu amigo aprender a avaliar a impulsão que um objeto sofre quando se mergulha num líquido qualquer, sem ser a água. E já ouviu dizer que um barco, num rio, mergulha mais na água do que se estiver no mar? Sabe porquê?

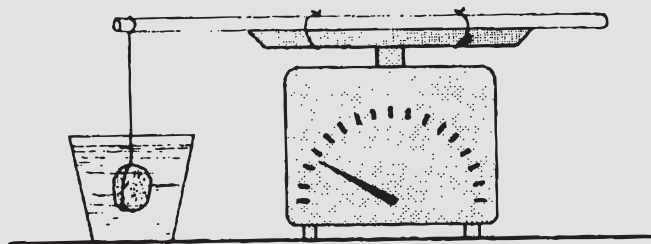


1.

- Ligue a balança.
- Suspenda o frasco no suporte e meça o seu peso.
- Suspenda-o agora de modo a mergulha-lo no recipiente de água e meça novamente o peso.
- Faça o mesmo mergulhando o frasco no recipiente de água salgada. Observou alguma diferença no peso medido nas três experiências?
- Retire o frasco do suporte para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

2.

- Coloque o frasco pequeno com marcas no recipiente com água e observe quanto se afunda.
- Faça o mesmo mergulhando o frasco no recipiente de água salgada. Ficou a flutuar ao mesmo nível?
- Retire o frasco da água salgada para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

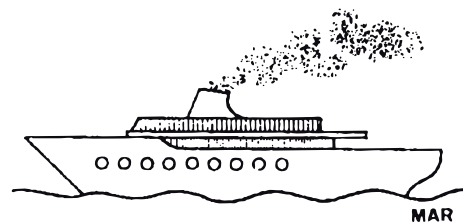
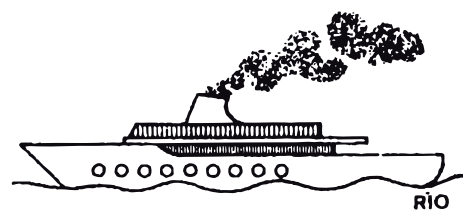


Um ovo fresco colocado em água doce afunda e em água salgada flutua. Coloque um ovo a flutuar num copo com água bem salgada e acrescente água doce até que a densidade do ovo e da água sejam iguais. Ficará com um ovo em suspensão.

**Dentro de água salgada a balança marca menos peso e o frasco flutua mais.**

O objeto completamente imerso tem sempre o mesmo peso mas a água salgada é mais densa que a água doce pelo que exerce uma maior impulsão. A balança marca em cada medida a diferença entre o peso e a impulsão.

O objeto flutuante afunda até que a impulsão equilibre o seu peso, por isso na água salgada os objetos afundam menos.





O Mar Morto tem uma concentração de sal e uma densidade mais elevada que a dos oceanos. É possível estar deitado dentro de água a ler um livro sem nos afundarmos.



**Com certeza que sabe que não pode cozinhar alimentos no micro-ondas dentro de objetos metálicos. Porque será? Vamos usar uma telefonia para tentar perceber.**



- Ligue a telefonia. Consegue ouvir a emissão?
- Coloque-a agora dentro da panela. Que aconteceu?

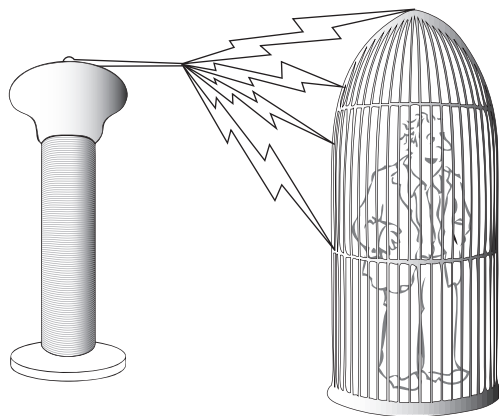


Não use um rádio ligado à eletricidade ou a auscultadores. Os fios elétricos que se ligam ao rádio funcionam como guias de ondas eletromagnéticas permitindo ouvir a emissão mesmo dentro da panela.



**Ao colocar a telefonia dentro da panela, deixa-se de ouvir a emissão.**

As ondas da luz, da rádio ou dos micro-ondas são todas exemplos de radiação eletromagnética. Estas ondas não se propagam dentro dos materiais eletricamente condutores, que as refletem. Dentro da panela a telefonia não toca porque as ondas de rádio não conseguem lá chegar. O mesmo se passa num forno micro-ondas. Se envolvermos a comida em metal as micro-ondas não a cozinham.

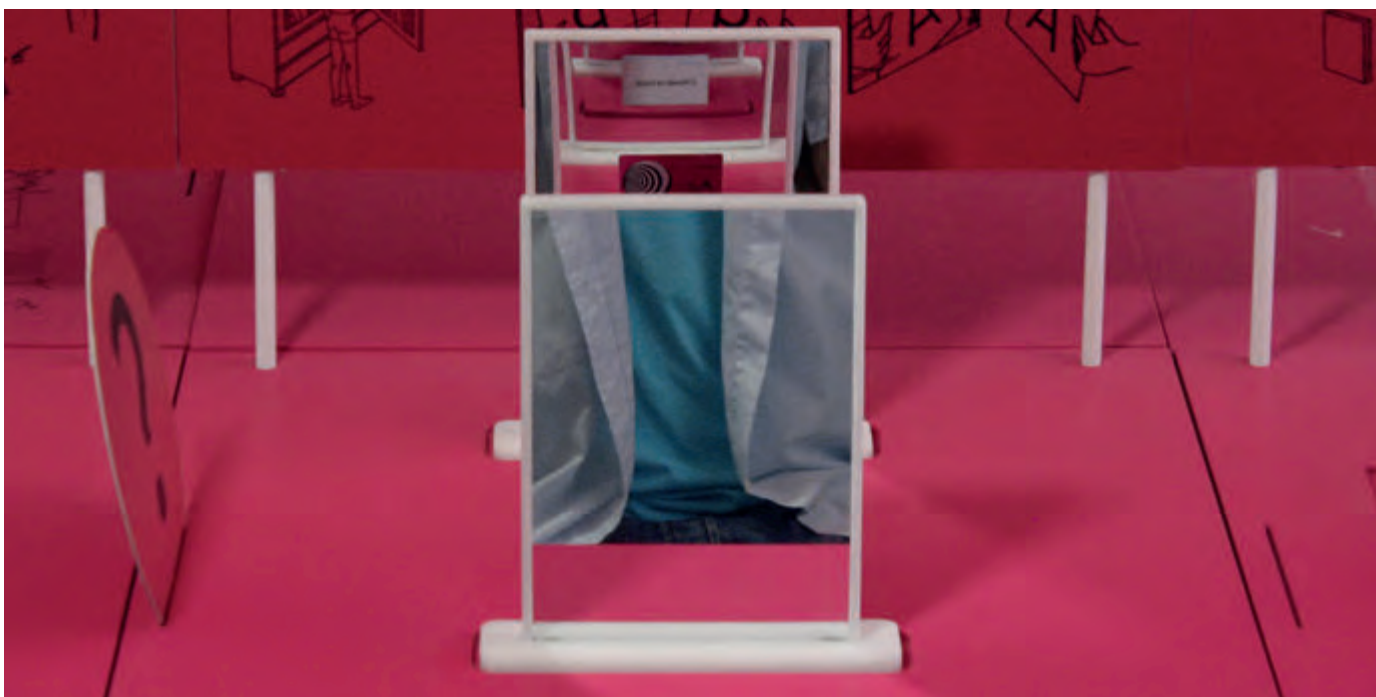




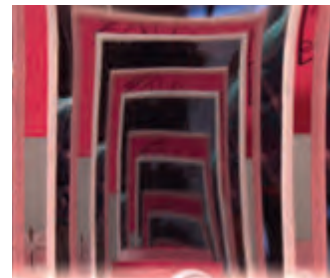
Para que as micro-ondas não saiam do forno, a porta é revestida com uma grelha metálica que as reflete de volta ao interior.



Quarto

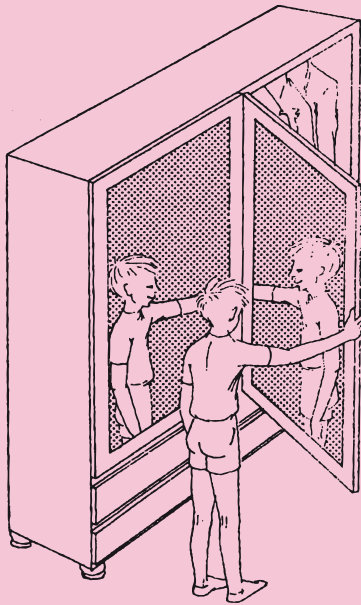


**Desculpe a pergunta: o meu amigo já viu alguma vez a sua cara? E a propósito de cara: já viu alguma vez a sua nuca, as suas costas ou o seu perfil? Certamente já descobriu como isso se consegue, mas vamos pensar no caso.**



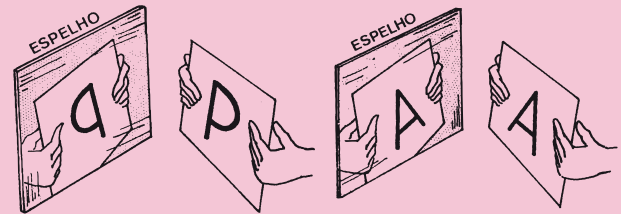
1.

- Olhe para o espelho. Acha que está a ver a sua cara como todos a veem?
- Coloque o cartão na sua testa. Como fica a imagem do cartão? Ainda acha que é a sua cara que está a ver?



2.

- Coloque agora o cartão entre os dois espelhos virados um para o outro.
- Espreite por cima de um deles. O que vê? Como estão as imagens de cada face do cartão?

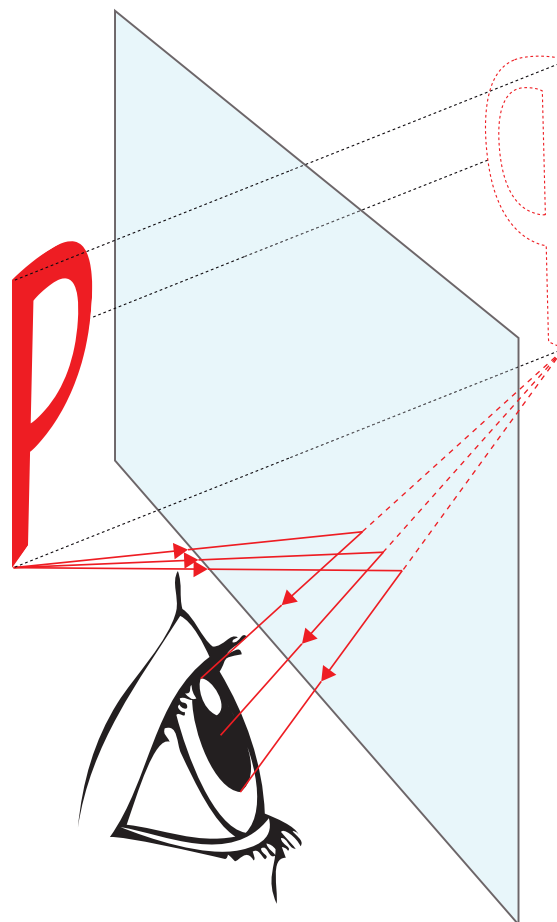


Para que os seus amigos o vejam a flutuar no ar, só precisa de encontrar uma porta que tenha um espelho até à borda. Encoste-se ao topo da porta com a perna do lado do espelho no ar e a outra perna escondida atrás da porta.

Aparentemente é a nossa cara mas com o cartão na testa a percebemo-nos que está invertida. Usando dois espelhos vemos as imagens das duas faces do cartão, uma direita e a outra invertida.

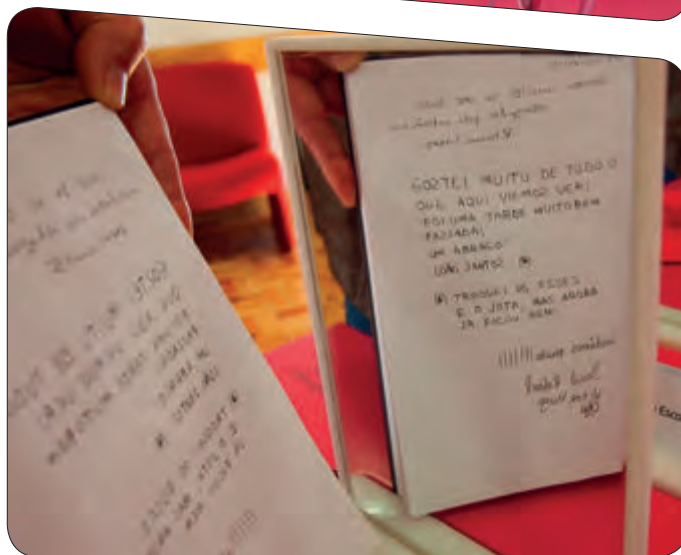
Os raios de luz provenientes da cara são refletidos no espelho e formam a imagem. Quando se olha para uma pessoa diretamente vemos a sua face esquerda à nossa direita, mas quando a olhamos no espelho vemos essa mesma face à nossa esquerda. A cara fica invertida.

Usando dois espelhos existem reflexões múltiplas e podemos ver as duas faces do cartão. Cada reflexão inverte a imagem de um objeto e por isso um número ímpar de reflexões dá uma imagem invertida e um número par devolve uma imagem não invertida.





Para que a palavra seja vista corretamente nos espelhos retrovisores, as ambulâncias têm escrito para fora (AMBULÂNCIA).







**Se o meu amigo não for pessoa muito alta, e estiver no meio de uma multidão para ver passar um cortejo, não consegue ver nada. Vou ensinar-lhe um processo para o ver bem, mesmo que esteja deitado no chão.**

• RÓMULO  
3  
DE CARVALHO •

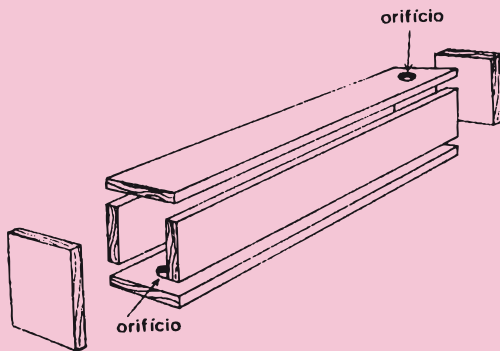


1.

- Tente ver a mensagem colocada no interior da caixa. Conseguiu?

2.

- Experimente agora usar o espelho fixo à vara. Viu? E conseguiu ler?

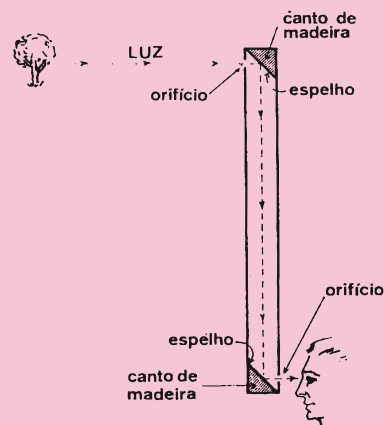


3.

- Espreite pelo periscópio. Agora conseguiu ler?

4.

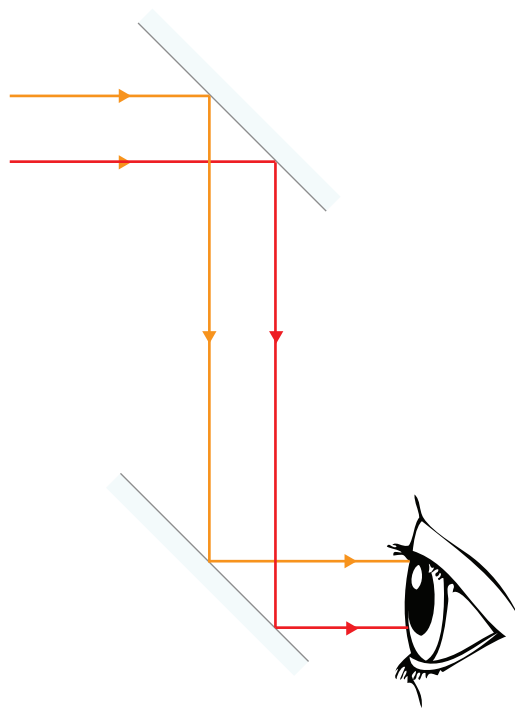
- Observe o interior do periscópio. Que característica particular tem a disposição dos seus espelhos?



Pegue em dois espelhos com as suas mãos. Estique um braço bem alto com um dos espelhos inclinado a cerca de  $45^\circ$ . Alinhe agora o espelho da outra mão ao nível dos olhos de modo a conseguir ver a imagem refletida do primeiro espelho.

É preciso usar o espelho ou o periscópio para conseguir ver a mensagem. Mas só com o periscópio é possível lê-la. No interior do periscópio há dois espelhos paralelos que fazem um ângulo de  $45^\circ$  com a entrada e a saída.

Em ambos os casos, são utilizados espelhos para que os raios de luz provenientes da mensagem mudem de direção e sejam vistos fora da caixa. Usando um único espelho a mensagem fica invertida. O periscópio usa dois espelhos e a dupla reflexão que ocorre no seu interior devolve uma imagem não invertida.





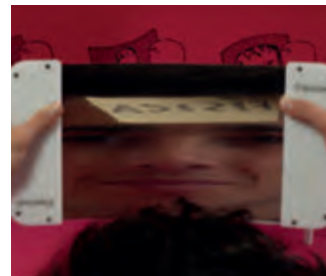
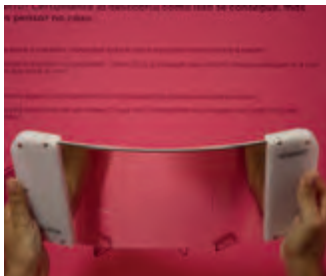
Os periscópios são usados nos submarinos para ver o que se passa fora de água.





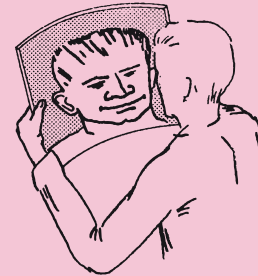
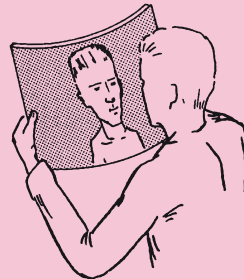
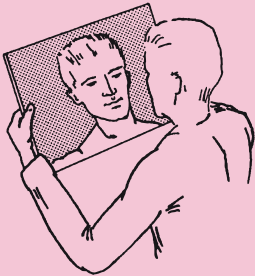
O meu amigo já viu certos espelhos que fazem as caras das pessoas muito grandes, e outros que as fazem muito pequenas? Sabe por que é que isso acontece?

• RÓMULO •  
5  
• DE CARVALHO •



1.

- Pegue no espelho mais rígido e encurve-o para fora. O que se passou com a imagem da sua cara?
- Encurve-o agora para dentro. Que observa?



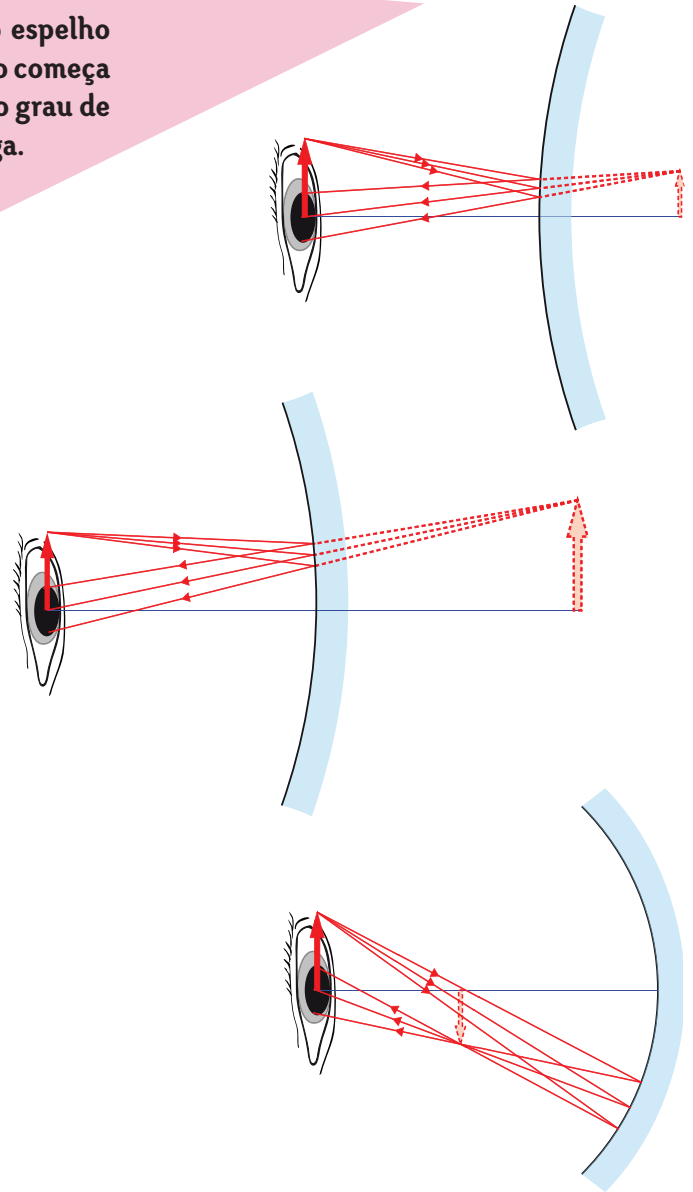
2.

- Cole um *post-it* com o seu nome à sua testa.
- Pegue no espelho mais flexível e encurve-o ligeiramente para dentro reproduzindo a imagem que acabou de ver no outro espelho. Como vê a imagem do seu nome no *post-it*?
- Vá aumentando a curvatura para dentro e observe o que se vai passando. Que conclui?

Para funcionar como espelho flexível procure em casa espátulas, ou outros utensílios que tenham lâminas não cortantes longas e flexíveis, com um acabamento polido ou cromado. Também pode usar colheres ou conchas como espelhos curvos.

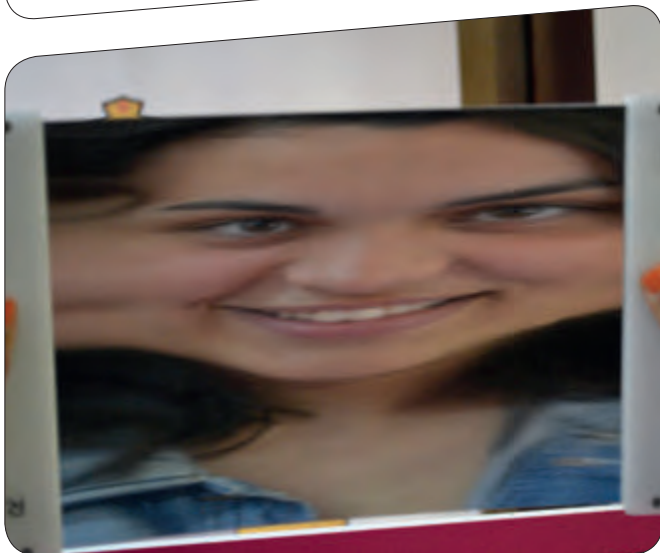
O espelho convexo mostra uma cara mais estreita e o espelho côncavo mostra uma cara mais larga. O espelho côncavo começa por mostrar o *post-it* invertido mas a partir de um certo grau de curvatura o *post-it* aparece direito e a cara menos larga.

A deformação causada por espelhos curvos ocorre porque os ângulos de incidência e de reflexão dos raios de luz diferem de ponto para ponto na sua superfície. Os espelhos côncavos fazem convergir raios incidentes paralelos e os espelhos convexos fazem-nos divergir. Aumentado o encurvamento do espelho côncavo, o ponto de convergência de raios paralelos passa de trás do objeto para a frente dele e a imagem passa de invertida a direita.





Os espelhos côncavos são muito utilizados como espelhos de maquiagem. Os espelhos convexos são utilizados, por exemplo, como retrovisores de automóveis, para aumentar o campo de visão do condutor.







**Eu não sei se o meu amigo é teimoso e pessoa de muitas certezas. Vou mostrar-lhe que é preciso ter cuidado quando se afirma alguma coisa porque pode muito bem parecer que é e não ser afinal como parece.**

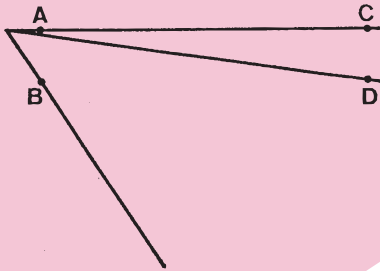
• RÓMULO •  
12  
• DE CARVALHO •



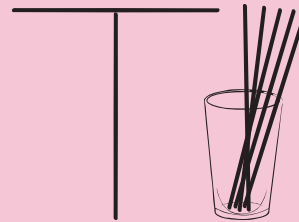
- Acha que os dois comprimentos, de A a B, são iguais ou diferentes? Se os acha diferentes qual deles lhe parece ser o maior?
- Pegue numa régua e meça as duas distâncias de A a B. Que tal?



- Que pensa a respeito das distâncias entre A e B e entre C e D?
- Meça-as com a régua. O que verificou?



- Acha que a altura do chapéu e a largura da aba são iguais?
- Meça-as com a régua. O que verificou?
- Utilize duas varetas iguais para construir um T. Ainda lhe parecem iguais?
- Experimente rodá-lo e virá-lo de pernas para o ar. Que observa?



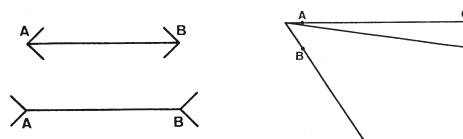
Procure na Internet imagens com outras ilusões de ótica. Vai descobrir ilusões envolvendo, não só efeitos com *perspetivas* e dimensões, mas também com cores e movimentos.

## As ilusões de ótica podem ter diversas origens.

As ilusões físicas são exteriores ao observador, como por exemplo uma miragem no deserto.

As ilusões de natureza fisiológica consistem em distorções no próprio processo de aquisição e transmissão da informação ao cérebro.

As ilusões de natureza cognitiva são “enganos” do sistema de processamento das informações que chegam ao cérebro. Os métodos de processamento resultam de uma aprendizagem pelo cérebro e funcionam a nosso favor a maior parte das vezes. Situações menos comuns podem conduzir a *percepções* erradas da realidade. Indivíduos de diferentes culturas, que vivam em diferentes ambientes ou de idades diferentes, podem ser suscetíveis a diferentes ilusões de ótica deste tipo.



O cérebro usa a perspetiva para aferir o tamanho real de objetos mais ou menos distantes. Um desenho pode ser manipulado com sugestões de perspetiva para nos enganar. Dois comprimentos iguais desenhados em zonas diferentes de uma perspetiva parecem-nos diferentes.



Os comprimentos verticais são sobrevalorizados em relação aos horizontais. Outra ilusão ocorre quando duas linhas de igual dimensão são desenhadas com a forma de um T, parecendo que a linha que biseta a outra é maior. Obtém-se uma ilusão máxima combinando estes dois efeitos.

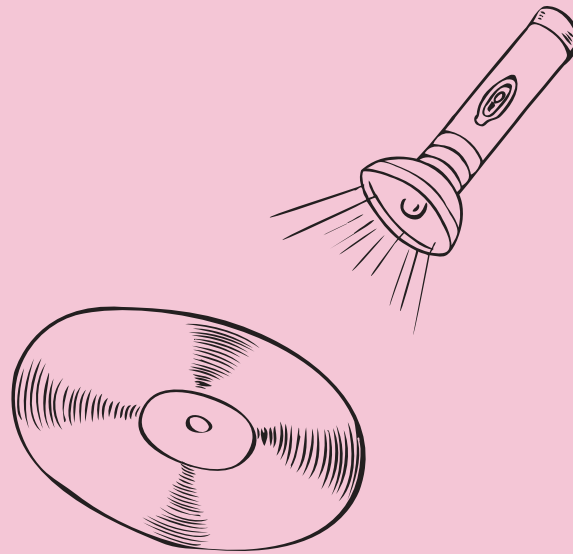




**Suponho que o meu amigo já viu o arco-íris, o chamado arco-da-velha. E já olhou com atenção para a superfície de um CD? Vamos conversar sobre isso.**



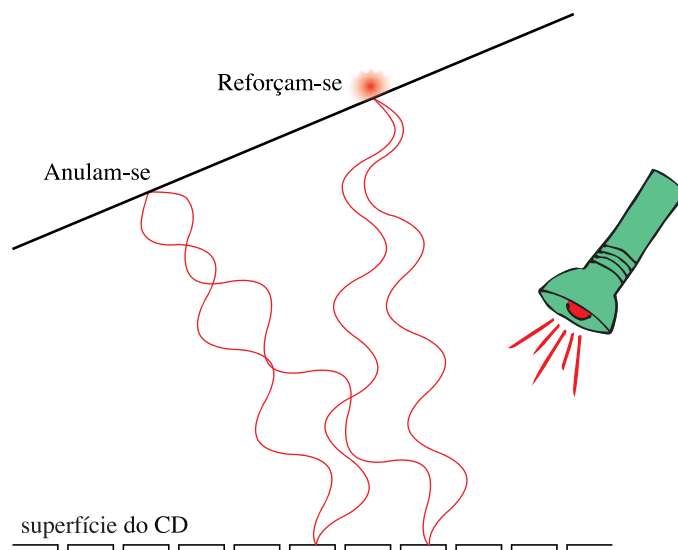
- Carregue a lanterna acionando o dínamo.
- Segure no CD com a superfície gravada para cima e faça incidir sobre ela a luz da lanterna. O que vê?



Se tiver acesso a um laser (tipo caneta ou porta-chaves) faça incidir o seu feixe sobre a superfície gravada do CD. Observe o padrão de luz que emerge do CD e incide numa parede próxima.

Vemos a superfície do CD irisada, com as cores do arco-íris.

A luz solar branca contém um contínuo de cores que na água se movem a diferentes velocidades. O arco-íris forma-se por dispersão da luz solar nas gotas esféricas da chuva. No CD essa separação dá-se por interferência. Raios de luz refletidos em diferentes "pistas" do CD chegam-nos aos olhos depois de percorrerem caminhos diferentes. Para cada cor há zonas em que a intensidade se anula e outras em que se reforça.





Nas gotas da chuva também há interferências que são responsáveis pelos chamados arco-íris supranumerários, uma repetição das cores violáceas na parte inferior dos arco-íris.

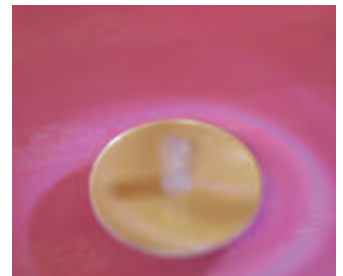






O meu amigo já se entreteve alguma vez a misturar tintas de cor para obter outras cores? Acha que misturar luz colorida é igual?

• RÓMULO  
14  
• DE CARVALHO



1.

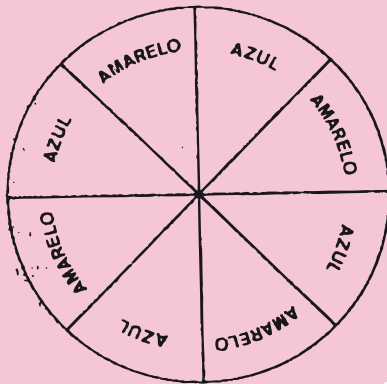
- Faça girar muito depressa a rodela com as cores vermelho e verde e observe a cor resultante. Que cor vê?

2.

- Faça agora girar a rodela com as cores azul e amarelo. Que cor vê?

3.

- Faça o mesmo com a rodela com as cores azul e verde. Que cor vê?



4.

- Repita ainda com a rodela com as cores azul e vermelho. Que cor vê?

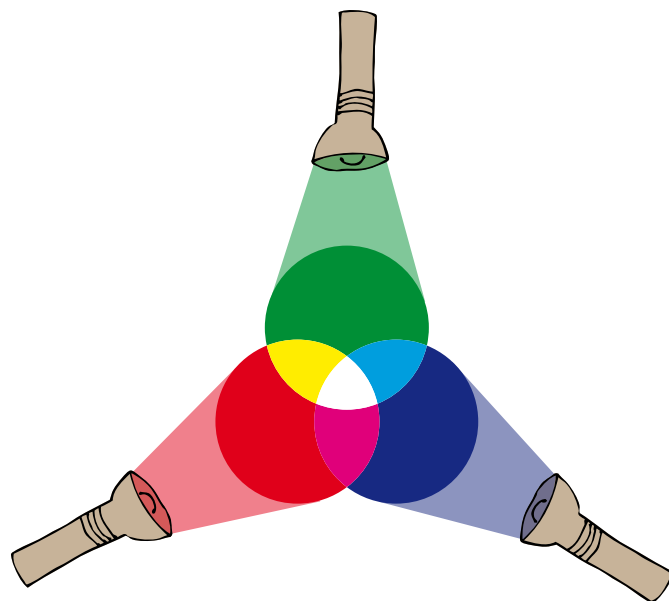
5.

- Termine fazendo rodar a rodela com os cores do RGB (Vermelho-R, Verde-G e Azul-B). Viu o que esperava?

Arranje três lanternas LED iguais e faça três fontes de luz colorida utilizando papel de celofane azul, verde e vermelho. Incida simultaneamente sobre uma folha branca a luz de duas ou três lanternas. Experimente também colocar os três papéis de celofane numa só lanterna.

**A sobreposição das cores das rodelas cria uma nova cor. As misturas obtidas são diferentes das que se obtêm misturando tintas com as cores que estão nas rodelas.**

Com três cores básicas podemos obter uma gama muito completa de cores. Por exemplo, nos ecrãs de televisão usa-se o vermelho, o verde e o azul. Vemos a soma das três como branco. Mas sobrepor luzes não é igual a misturar tintas. Um disco pintado com riscas azuis e amarelas a rodar pode dar branco, mas misturando tinta azul e amarela obtém-se verde.



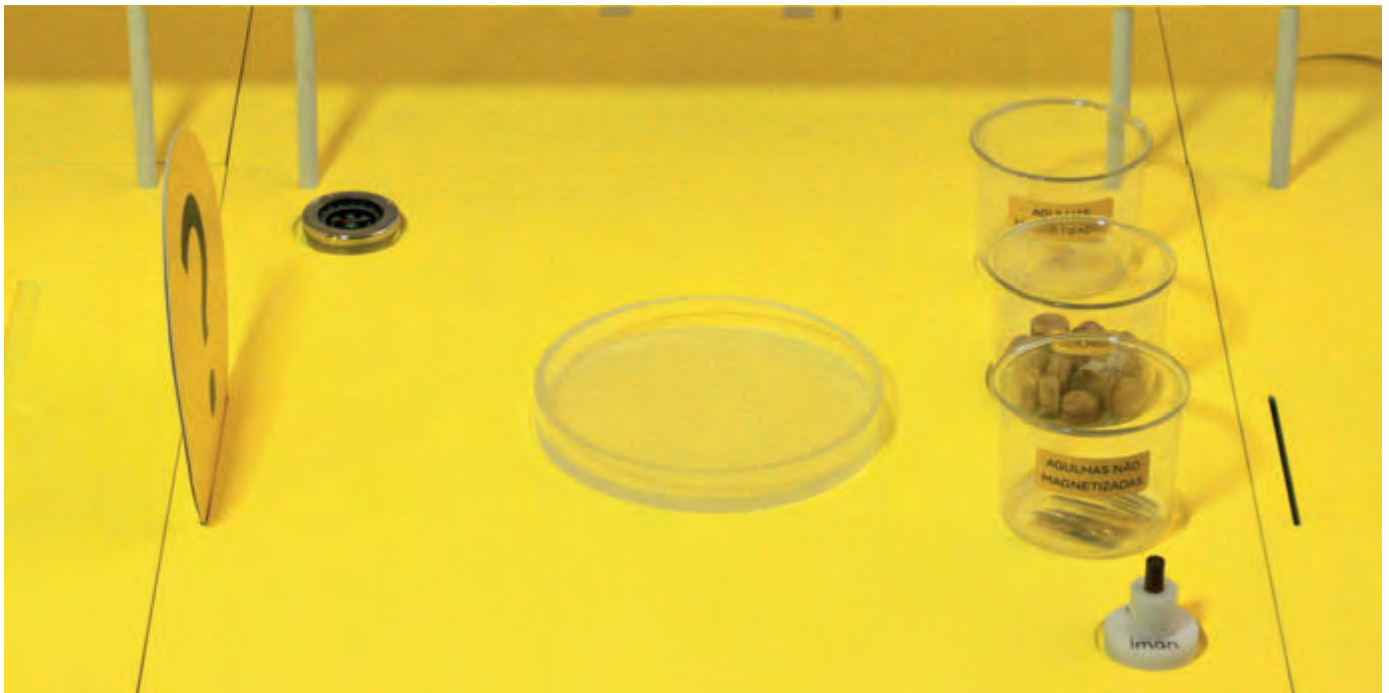


O sistema mais usado em impressão de imagens é o CMYK que usa três cores básicas, o ciano (C), o magenta (M) e o amarelo (Y), mais o preto (K) para melhorar a qualidade de impressão.



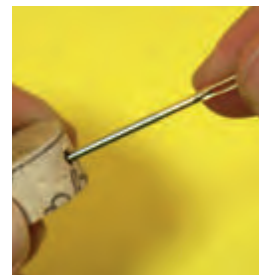
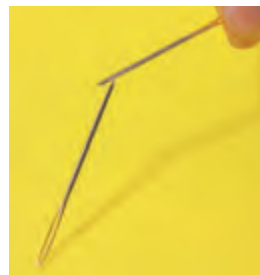


Escritório



**O meu amigo já ouviu falar em bússolas? Sabe para que servem e como funcionam? Vou ensinar-lhe a fazer uma bússola, e vai ver como é fácil.**

• RÔMULO •  
16  
DE CARVALHO •



1.

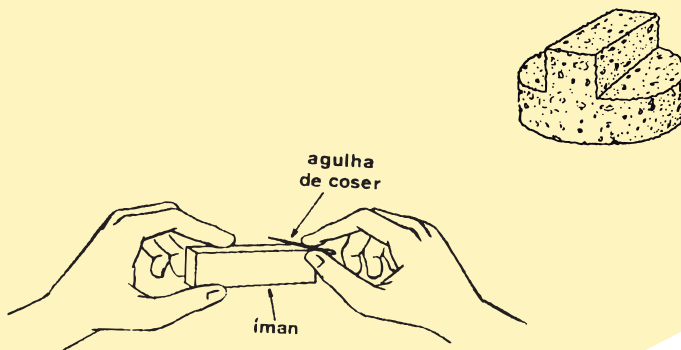
- Pegue numa agulha, aproxime-a de outra e veja se a atrai. Não atrai, pois não?

2.

- Devagar, roce umas dez vezes e sempre no mesmo sentido toda a agulha pelo extremo do íman.
- Veja se a sua agulha atrai a outra. Senão tente outra vez.

3.

- Coloque a agulha na ranhura da rolha e ponha o conjunto a flutuar na água do prato. O que aconteceu?
- Compare com a direção marcada pela bússola.

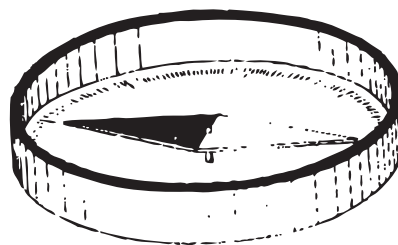


O campo magnético terrestre é relativamente fraco. A agulha com a rolha apontará mais provavelmente para o Norte ao ar livre do que dentro de um edifício onde pode ser "enganada" por outros campos magnéticos.



**A agulha depois de magnetizada atrai as outras e quando posta a flutuar sobre o suporte orienta-se como a bússola, apontando na mesma direção.**

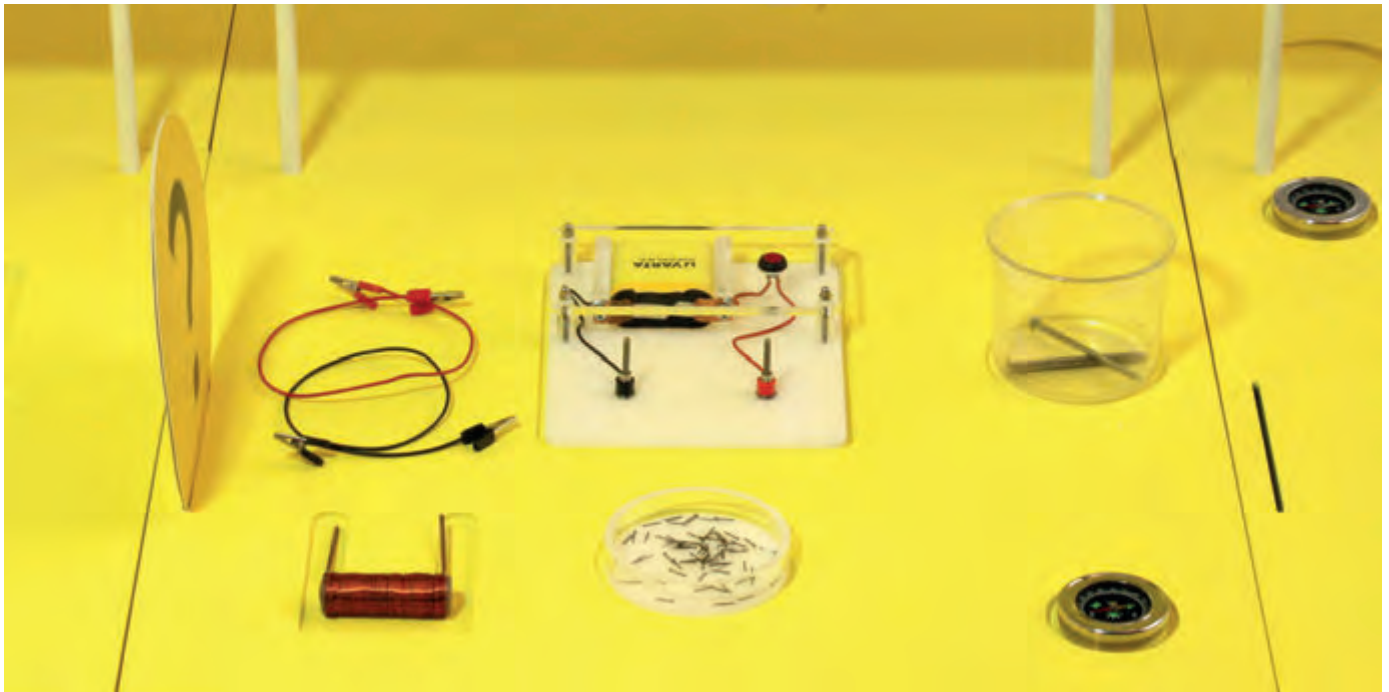
Roçando o íman na agulha de aço sempre no mesmo sentido, esta fica magnetizada. O aço, que para além do ferro tem outros elementos, é difícil de magnetizar, mas permanece com essa propriedade depois de afastado o íman. A agulha passa então a funcionar como uma bússola. A Terra comporta-se como um íman gigante e a agulha roda até se orientar na direção sul-norte.



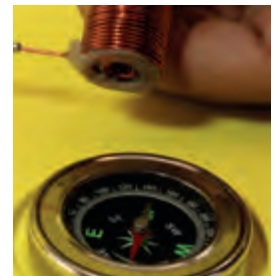
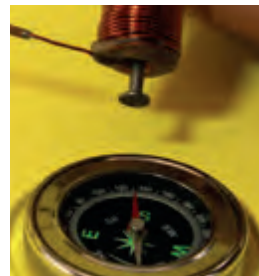
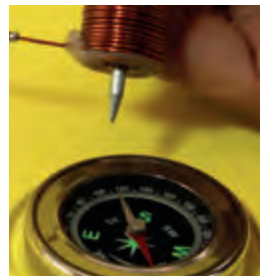


Magnetizam-se as pontas das chaves de parafusos para impedir que estes caiam.



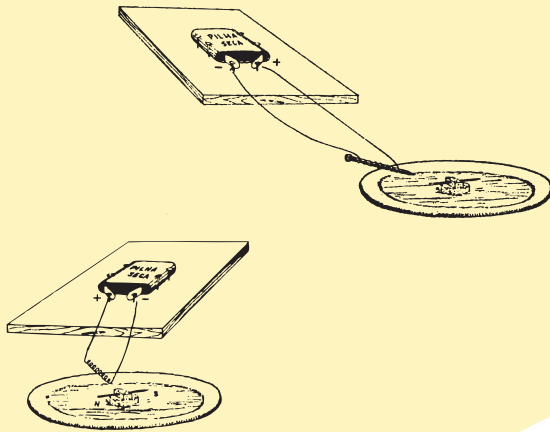


**Vou ensinar o meu amigo a fazer um íman sem ser por meio da fricção com outro íman. E vou também ensinar-lhe como se faz um “íman” sem usar ferro nem aço. Vai ver como funcionam bem.**



1.

- Ligue os extremos do enrolamento de fio de cobre aos terminais da pilha.
- Coloque o prego grande no interior do enrolamento e feche o circuito mantendo o botão pressionado.
- Aproxime o prego grande dos pregos pequenos. São atraídos?
- Liberte o botão. Reparou nalguma mudança?



2.

- Pressione de novo o botão, mas agora aproxime a ponta do prego da agulha da bússola. O que sucedeu?
- Experimente ver se essa ponta do prego também atrai a outra ponta da agulha.
- Verifique se a cabeça do prego atrai a mesma ponta da agulha.

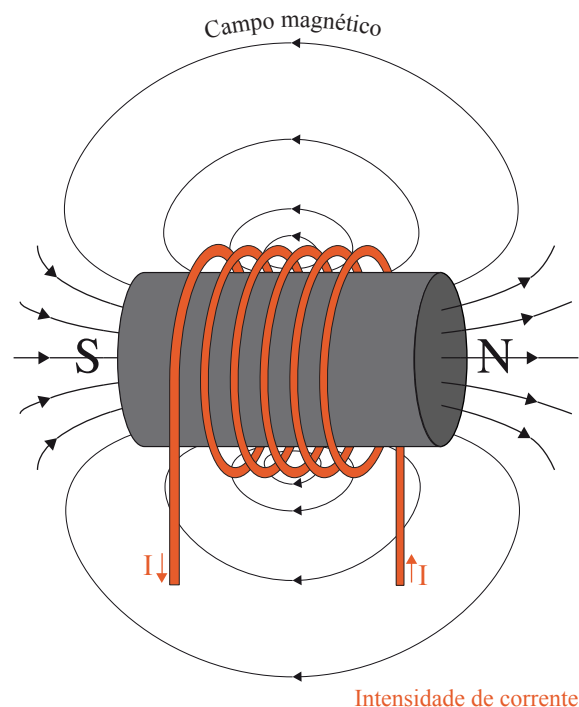
3.

- Repita os passos anteriores sem o prego no interior do enrolamento do fio de cobre. Aconteceu o que esperava?
- Desligue os fios condutores do circuito para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

Construa o eletroímã com 3 m de fio de cobre envernizado com um diâmetro de 0,7 mm, enrolando-o em torno de um parafuso. Remova o verniz das pontas do fio e ligue-o a uma pilha de 1,5 V (se utilizar uma pilha de maior voltagem o fio de cobre pode aquecer demasiado).

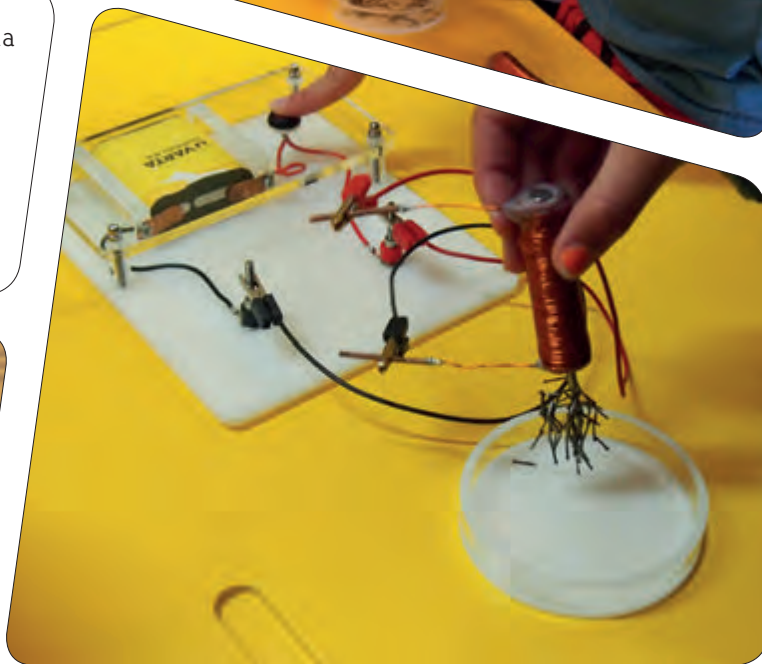
Quando se liga o fio elétrico à pilha, o prego grande atrai os pequenos. A ponta do prego atrai um dos lados da agulha magnética da bússola e repele o outro. A cabeça do prego faz o mesmo relativamente aos polos opostos da agulha. Usando o fio enrolado sem prego obtêm-se resultados semelhantes mas de menor intensidade.

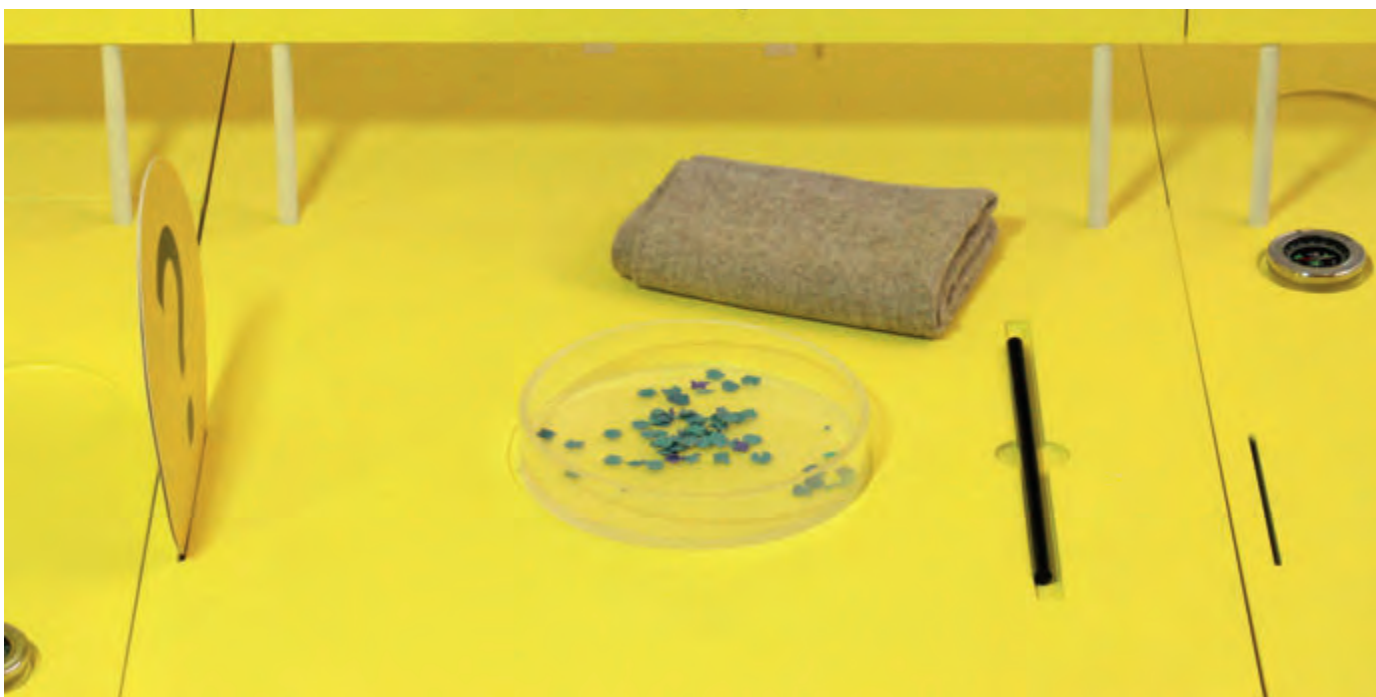
Um fio percorrido por corrente elétrica cria um campo magnético à sua volta. Se o fio for enrolado em torno do prego, o campo magnético tem de passar no seu interior. O prego fica magnetizado, mas se desligarmos a corrente perde a magnetização. O prego tornou-se num eletroímã. Também no fio enrolado sem prego é criado um campo magnético, com direção do eixo do enrolamento, mas mais fraco. Para aumentar o campo magnético, ou fazemos circular maior corrente elétrica no fio ou o enrolamos mais vezes.





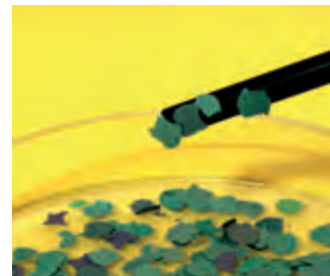
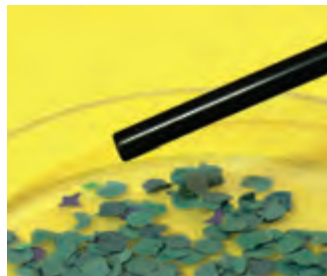
Os eletroímãs usam-se nos trincos das portas da rua.



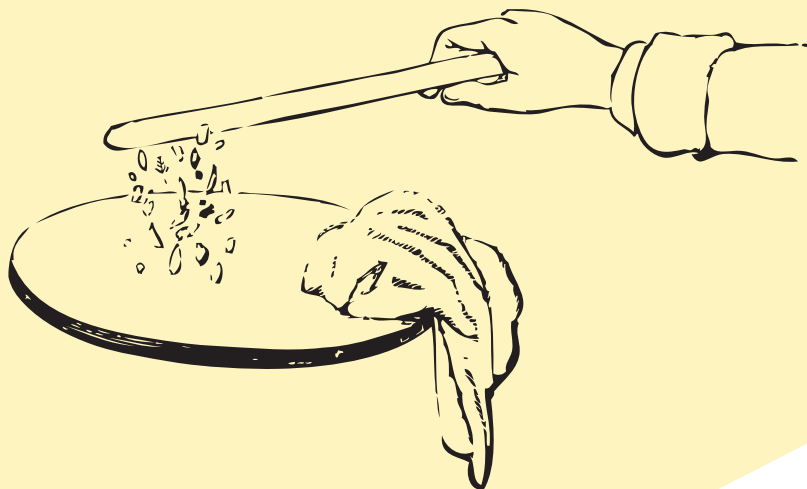


**Naturalmente já se tem entretido a esfregar a caneta na manga do casaco para ver se depois atrai pequenos pedacinhos de papel. Às vezes dá bem. Sabe por que é que atrai?**

• RÓMULO •  
18  
• DE CARVALHO •



- Esfregue com força a caneta de plástico no tecido de lã.
- Aproxime a parte friccionada dos pedacinhos de papel. O que aconteceu?
- Coloque os pedacinhos de papel de volta no recipiente, para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

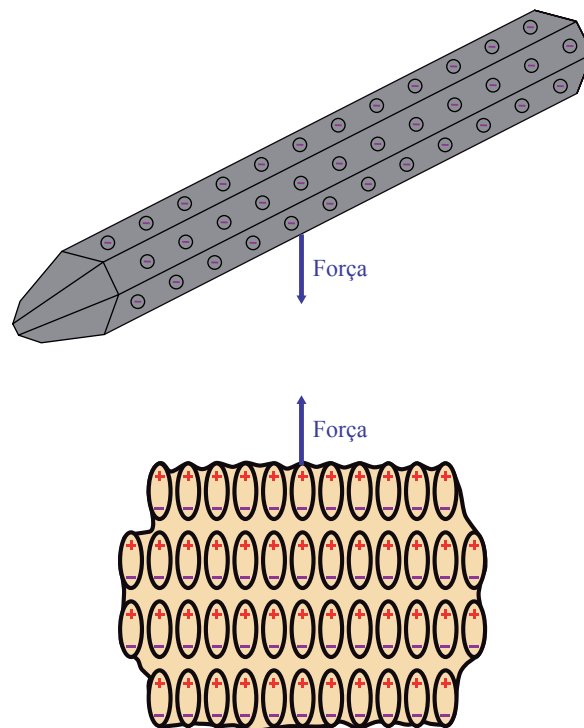


Num quarto escuro pode ver pequenos clarões emitidos por uma lâmpada de baixo consumo quando dela aproximar um pente acabado de friccionar num tecido de pura lã. Estas experiências funcionam melhor quando a humidade do ar é muito baixa.



Os papelinhos são atraídos pela caneta de plástico, saltando do recipiente para a caneta.

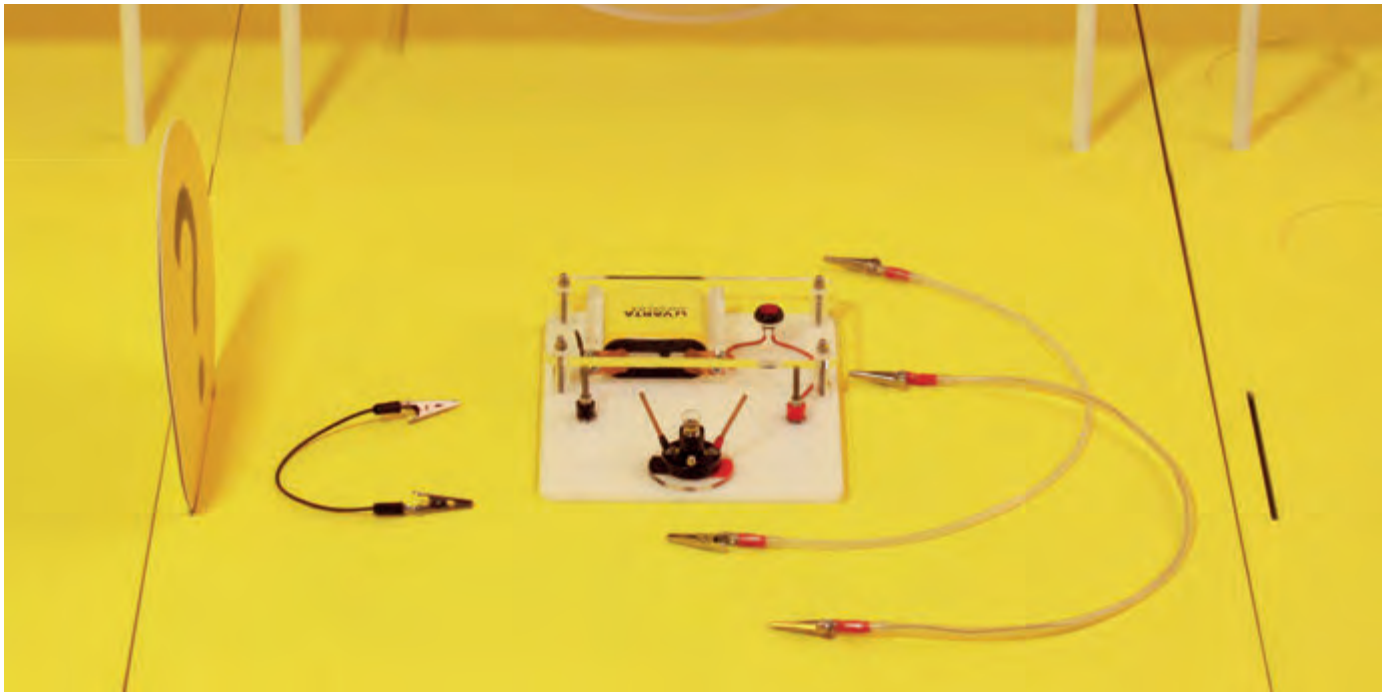
Os materiais em geral são neutros porque têm tantas cargas positivas (prótons) como negativas (elétrons). Os elétrons estão suficientemente “soltos” para se poderem transferir. Ao friccionar plástico na lã, a lã tem tendência para perder elétrons e o plástico para os ganhar. Gera-se assim eletricidade estática que carrega negativamente a superfície da caneta. O campo elétrico criado por estas cargas atrai os papelinhos para a caneta.





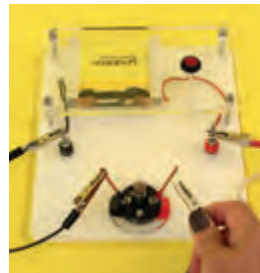
Nas impressoras laser a eletricidade estática é usada para atrair as partículas do *toner* que formam a imagem.



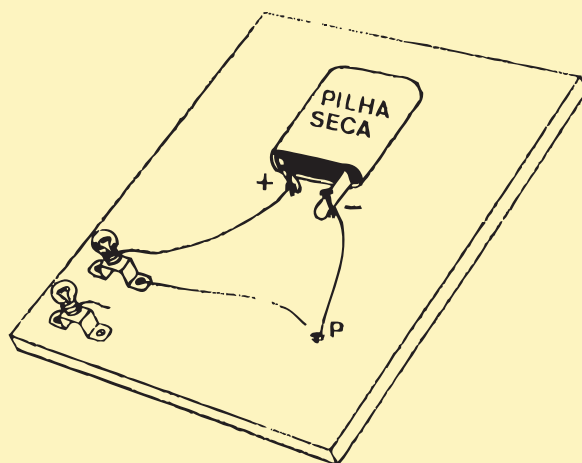


O meu amigo acredita que um fio de metal tenha menos resistência quando é grosso do que quando é fino? Quanto mais fininho for, mais resistente é. Duvida porque não sabe de que resistência é que eu estou a falar, mas já vai perceber.

• RÓMULO  
21  
• DE CARVALHO



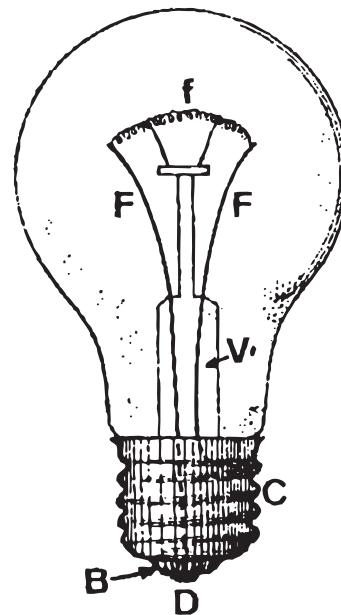
- Ligue a lâmpada à pilha usando o fio condutor metálico mais grosso e pressione o botão. O que aconteceu à lâmpada?
- Experimente agora o mesmo mas com o fio condutor fininho. O brilho da luz da lâmpada foi o mesmo?
- Desligue os fios condutores do circuito para que o próximo visitante possa fazer a experiência.

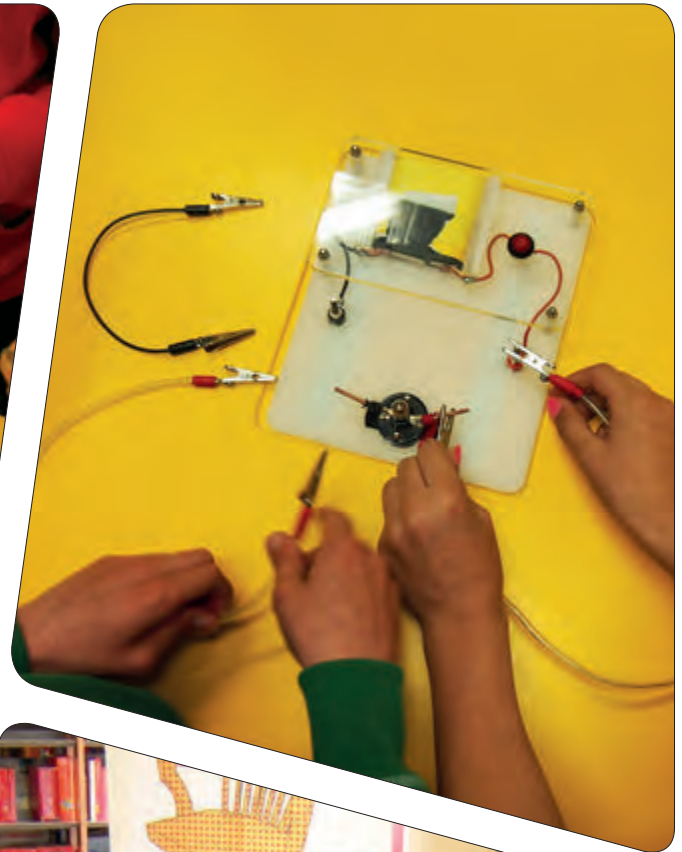
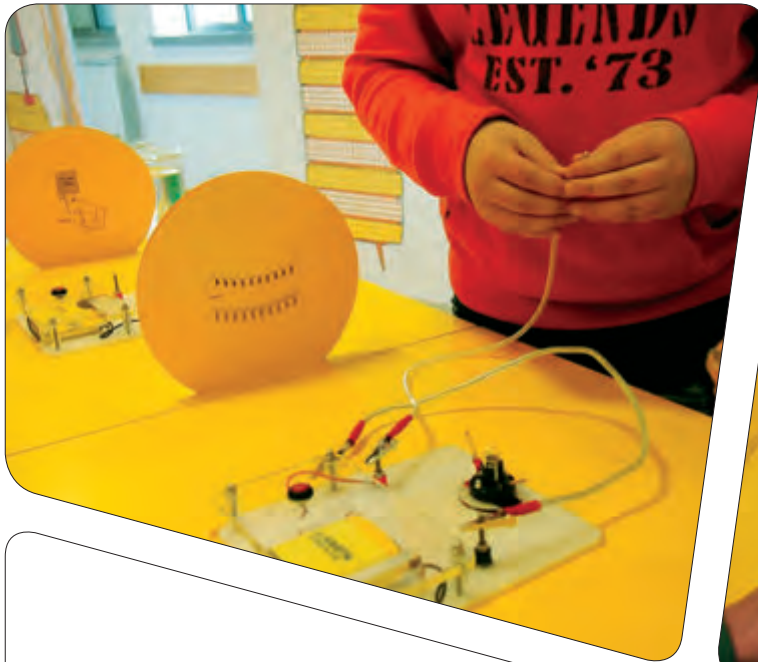


A resistência elétrica do fio não depende só da sua espessura. Utilize fio de resistência de torradeira com vários comprimentos e observe o que se passa com a intensidade da lâmpada. Não poderá usar fio de cobre para obter uma resistência semelhante à do filamento porque a sua secção teria de ser demasiado pequena.

O brilho da lâmpada é menor quando se utiliza o fio condutor mais fino.

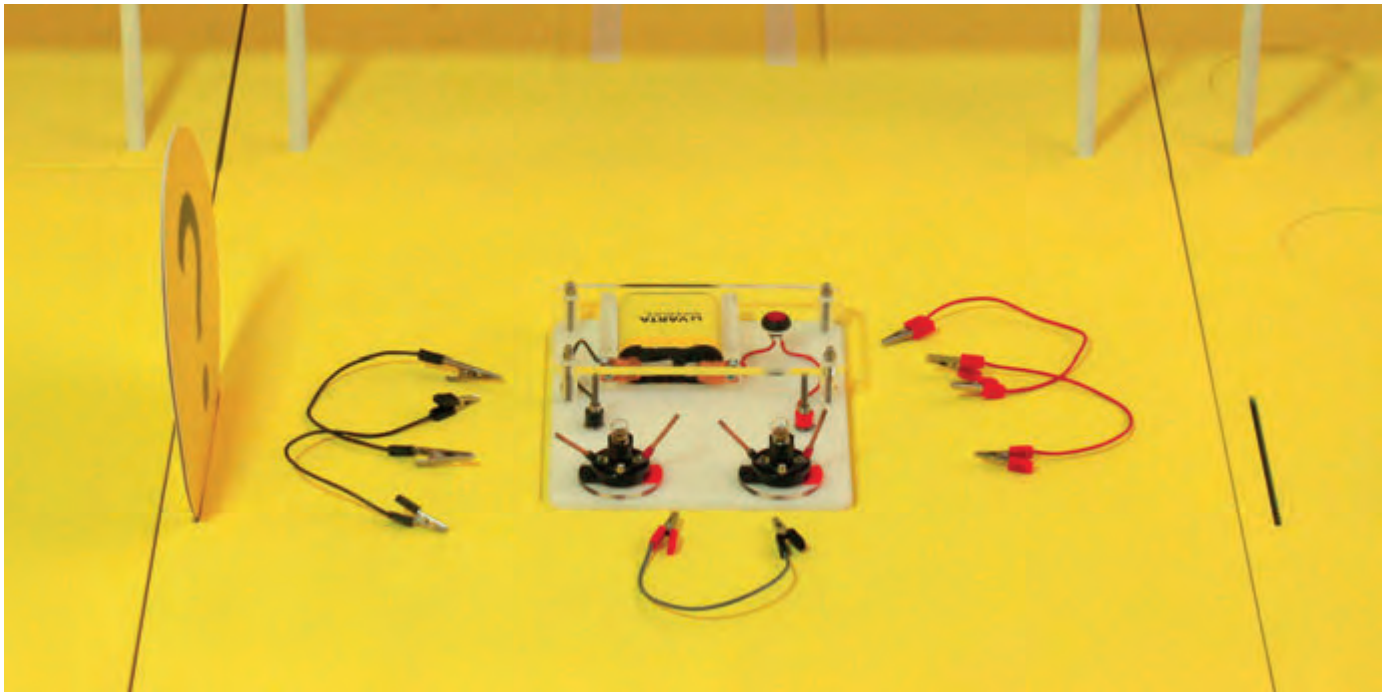
Quanto mais fino ou mais comprido for um fio elétrico, maior resistência oferece à passagem da corrente elétrica. Ligando a lâmpada à pilha com o fio de maior resistência o filamento é atravessado por uma corrente menor. Não aquece tanto e brilha menos.





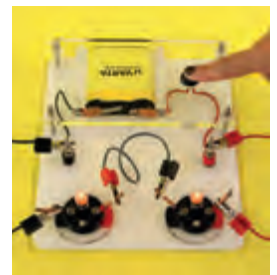
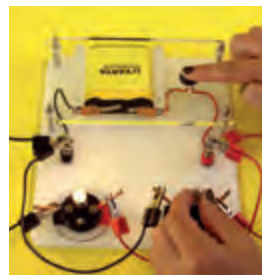
Fios especiais com níquel ou crômio têm resistências elétricas elevadas e são usados nas torradeiras.





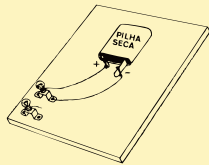
O meu amigo sabe como é que se ligam as fiadas de lâmpadas elétricas que se penduram nas ruas quando há festa? Se não sabe vai ficar a saber.

• RÓMULO •  
23  
• DE CARVALHO •



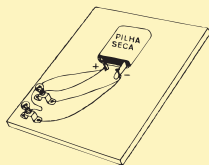
1.

- Ligue uma das lâmpadas à pilha com os fios condutores, como indica a figura. Nas ligações tenha sempre atenção às cores dos terminais.
- Pressione o botão. A lâmpada acendeu-se?



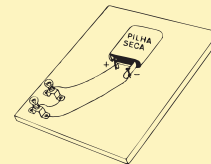
2.

- Ligue agora as duas lâmpadas como mostra a figura. Acha que acenderão ambas com igual brilho? E o brilho de cada uma delas será igual ao que tinha na experiência anterior?
- Pressione o botão. O que aconteceu?
- Desenrosque uma das lâmpadas. Que aconteceu?
- Enrosque a lâmpada.



3.

- Monte um novo circuito de acordo com a figura.
- Pressione o botão. O que aconteceu ao brilho das lâmpadas?
- Desenrosque uma das lâmpadas. Que aconteceu?
- Enrosque a lâmpada e desmonte todos os fios que ligou, para que o próximo visitante possa fazer a experiência.



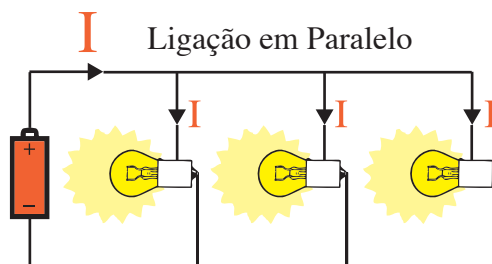
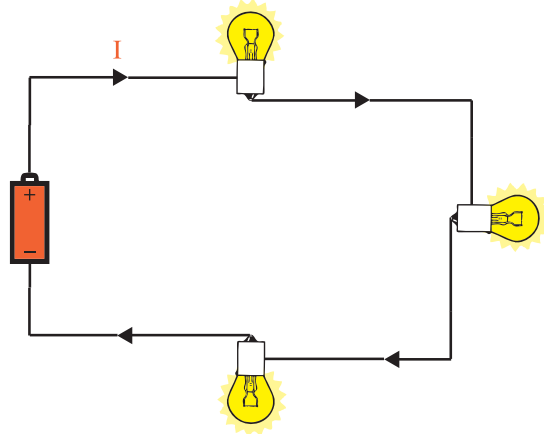
Para que a diferença de luminosidade entre as duas experiências seja bem observada, quando as lâmpadas estão ligadas em série o seu brilho tem de ser bastante reduzido. Use lâmpadas para voltagens ligeiramente superiores às nominais das pilhas.



No primeiro esquema de ligações a lâmpada acende. No segundo esquema ambas as lâmpadas acendem e com muito brilho. Ao desenroscar uma delas a outra continua acesa. No terceiro esquema as lâmpadas dão menos luz e ambas se apagam quando se desenrosca uma delas.

Com as lâmpadas ligadas diretamente à pilha, ligação em paralelo, cada uma funciona como se fosse a única no circuito. A corrente que passa numa lâmpada é independente da que passa na outra. Já na ligação em série, a corrente elétrica tem de atravessar sucessivamente cada um dos filamentos e as lâmpadas brilham menos. Cada uma funciona como um interruptor e quando se desenrosca uma lâmpada as outras apagam-se todas.

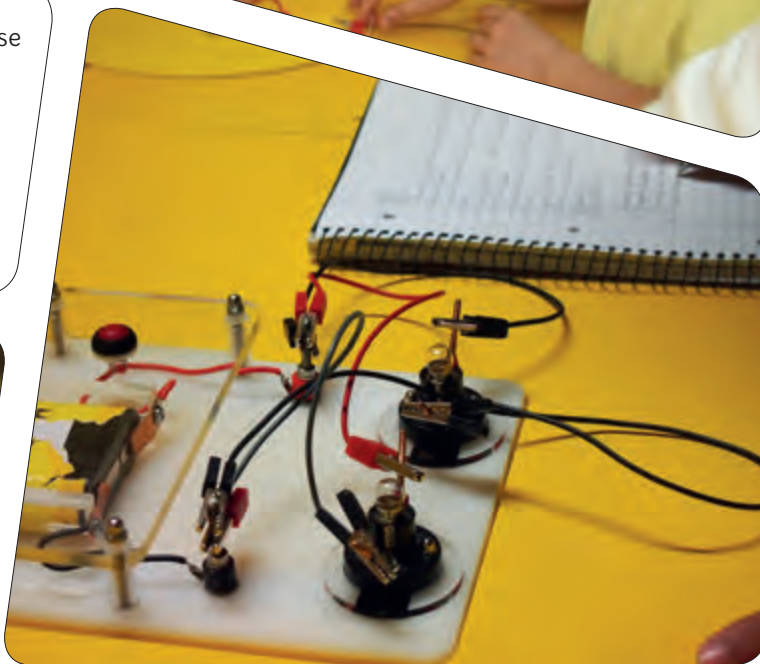
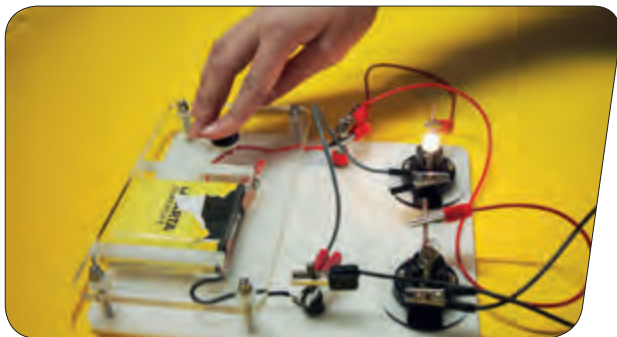
Ligação em Série

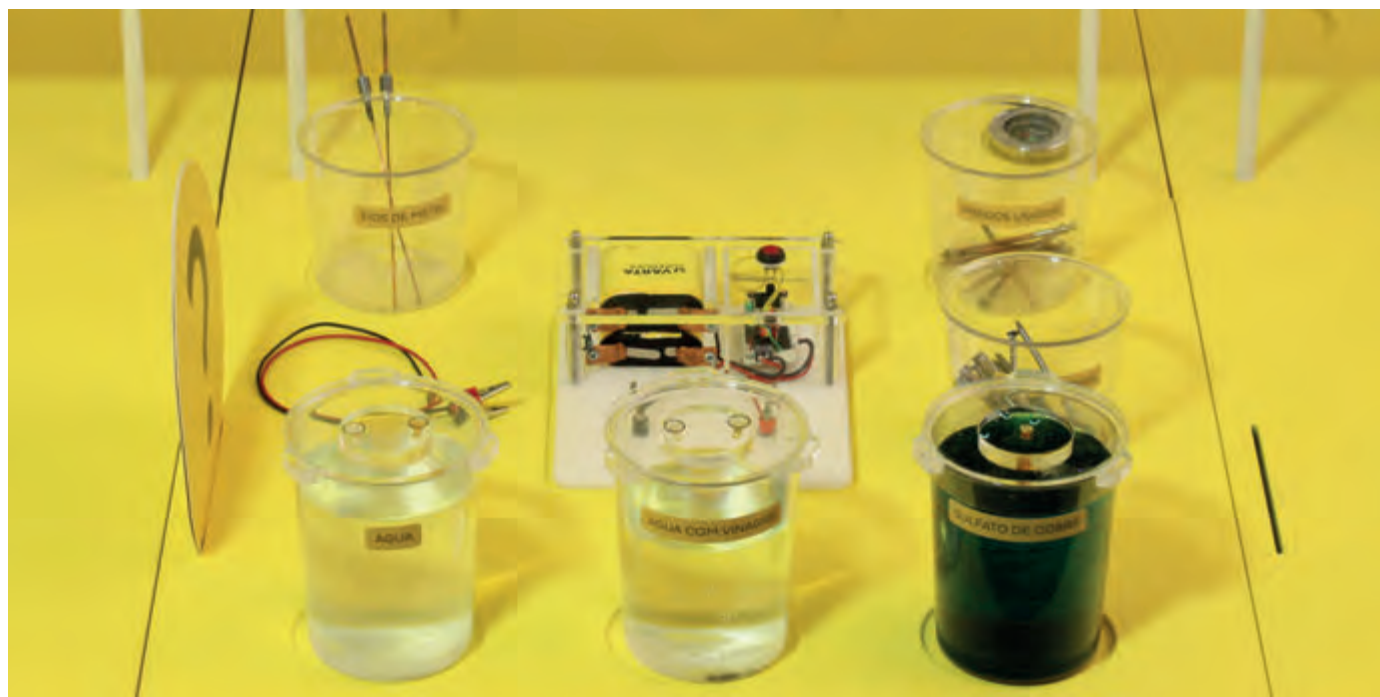


Intensidade de corrente



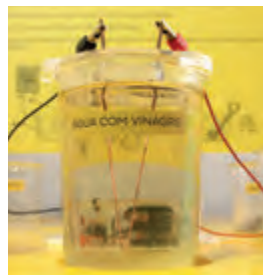
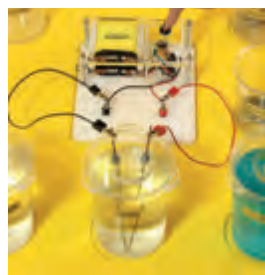
Nas festas populares as fiadas de lâmpadas ligam-se em paralelo.





O meu amigo sabe que os automóveis têm muitas peças brilhantes, de metal, que foram “cromadas”. Sabe o que é isso de cromar e como é que se faz?

• RÔMULO •  
24  
• DE CARVALHO •

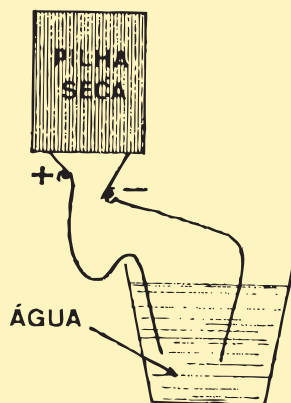


1.

- Coloque os dois fios de metal dentro do recipiente com água e ligue-os à pilha como mostra a figura.
- Pressione o botão e olhe bem. Consegue ver algo a formar-se em redor deles?

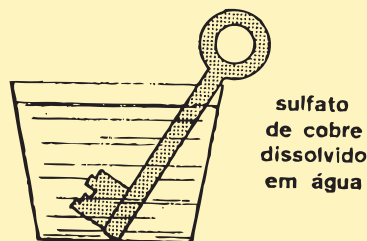
2.

- Coloque agora os dois fios de metal dentro do recipiente com água e vinagre.
- Pressione o botão. Nota alguma diferença? O que se formou junto aos fios?



3.

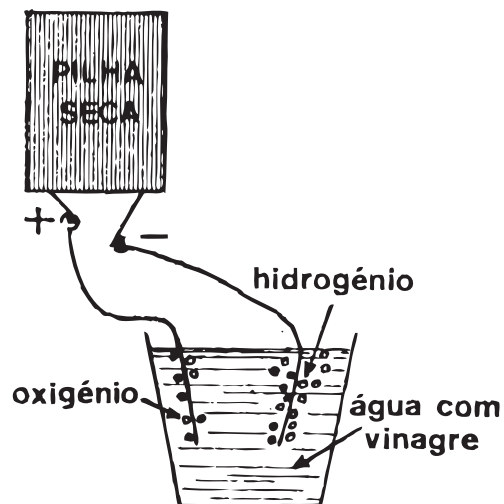
- Coloque um prego no recipiente com o líquido azul, que é sulfato de cobre.
- Espere uns segundos observando com atenção o prego.
- Retire-o. O que se formou na ponta do prego?
- Coloque o seu prego no recipiente apropriado para que o próximo visitante possa fazer a experiência.



Para tornar bem visível a eletrólise pode usar como fonte de corrente duas pilhas de 9 V ligadas em série e adicionar algum vinagre à água. Atenção que a eletrólise está a produzir hidrogénio! Faça a experiência num copo com água aberto para que o hidrogénio não se acumule.

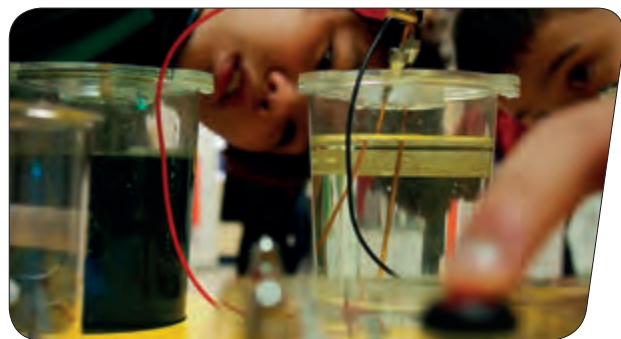
No fio ligado ao polo negativo da pilha formam-se bolhas. No outro não se vê quase nada. Na água com vinagre vê-se melhor. O prego mergulhado no líquido azul fica vermelho alaranjado.

A água é feita de hidrogénio e oxigénio ( $H_2O$ ). A corrente elétrica ao passar na água separa-a nesses dois componentes. Junto ao polo negativo formam-se bolhas de hidrogénio. O oxigénio forma-se junto ao polo positivo mas não se vê tão bem, pois o número de átomos é menor e este gás dissolve-se bem na água. Com o prego no líquido azul acontece algo semelhante. O cobre do líquido, que depois de separado é um sólido, deposita-se sem precisar de pilha.





As torneiras são cromadas desta forma.



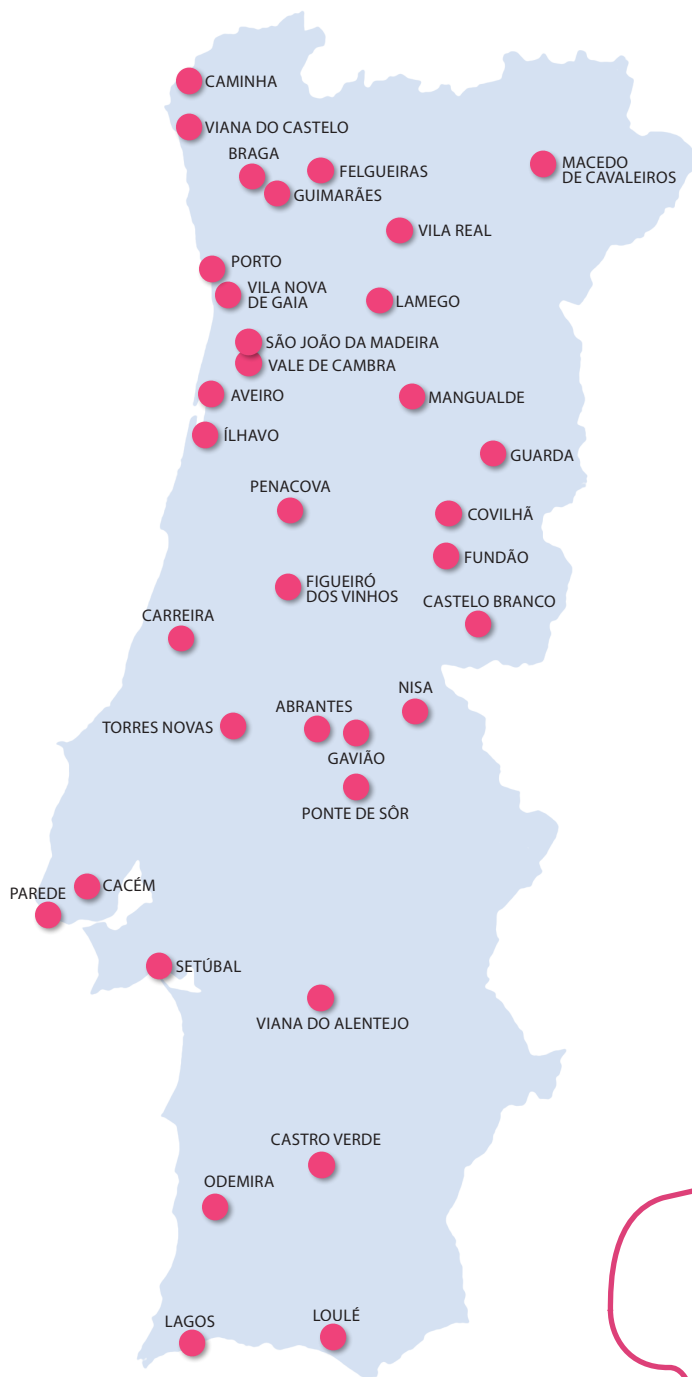


# Itinerância pelo país



## Escolas que receberam a exposição entre Novembro de 2012 e Fevereiro de 2014

Escola Básica 2/3 Rainha Santa Isabel, Carreira, Leiria  
Escola Secundária de Maria Lamas, Torres Novas  
Agrupamento Vertical de Gavião, Gavião  
Escola Básica 2/3 e Secundária Prof. Mendes dos Remédios, Nisa  
Escola Básica 2/3 de João Franco, Fundão  
Escola Básica de Santa Clara, Guarda  
Escola Básica José Malhoa, Figueiró dos Vinhos  
Escola Básica 2/3 de Penacova, Penacova  
Escola Básica 2/3 de Dairas, Vale de Cambra  
Escola Básica da Gafanha da Encarnação, Ílhavo  
Escola Básica 2/3 de Lamego, Lamego  
Escola Básica 2/3 Ana de Castro Osório, Mangualde  
Escola Básica e Secundária de Airães, Felgueiras  
EB1/JI Marques dos Santos – Centro Escolar da Serra do Pilar, Vila Nova de Gaia  
Escola Secundária D. Manuel Martins, Setúbal  
Escola Básica 2/3 e Secundária Santos Simões, Guimarães  
Escola Básica 2/3 Dr. Francisco Sanches, Braga  
Escola Básica 2/3 e Secundária Dr. Isidoro de Sousa, Viana do Alentejo  
Escola Secundária Santa Maria Maior, Viana do Castelo  
Agrupamento de Escolas Sidónio Pais – EB1/JI de Caminha, Caminha  
Escola Secundária com 3º Ciclo de Castro Verde, Castro Verde  
Agrupamento Vertical de Escolas de Macedo de Cavaleiros, Macedo de Cavaleiros  
Agrupamento de Escolas Morgado de Mateus, Vila Real  
Agrupamento de Escolas de Sabóia – EB2/3 - Nº 1 de Sabóia, Odemira  
Escola Secundária de Loulé, Loulé  
Colégio S. Gonçalo, Montinhos da Luz, Lagos  
Escola Básica e Secundária Gama Barros, Cacém  
Colégio da Bafureira, Parede  
Escola Secundária de Ponte de Sôr, Ponte de Sôr  
Escola Básica e Secundária Dr. Manuel Fernandes, Abrantes  
Escola Básica Faria de Vasconcelos, Castelo Branco  
Escola Secundária Quinta das Palmeiras, Covilhã  
Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas, Porto  
Agrupamento de Escolas dos Carvalhos, Vila Nova de Gaia  
Escola Básica Dr. Costa Matos, Vila Nova de Gaia  
Escola Básica e Secundária do Cerco, Porto  
Escola Básica Integrada de Eixo, Aveiro  
Escola Básica 2/3 de São João da Madeira, São João da Madeira



58 409  
VISITANTES

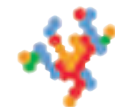
# O Mundo na Escola

PROGRAMA



GOVERNO DE  
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
E CIÊNCIA



PAVILHÃO DO  
CONHECIMENTO  
CIÊNCIA VIVA

Financiamento:



AGÊNCIA NACIONAL  
PARA A CULTURA  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

