

**XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**  
Uberlândia, MG - 26 a 30 de janeiro de 2015

**EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS PELO PIBID/UFRJ E  
DINÂMICA EM SALA DE AULA**

Oficina 19

PIBID/UFRJ–Física



Universidade Federal do Rio de Janeiro



Copyright ©2015 by PIBID/UFRJ–Física

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma ou meio eletrônico ou mecânico, inclusive fotocópia, gravação ou sistema de armazenamento e recuperação de informação, sem a permissão escrita da coordenação do PIBID/UFRJ–Física.

<http://pibidfisicaufrj.blogspot.com.br/>

---

S676e Experimentos desenvolvidos pelo PIBID/UFRJ e dinâmica em sala de aula/Vitorvani Soares, João José Fernandes de Sousa e Deise Miranda Vianna (org.).

Experimentos desenvolvidos pelo PIBID/UFRJ e dinâmica em sala de aula. Rio de Janeiro, Instituto de Física–UFRJ, 2015. Oficina 19 do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Uberlândia, MG - 26 a 30 de janeiro de 2015.

1. Ensino de Física. 2. Mecânica. 3. Óptica.
  4. Eletricidade. 5. Magnetismo. 6. Eletromagnetismo.
  7. Termodinâmica. 8. PIBID I. Título
-

## Apresentação

O subprojeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência PIBID, em andamento no curso de Licenciatura em Física da UFRJ, foi implementado seguindo a proposta da CAPES. Estabelecemos dinâmicas de trabalho com os seguintes objetivos: promover a articulação da educação superior do sistema federal com a educação básica do sistema público, em proveito de uma sólida formação docente inicial e elevar a qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciaturas das instituições federais de educação superior. Ao estabelecer cooperações neste projeto incentivamos a melhoria da qualidade do ensino nas escolas da rede pública.

A coletânea que apresentamos proporciona a explicitação de uma mostra de ações em sala de aula da educação básica que promovem a antecipação da formação prática dos alunos da licenciatura. A dinâmica de nosso trabalho é desenvolvida com a co-participação dos integrantes dos três grupos institucionais: três supervisores (professores do Ensino Médio alocados em duas escolas estaduais e uma federal); 14 monitores bolsistas de iniciação à docência (alunos de Licenciatura em Física da UFRJ), distribuídos em equipes pelas escolas; três professores do Instituto de Física como orientadores de iniciação à docência (sendo um o coordenador) e um colaborador do Colégio Pedro II.

Desenvolvemos materiais didáticos, que atendem às características das escolas, assim como ao programa pedagógico a ser desenvolvido no período letivo. Este material é construído coletivamente pelos três segmentos envolvidos, com discussões e análises posteriores às aplicações. Seus formatos expressam a diversidade de nosso público alvo ao qual se destinam. Priorizamos atividades experimentais, com construção dos kits a serem aplicados, como também os roteiros que dão suporte ao desenvolvimento de cada unidade didática. Os referenciais teóricos são discutidos e visam a melhor dinâmica, de tal modo que os licenciandos possam aprimorar sua formação atendendo ao desenvolvimento das habilidades e capacidades dos alunos do ensino médio.

Esta coletânea apresenta os seguintes temas: Mecânica, Óptica, Eletricidade, Magnetismo, Eletromagnetismo e Termodinâmica. Os roteiros resultam da interação dos supervisores, responsáveis pelo desenvolvimento dos programas fundamentados no Projeto Pedagógico de cada Unidade; dos orientadores: responsáveis pela condução dos referenciais teóricos que visam a formação tanto dos licenciandos quanto dos alunos do ensino médio; e dos monitores bolsistas: responsáveis por redigir textos, construir materiais, auxiliar o professor em sala de aula e avaliar o resultado da utilização desses materiais.

As escolas da rede pública estadual (SEEDUC-RJ) para onde convergem as ações do PIBID Física são: Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos, Av. Brasil, 19644, Acari, Rio de Janeiro – RJ; Colégio Estadual Aydano de Almeida; Rua Comendador Nunes Martins 1337, Centro, Nilópolis – RJ; Colégio Pedro II, Campo de São Cristóvão, 177, São Cristóvão – RJ. Os professores responsáveis pela supervisão dos monitores nestas escolas são

respectivamente: Almir Guedes do Santos, Marco Adriano Dias e Vitor Cossich de Holanda Sales.

Os alunos do curso de Licenciatura em Física, selecionados para o PIBID em 2014, que participaram da confecção dos trabalhos são: Aline Pimentel, David Henrique da Silva Araújo, Diego Figueiredo Rodrigues, Emerson Moratti Junior, Felipe Moreira Correia, Jobson Lira Santos Junior, Leonardo Rodrigues de Jesus, Leonardo dos Santos Marques de Queiroz, Lucas Muniz Valani, Rafael Gomes de Almeida, Rodolfo Costa, Raphael Gorito de Oliveira, Tarcisio Lima da Cruz e Thiago Serafim Santore.

Participaram como orientadores da iniciação à docência os professores do IF-UFRJ: Deise Miranda Vianna, João José Fernandes de Sousa e Vitorvani Soares e Sandro Soares Fernandes, do Colégio Pedro II. Dedicamos este trabalho à Profa. Susana Lehrer de Souza Barros<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> A professora Susana de Souza Barros compreendeu de imediato que a chamada pública que operacionalizava o Programa de Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID, como ação conjunta do MEC, por intermédio da SESu, da CAPES, e do FNDE – a 12 de Dezembro de 2007 – criaria oportunidades para estimular a formação de docentes no curso de Licenciatura em Física da UFRJ. Incentivou a adesão de diversos professores do IF engajados com a licenciatura em física e contribuiu para a redação do subprojeto física com a filosofia de convergência para a sala de aula. Atuou durante os 24 meses de vigência do Projeto PIBID-UFRJ aprovado a 30 de outubro de 2008 e novamente compôs a equipe que atendeu ao Edital CAPES nº 1/ 2011 aprovado em abril de 2011, até completar sua estada junto a nós no dia 24/10/2011.

# **PIBID/UFRJ–Física**

## **Coordenador**

Vitorvani Soares, Instituto de Física - UFRJ

## **Colaboradores**

Deise Miranda Vianna, Instituto de Física – UFRJ

João José Fernandes de Sousa, Instituto de Física – UFRJ

Sandro Soares Fernandes, Colégio Pedro II

## **Supervisores**

Almir Guedes dos Santos, Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Marco Adriano Dias, Colégio Estadual Aydano de Almeida

Vitor Cossich de Holanda Sales, Colégio Pedro II

## **Licenciandos**

Aline Pimentel

David Henrique da Silva Araújo

Diego Figueiredo Rodrigues

Emerson Moratti Junior

Felipe Moreira Correia

Jobson Lira Santos Junior

Leonardo dos Santos Marques de Queiroz

Leonardo Rodrigues de Jesus

Lucas Muniz Valani

Rafael Gomes de Almeida

Raphael Gorito de Oliveira

Rodolfo Costa

Tarcísio Lima da Cruz

Thiago Serafim Santore



# Sumário

## Mecânica

Um kit com experimentos de mecânica	11
As rampas, nossa cidade e o ensino de física	17

## Óptica

Isaac Newton e luz na Literatura de Cordel	29
Reflexão da luz, sombras e espelhos planos	35
Refração da luz e problemas de visão	41
Ilusões de óptica	47

## Eletricidade

Primeira lei de Ohm através de experimentos	57
Segunda lei de Ohm através de experimentos	61

## Magnetismo

Introdução ao magnetismo — I	65
Introdução ao magnetismo — II	73
O experimento de Oersted	81
Influência do campo geomagnético em seres vivos	85

## Eletromagnetismo

História do eletromagnetismo	91
Introdução ao eletromagnetismo — I	97
Introdução ao eletromagnetismo — II	99
Formação de cores nos monitores LCD/LED	109

## Termodinâmica

Sensação térmica	115
Trocas de calor e calor específico	123



# Mecânica



# Um kit com experimentos de mecânica

## Colégio Pedro II

Felipe Moreira Correa\*, Thiago Serafim Santore\*, Sandro Soares Fernandes\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Apresentamos um kit de Mecânica (Figura 1) com 12 atividades experimentais desenvolvidas com materiais de baixo custo por licenciandos da UFRJ que participam do PIBID. Esses experimentos abordam assuntos de mecânica (cinemática, dinâmica, estática e hidrostática), envolvendo situações intrigantes para os alunos, buscando o entendimento de algumas leis fundamentais, podendo ser aplicados a alunos do ensino fundamental e médio. Todos os experimentos seguem propostas de atividades investigativas (PENHA, 2009) para serem desenvolvidas em grupos, tendo como objetivos estimular a argumentação (JIMENEZ, 2003) e a prática científica dos alunos. O kit traz também 12 fichas de apoio, uma para cada experimento, onde estão às questões a serem abordadas e os materiais necessários para a resolução da atividade.



Figura 1. Kit de Mecânica: Caixa contendo material necessário para montagem dos doze experimentos de mecânica propostos e suas respectivas fichas de apoio.

---

## DINÂMICA DA ATIVIDADE

Vamos separar os participantes desta oficina em quatro grupos, e cada grupo receberá três propostas de experimentos ( três fichas apoio e os materiais necessários) para montar, interagir e verificar como funcionam durante 10 minutos. Após este tempo faremos um rodízio dos grupos a cada 10

Um kit com experimentos de mecânica

minutos até que todos os participantes possam conhecer todas as 12 propostas do KIT de Mecânica.

---

## PROPOSTAS DO KIT

- Viagem ao fundo da PET.
  - Cabo de Guerra.
  - A Cruzeta.
  - Foguete de ar.
  - A Lua e suas crateras.
  - O escapista.
  - No limite
  - Gangorra
  - Garrafocóptero.
  - Dê forma à ação
  - Sente a pressão
  - Hóquei de mesa
- 

## FICHAS DE APOIO

### Mesa 1

#### VIAGEM AO FUNDO DA PET

O que fazer para o tubo de ensaio descer para o fundo da garrafa? É possível manter o tubo em equilíbrio no meio da garrafa?

Discuta com o seu grupo e explique o fenômeno.

**Materiais:** Tubo de ensaio, garrafa pet e água

#### CABO DE GUERRA

Utilizando os materiais abaixo, mostre que a força que ímã faz no clipe é maior do que a força que o planeta Terra faz sobre ele.

**Materiais:** cliques de metal, um ímã e um pedaço de barbante

### A CRUZETA

Sem quebrar, separe as duas partes de madeira que compõem a cruzeta.  
Conseguiu? Que princípio físico você utilizou?

**Materiais:** Cruzeta

## Mesa 2

### FOGUETE DE AR

Utilizando os materiais abaixo, construa um dispositivo que faça o balão ser transportado entre dois pontos da linha e explique o princípio físico que ele utiliza para se deslocar. Se o experimento fosse feito na Lua o resultado seria o mesmo? Justifique.

**Materiais:** Balão de festa, canudo e linha

### A LUA E SUAS CRATERAS

Abandone diferentes esferas (tamanhos e massas) de uma mesma altura e verifique as marcas deixadas, na areia, por cada uma. Crie relações entre as esferas e as crateras deixadas. Porque não encontramos na superfície da Terra tantas crateras como as que existem na superfície da lua?

**Materiais:** Caixa de papelão, areia, bolas de diferentes materiais e algodão.

### O ESCAPISTA

Puxe a carta, horizontalmente e sem mexer no copo, de modo que a bola de ping pong caia na água, antes que seja atingida pelo pêndulo.

**Materiais:** Copo, tampinha de pet, água, bolinha de ping pong, carta.

## Mesa 3

### NO LIMITE

Utilizando uma régua (disponível no Kit) e uma moeda, compare os ângulos em que a moeda entra em iminência de deslizar em cada lado da régua. Em qual situação a inclinação da régua será maior? Colocando moedas de massas diferentes, esses ângulos variam? Discuta com seu grupo.

**Materiais:** Régua e moedas.

### GANGORRA

- Quantos cliques devemos colocar no furo "A" para equilibrar (manter na horizontal o cabide) dois cliques no furo "B"?
- E se pendurássemos 100 cliques no furo "A"? Quantos cliques seriam necessários colocar em "B" para equilibrar esse cabide?

**Materiais:** cliques de metal e um cabide de plástico.

### GARRAFACÓPTERO

Utilizando apenas uma das mãos e mantendo o fio sempre esticado (e sem que suas partes se toquem), suspenda a garrafa com água e a mantenha em equilíbrio a certa altura do chão (sem apoiá-la em nada).

**Materiais:** Um garrafacóptero

## Mesa 4

### DÊ FORMA À AÇÃO

Utilizando a mola, descubra qual a razão entre a massa do objeto "A" e a massa do objeto "B".

**Materiais:** Uma mola helicoidal e dois "pesinhos" A e B.

### HÓQUEI DE MESA

Com os materiais recebidos, monte um sistema de modo que o CD deslize sobre a mesa sem encostar nela. Qual a vantagem do CD estar flutuando no momento em que você desliza-o para outro colega? Por quê?

**Materiais:** CD, bexiga.

### SENTE A PRESSÃO

Você recebeu os dois sistemas de seringas. Manuseando-os, verifique com qual deles você poderia realizar um esforço menor para efetuar um determinado trabalho mecânico. Justifique.

**Materiais:** Seringas, tubo de plástico.

---

## REFERÊNCIAS

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P. e DIAZ de BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias. In: Enseñanza de las Ciencias. Espanha. Vol. 21, N 3 (2003) p. 359-369

PENHA, S.P., CARVALHO, A.M.P. e VIANNA, D.M. (2009). A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. VII ENPEC. Florianópolis. Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec/paper/viewFile/612/117>



# As rampas, nossa cidade e o ensino de física

## Colégio Pedro II

Felipe Moreira Correa\*, Thiago Serafim Santore\*, Sandro Soares Fernandes\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

### O que os alunos já sabem

- Realizar operações com vetores;
- Reconhecer algumas forças e suas características (gravitacional, contato, tração, elástica e atrito);
- Leis de Newton;
- Conhecimentos básicos de trigonometria.

"Alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia, é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo (Santos e Schnetzler, 1997). Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas." (FOUREZ, 1995)

---

## ATIVIDADE

O IBGE revelou na última sexta-feira um retrato detalhado sobre condições urbanas brasileiras e houve um item que chamou, a meu ver erroneamente, de "calçadas para cadeirantes".

Bem, o termo não ajuda em nada na inclusão. Talvez, para fins de pesquisas, era preciso ser bem específico, mas rampa é um aparelho urbano que serve a todos, não só a cadeirantes. A rampa facilita o acesso do carrinho de bebê, auxilia os mais velhos e mais desequilibrados na travessia, facilita para quem está puxando carrinhos de compras, evita com que crianças tropecem ao atravessar a rua. Então, como uma rampa é para "cadeirantes"?

Quando se qualifica uma rampa dessa maneira, a meu ver, reforça-se em parte da sociedade que o povo "malacabado" é um peso na lomba do poder público que precisa gastar para fazer o mundo mais fácil para "nóistudo" podermos ser mais cidadãos. Não é a primeira vez que o órgão de pesquisa mais importante do país comete uma impropriedade com as pessoas com deficiência. É hora dessa gente ter mais preocupação com seus métodos de abordagem, pois a reprodução das informações é gigantesca e os dados ficam para a história, né, não?

Bem, agora o mérito da pesquisa, mais propriamente. O resultado é que apenas 4,7%, repito SOMENTE 4,7% das ruas do país possuem rampas.

Gente, isso é praticamente uma miséria humana em relação à inclusão. Quer dizer que 95% dos passeios dessa nação não têm mínimas condições de garantir um ir e vir seguro às pessoas. É a massacrante maioria de um país que não cumpre um princípio constitucional. A ausência de uma rampa humilha as pessoas. Expõe as pessoas ao risco de quedas, de acidentes. Impede as pessoas a chegarem na escola, no hospital, na casa da namorada.



Figura 1. Cadeirantes no Brasil, segundo o cartunista Jean Galvão.<sup>2</sup>

Discuta com seu grupo a relevância para a sociedade desses processos de adaptação que nossas cidades estão passando. Nossa escola tem essa preocupação? E as ruas do seu bairro?

---

---

---

---

---

Como foram mostradas na tirinha e no texto, as pessoas que necessitam da rampa, acabam passando por dificuldade e em certos casos até por humilhação. O que poderia ser feito para reverter essa situação social?

---

---

---

---

---

<sup>2</sup> <http://assimcomovoce.blogfolha.uol.com.br/2012/05/28/calçadas-para-cadeirantes/> . Acesso em: 12/06/2014.

## Vamos assistir a um video?



No vídeo<sup>3</sup>, um morador fala com o prefeito Eduardo Paes que a negociação para a implementação do teleférico, tem que ser feita diretamente com os moradores que serão desapropriados. Sua opinião é a favor ou contra a do morador? Por quê?

---



---



---



---

## ATIVIDADE 1 - CALCULANDO A COMPONENTE DA FORÇA PESO

### Materiais utilizados:

- Plano inclinado; dinamômetro; "carrinho"; e pequenas massas



Figura 1. Plano inclinado do laboratório de Física do Colégio Pedro II (Campus São Cristóvão III).

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=J3NXowGVYsU> . Acesso em: 12/06/2014.

Um kit com experimentos de mecânica

**1° Passo:** Anexar o dinamômetro no plano inclinado e prender o carrinho.

**2° Passo:** Observar o que acontece quando para um ângulo fixo variamos a massa do carrinho.



**3° Passo:** Agora com a massa fixa, variar o ângulo do plano inclinado e observar o que ocorre com a indicação do dinamômetro.



Preencha a tabela abaixo com os valores encontrados da componente da força peso ao longo do eixo x (Indicação do dinamômetro).

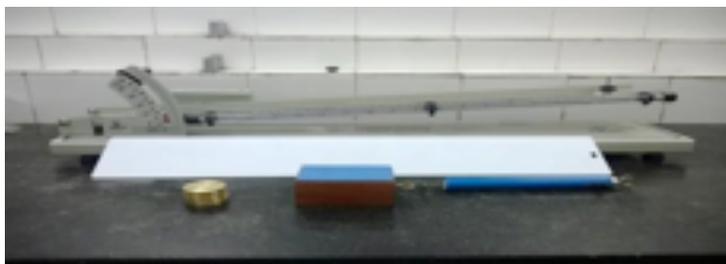
Use as três primeiras linhas para o segundo passo do experimento e as três linhas restantes para o terceiro passo.

Massa (g)	Ângulo (graus)	Indicação do Dinamômetro

## ATIVIDADE 2 - PLANO INCLINADO COM ATRITO

### Materiais utilizados:

- Plano inclinado, dinamômetro, bloco de madeira, balança.



- 1º Passo:** Anexar o dinamômetro no plano inclinado e prender o bloco com a face de madeira virada para baixo. Verificar as relações entre a indicação do dinamômetro, o estado do bloco e o ângulo.



- 2º Passo:** Agora coloque o bloco com a face da espuma virada para baixo e repita o procedimento do primeiro passo.

Porque, para ângulos iguais, os dinamômetros indicam valores diferentes para a madeira e para a espuma?

---



---



---



---

## ATIVIDADE 3 - EXPERIMENTO DE GALILEU

### Materiais utilizados:

- Plano inclinado e bolinha

Um kit com experimentos de mecânica

**1º Passo:** Coloque o plano inclinado em certo ângulo e deixa a bolinha deslizar.

**2º Passo:** Varie o ângulo do plano e analise a diferença entre o tempo de descida.



Qual a relação entre o tempo de queda das bolinhas e a inclinação? Que tipo de movimento as bolinhas executam durante a sua queda?

---

---

---

---

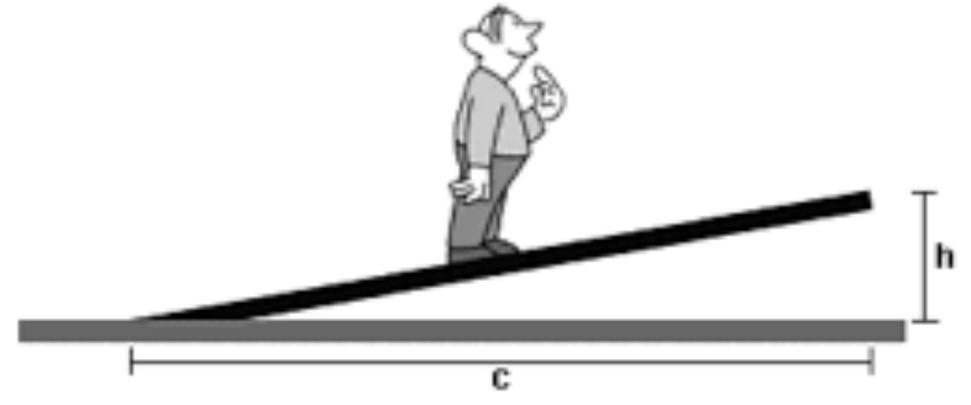
Em um caso especial em que os atritos são desprezíveis, tente achar uma expressão para a aceleração destas bolinhas ao longo da sua descida no plano.

No urbanismo e na arquitetura, a questão da acessibilidade tem recebido grande atenção nas últimas décadas, preocupação que pode ser verificada pela elaboração de normas para regulamentar a acessibilidade.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma NBR 9050 elaborada no Comitê Brasileiro de Acessibilidade, define:

- **Acessibilidade:** Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos.
- **Rampa:** Inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminamento. Consideram-se rampas aquelas com declividade igual ou superior a 5%.

A figura 4 apresenta uma rampa com 5% de inclinação, sobre a qual se encontra uma pessoa em pé e parada. Para facilitar a visualização, o desenho não está apresentado em escala.



A inclinação das rampas deve ser calculada segundo a seguinte equação:

$$i = \frac{100 \times h}{c},$$

na qual  $i$  é a inclinação, em porcentagem;  $h$  é a altura do desnível; e  $c$  é o comprimento da projeção horizontal da rampa.

Considerando as informações acima apresentadas:

Desenhe e identifique as forças que atuam sobre a pessoa.

Determine o coeficiente de atrito mínimo para que a pessoa não deslize ao caminhar nesta rampa. Mostre explicitamente o raciocínio matemático utilizado, que deve ser fundamentado em princípios físicos.

Os materiais granulares são conjuntos com grande número de partículas macroscópicas e têm papel fundamental em indústrias como a de mineração e construção na agricultura. As interações entre os grãos são tipicamente

<sup>4</sup> : <http://www.vestibular2011.ufsc.br/relatorio/Disc1.pdf>

repulsivas e inelásticas, decorrendo a dissipação de energia principalmente das forças de atrito. Em muitas ocasiões, os sistemas granulares não se comportam como gases, líquidos ou sólidos. Eles podem ser considerados apropriadamente como outro estado da matéria. Por exemplo, uma pilha de grãos estável se comporta como um sólido. Se a altura dessa pilha aumentar acima de certo valor, os grãos começam a fluir. No entanto, o fluxo não será como em um líquido, porque tal fluxo somente se dará em uma camada na superfície da pilha, enquanto os grãos, no seu interior, ficarão em repouso.

Admitindo que uma pilha de sal, na forma de cone circular reto, tenha raio da base de 10,0 m e coeficiente de atrito estático entre as partículas igual a 0,3, calcule, em metros, a altura máxima que o cone de sal pode assumir sem que ocorra deslizamento<sup>5</sup>. Para a marcação no caderno de respostas, despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado final obtido, após realizar todos os cálculos solicitados.

---

## REFERÊNCIAS

SANTOS, W.L.P. e MORTINER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. In: Ensaio. Belo Horizonte. V.2 N. 2 UFMG: 2002 p.1-23

FERNANDES.S.S. e VIANNA.D.M. Pare e compare: indo ao supermercado para aprender física.p.5-7

FERNANDES, S.S; VIANNA, D.M. Da arca de Noé à Enterprise: uma atividade investigativa envolvendo sistema métrico (2011).Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num2/a05.pdf>

<http://assimcomovoce.blogfolha.uol.com.br/2012/05/28/calçadas-para-cadeirantes/> Acesso:12/06/2014.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p.357-366.

LOPEZ, J. L. L., CEREZO, J. A. L. (1996). Educacion CTS en accion: ensenanza secundaria y universidade. In: GARCÍA, M. I. G., CEREZA, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, tecnologia y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madri: Editonal Tecnos S.A.

VIANNA, D.M., DIAS DE BUSTAMANTE, J. e JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P (2003). Buscando a Relação entre Eletricidade e Magnetismo.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P. e DIAZ de BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación em la clase de ciências. In: Enseñanza de las Ciencias. Espanha. V21, N 3 (2003) p. 359-369

<http://www.fernandazago.com.br/2012/05/rampas-para-cadeirantes.html>. Acesso em: 13/06/2014.

---

<sup>5</sup> Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 30, n.º 1, 2008 (com adaptações)

<http://conexaolagoa.com.br/portal/estudo-mostra-que-47-das-ruas-do-pais-tem-rampa-para-cadeirante/> . Acesso em: 13/06/2014.

MORTIMER, E.F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. In: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2 (1). 2002. p.25-35



# Óptica



# Isaac Newton e luz na Literatura de Cordel

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Júlio César Galio da Silva\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, Felipe Moreira Correia\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

### ATIVIDADE – ISAAC NEWTON E LUZ NA LITERATURA DE CORDEL

A Física é uma área de conhecimento que faz parte da cultura da humanidade, apresentando-se em manifestações artísticas na sociedade brasileira, tais como em letras de músicas da MPB e de escola de samba e em versos na literatura de cordel (cultura nordestina). Certo dia um professor de Física do Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos esteve no Centro Municipal Luiz Gonzaga de Tradições Nordestinas (Nova Feira de São Cristóvão), ocasião em que encontrou uma banca com livretos de cordel abordando temas científicos e biografias de físicos relevantes na história de Física, tais como Albert Einstein e Isaac Newton. Este fato representou uma surpresa muito agradável, tendo em vista a constatação da presença da Física nesta importante manifestação artístico-literária da cultura nordestina brasileira.

Antes de exemplificar com versos a presença do tema “Isaac Newton e Luz” na literatura de cordel, explorando os aspectos pertinentes à interface “Física e Arte”, iremos assistir e compreender aspectos fundamentais da literatura de cordel mediante os dois vídeos a seguir:

#### Vídeos sobre “Literatura de Cordel”

1. “Literatura de Cordel”;
2. “Como usar o Cordel em sala de aula”.

Serão apresentados abaixo versos sobre “Isaac Newton e Luz”, extraídos de dois livretos de literatura de cordel, os quais serão lidos (“cantados”) pelos alunos dos grupos e discutidos com o professor e os licenciandos, de modo a serem esclarecidas quaisquer dúvidas quanto aos versos e seus conteúdos. Após fazê-los, os grupos irão, então, responder as questões existentes depois dos versos de cordel.

**Sir Isaac Newton** (SILVA, 2007, p.1-3)

[...] Não diria que estes versos  
são uma biografia  
do tempo escravo e do espaço  
linear jamais seria

pinceladas sobre a vida  
de Isaac Newton, diria.

Talento sem paralelo  
pela luminosidade,  
foi um dos mais avançados  
gênios da humanidade;  
catedrático com apenas  
vinte e seis anos de idade. [...]

[...] Aos dezoito anos de idade  
Isaac Newton ingressou  
na mesma Universidade  
onde depois se formou  
em Cambridge onde durante  
toda a vida trabalhou.  
Natural de Woolsthorpe  
Lincolnshire, Inglaterra,  
devotada Isaac Newton  
grande amor à sua terra  
na paz reconfortada  
ou no estridor da guerra. [...]

[...] Outra grande teoria  
por Isaac concebida:  
a natureza da luz,  
do que é constituída,  
os corpúsculos que lhe dão  
luminosidade e vida.

Não estou entre os humanos  
para um encontro fortuito,  
sou um veloz meteoro,  
meu tempo não é gratuito,  
espalho luz e ciência

como principal intuito [...]”

**Sir Isaac Newton** (SILVA, 2007, p.7)

[...] A segunda grande obra  
Do gênio fenomenal  
Foi ÓPTICA que nos conduz  
À luz espiritual  
Capaz de alargar o âmbito  
Da filosofia moral.

A análise de questões básicas  
Sobre a luz e sua beleza  
Constitui pra Isaac Newton  
Um caminho e a certeza  
De ensinar o espírito humano  
Adorar a Natureza. [...]

**Universo Visível e Invisível** (CRISTOVÃO, p.1)

“Depois do Sol existe estrelas  
que a luz dela desenvolvendo uma  
velocidade de duzentos mil  
quilômetros por segundo gasta  
dois milhões de anos pra chegar  
na Terra e depois desta tem outros  
que a luz dela desenvolvendo uma  
velocidade de duzentos milhões  
de quilômetros por segundo gasta  
dois bilhões de anos pra chegar  
aqui na Terra e assim continua  
milhões e milhões de estrelas. [...]”

### Questionário

O que é a literatura de cordel?

---

---

---

Faça a seguir um resumo (“com suas palavras”) sobre a vida e a obra de Isaac Newton.

---

---

---

---

Qual o modelo de luz presente nos versos abaixo obtidos de “Sir Isaac Newton” (SILVA, p.1-3)? Justifique.

---

---

---

---

[...] Outra grande teoria  
por Isaac concebida:  
a natureza da luz,  
do que é constituída,  
os corpúsculos que lhe dão  
luminosidade e vida.

Apresente um erro conceitual em Física constante nos versos de “Universo Visível e Invisível” (CRISTOVÃO, p.1). Explique.

---

---

---

---

### REFERÊNCIAS

BRASIL (2002). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica: Ministério da Educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22/04/2010.

Como usar o Cordel em Sala de Aula. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2m4hpf23U1g>. Acesso em: 04/08/2013.

CRISTOVÃO, J.S. A Velocidade e Distância das Estrelas e Planetas. Livreto de Literatura de Cordel. Pernambuco: Gráfica Santos.

História da Literatura de Cordel. Disponível em: : <http://www.ablc.com.br/ocordel.html>. Acesso em: 03/08/2013.

Literatura de Cordel. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dd3lSkH6LNU>. Acesso em: 21/07/2013.

MARTINS, A.F.P. (org.). (2009) Física ainda é cultura? São Paulo: Editora Livraria da Física.

SILVA, G.F. (2007) Isaac Newton. Livreto de Literatura de Cordel. Academia Brasileira de Literatura de Cordel. Rio de Janeiro.

SANTOS, A.G., SOUSA, J.J.F., JESUS, L.M., SILVA, J.C.G., RODRIGUES, D.F., CORREIA, F.M., CRUZ, T.L. (2013) Isaac Newton e Luz na Literatura de Cordel. II Encontro Internacional de Divulgadores da Ciência, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

SANTOS, A.G., SOUSA, J.J.F., JESUS, L.M., SILVA, J.C.G., RODRIGUES, D.F., CORREIA, F.M., CRUZ, T.L. (2013) Física e Arte: Isaac Newton e Luz na Literatura de Cordel. II Encontro do PIBID-IFRJ, Duque de Caxias-RJ, Brasil.



# Reflexão da luz, sombras e espelhos planos

Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Júlio César. Galio da Silva\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, Felipe Moreira Correia\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

## INTRODUÇÃO

O fenômeno da reflexão e a presença dos espelhos planos são observados em várias situações do nosso dia a dia e, muitas vezes, não os percebemos nos usos mais comuns, como quando nos penteamos ou nos olhamos para ver como a roupa ficou. Espelhos são superfícies lisas e polidas que permitem a reflexão da luz que neles incide. Materiais de aço inox, uma pintura bem polida de um automóvel e até um lago são exemplos dessas superfícies nas quais é possível vermos nossa imagem.

A reflexão em espelhos planos se caracteriza pela incidência de um raio luminoso na superfície e seu desvio para o mesmo meio em que estava se propagando (ou movendo) (ver figura abaixo).

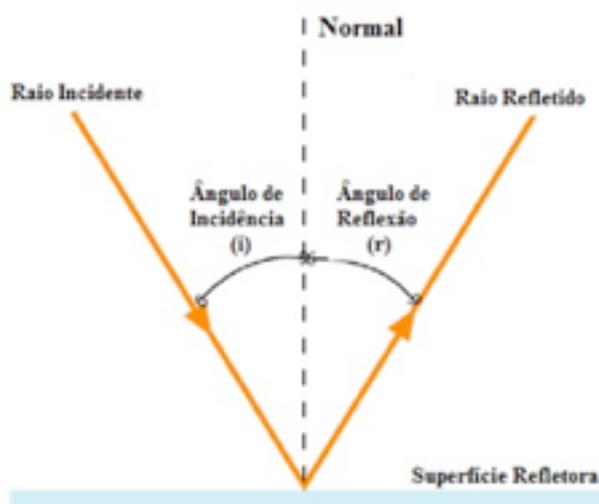


Figura 1. Reflexão da luz em espelhos planos<sup>6</sup>.

Considere uma superfície perfeitamente lisa e refletora (um espelho, por exemplo). Agora, imagine que é lançado um raio luminoso nessa superfície (raio incidente) e, ao tocá-la, ele é refletido (raio refletido). O ângulo de incidência em relação a Normal sempre será igual ao ângulo de reflexão. Além

<sup>6</sup> <http://www.brasilecola.com/fisica/reflexao-luz-espelhos-planos.htm>. Acesso em: 11/08/2013

disso, o raio incidente e o raio refletido são coplanares, ou seja, estão no mesmo plano.

Mas como podemos desenvolver e discutir esses assuntos na sala de aula? Nesse trabalho, apresentamos alguns experimentos que podem facilitar a percepção e a compreensão de diferentes situações de nosso cotidiano sobre o fenômeno da reflexão da luz e formação de imagens.

---

## ATIVIDADE 1 – PROPAGAÇÃO RETILÍNEA E REFLEXÃO DE UM RAIOS LUMINOSO

O objetivo desse experimento é medir o ângulo de incidência feito pela reflexão de um laser em um espelho plano.

### **Materiais utilizados**

- Um espelho plano; um laser; e um transferidor.

### **Procedimento experimental**

#### **Ajustando o espelho com a origem do transferidor**

Coloque o espelho alinhado na origem do transferidor. Depois coloque o laser na posição de  $90^\circ$  apontado para a origem do transferidor.

#### **Usando o laser para variar o ângulo de incidência**

Varie o ângulo de incidência do laser, com o laser sempre apontando para o centro do transferidor de acordo com os ângulos pré-determinados na tabela abaixo. Analise o sistema e não se esqueça de anotar seus resultados:

<b>Ângulo de Incidência</b>	<b>Ângulo de Reflexão</b>
60°	
40°	
20°	

### **Questionário**

Com os dados da tabela anterior, o que se pode concluir comparando o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão? Justifique:

---

---

---

---

---

## ATIVIDADE 2 – ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS COM FORMAÇÃO DE IMAGENS

O objetivo deste experimento é determinar a quantidade de imagens formada pela associação de dois espelhos planos quando ambos fazem entre si ângulos de 180°, 120°, 90° e 60°.

### Materiais utilizados

- Dois espelhos planos; um objeto para ser refletido; e um transferidor.

### Procedimento experimental

#### Usando o transferidor para medir o ângulo de abertura entre dois espelhos

Coloque os dois espelhos de forma que eles tenham o maior lado na direção vertical. Após isso, meça o ângulo de abertura feita por eles com a ajuda de um transferidor.

#### Vendo o número de imagens formadas pela reflexão do objeto no espelho

Já com o ângulo determinado pelo transferidor, coloque o objeto entre os espelhos e veja a quantidade de imagens formadas pela reflexão do objeto no espelho. Observe que, para cada ângulo, o número de imagens formadas mudará. Anote a quantidade de imagens formadas pelos ângulos pré-determinados a seguir:

Ângulo de Incidência	Ângulo de Reflexão
180°	
120°	
90°	
60°	

### Questionário

Qual a relação entre o ângulo de abertura e o número de imagens formadas pelos dois espelhos?

---



---



---



---



---

## ATIVIDADE 3 – PROJEÇÃO DA SOMBRA

A sombra é uma região formada pela ausência de luz devido a algum obstáculo que impede a incidência de um raio luminoso e seu formato se altera conforme a origem e posição dos raios luminosos. Agora pense, será que só existe sombra no plano em que ela é projetada? Você já pensou na possibilidade da sombra ser projetada em três dimensões? Nesse experimento, mostraremos que a projeção de uma sombra possui três dimensões, não apenas duas.

### **Materiais utilizados**

- Uma lanterna e três círculos de tamanhos diferentes feitos com material de EVA.

### **Procedimento experimental**

#### **Ajustando os círculos**

Deixe o círculo de maior tamanho na mesa e segure o círculo de menor tamanho no ar, em cima do círculo de maior tamanho.

#### **Usando a lanterna para formar sombra**

Agora, ligue a lanterna e deixe-a em cima do círculo de menor tamanho no ar, fazendo com que a sombra se projete para o círculo de maior tamanho que está na mesa. Afaste ou aproxime a lanterna do círculo de menor tamanho até que a sombra projetada seja do tamanho do círculo maior.

### **Questionário**

O que acontece com a sombra quando a lanterna se aproxima do círculo menor? E quando ela se afasta?

---

---

---

---

---

---

Agora, pegue o terceiro círculo (de tamanho intermediário) e coloque-o entre os outros dois. O que acontece? O que se pode afirmar em relação a incidência da sombra, ela só existe na projeção no círculo maior?

---

---

---

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

GASPAR, A. Compreendendo a Física. Vol. 2. São Paulo: Editora Ática, 2011.

MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B.. Curso de Física. Vol. 2. São Paulo: Editora Scipione, 2011.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T.R. Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. Vol. 2, São Paulo: Editora FTD, 2010.

VIANNA, D.M., FERNANDES, S.S., SILVA, P.H.S., GERMANO, L.B., SALES, V.C.H., FERNANDES, J.P., RODRIGUES, C.F.M., RUBINO, L.N., BERNARDO, J.R.R., SOUZA, E.O.R., BEMFEITO, A.P.D. e OLIVEIRA, F.F. Temas para o ensino de Física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). 1ª Ed., Rio de Janeiro: Editora Bookmakers, 2013.



# Refração da luz e problemas de visão

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Felipe Moreira Correia\*, Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Júlio César Galio da Silva\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Quem nunca viu um lindo arco íris no céu ou cores oriundas do CD? Se você já viu, saiba que nossos olhos funcionam graças ao fenômeno da reflexão da luz, ao passo que o arco íris surge devido ao fenômeno da refração da luz. Além da explicação da origem do arco íris, a compreensão do fenômeno da refração da luz nos ajudará a entender como funcionam as lentes em certos problemas de visão: miopia e hipermetropia. Apesar de terem nomes parecidos, refração e reflexão são fenômenos diferentes, pois não podemos esquecer que reflexão é a incidência de um raio luminoso na superfície e seu desvio para o mesmo meio em que estava se propagando, ao passo que a refração ocorre com desvio da luz em um meio distinto.

---

## ATIVIDADE 1 - REFRAÇÃO DA LUZ EM UM BÉQUER COM ÁGUA

### Procedimento experimental

- Encha um béquer com água.
- Coloque uma caneta dentro do béquer
- Olhe horizontalmente para o nível de água do béquer e analise o que acontece.

### Questionário

Após realizar a Atividade 1, e utilizando o conhecimento sobre luz adquirido até agora, explique com suas palavras por que a caneta parece estar “quebrada”.

---

---

---

---

---

Verificamos experimentalmente que a parte da caneta fora da água está apontando em uma direção (a parte da caneta fora da água está com uma

inclinação) e a parte da caneta submersa está apontando em outra direção (a parte da caneta submersa está com outra inclinação), isto é, a direção se alterou quando o meio material mudou do ar para a água. Dizemos que houve neste caso o fenômeno da refração da luz, mas não podemos dizer que a caneta se refratou, o que está errado. Então, nesse caso, a luz incidente na metade da caneta submersa sofreu a refração por mudar de meio porque sua velocidade de propagação na água é diferente de seu valor no ar, sendo graças a isso que vemos a caneta “quebrada”.

Cientificamente podemos afirmar que o fenômeno da refração consiste na mudança de direção de propagação de um feixe de luz ao passar de um meio para outro. Ou seja, só ocorre o fenômeno da refração quando a luz se propaga com velocidades diferentes nos dois meios

Agora responda, levando em conta a definição de refração da luz, por que a caneta parece estar “quebrada”?

---

---

---

---

---

No próximo experimento podemos representar um raio luminoso se refratando ao incidir em um prisma de vidro, porém, para isso precisamos saber um pouco sobre o índice de refração da luz. O índice de refração da luz em um meio ( $n$ ) é o quociente entre a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) e a velocidade da luz neste meio ( $v$ ), isto é,  $n = c / v$ . Como sabemos, o valor da velocidade da luz no vácuo é aproximadamente igual ao seu valor no ar, a saber: 300.000 km/s. Se considerarmos um raio luminoso passando de um meio (1) para um (2), de tal modo que o índice de refração do meio (1) seja menor do que o do meio (2), isto é,  $n_1 < n_2$ , o raio se refrata se aproximando da reta normal. O caso contrário também é válido, pois se o raio passar do meio (2) para o meio (1), sendo  $n_2 > n_1$ , o raio se refrata afastando-se da reta normal.

---

## ATIVIDADE 2- REFRAÇÃO DO LASER ENTRE OS MEIOS AR E VIDRO

### Procedimento experimental

Posicione o laser em uma ponta da mesa e a lente de vidro do outro lado da mesa, de tal forma que fiquem longe um do outro.

**Cuidado para não apontar o laser para outro colega, pois isso pode atrapalhá-lo na realização do experimento ou causar sérios problemas na vista dele.**

Ligue o laser e incida-o no vidro com um ângulo de incidência nulo, ou seja, na direção da normal.

Varie o ângulo de incidência e analise o que acontece com o laser.

**Observação:** Nesse experimento não se preocupe com o formato da lente, apenas com o estudo da refração.

### Questionário

Após realizar as etapas acima, desenhe a situação final visualizada pelo grupo utilizando as seguintes palavras chaves: Raio Incidente (I), Raio Refratado (R), Ar, Vidro, Ângulo de Incidência ( $\theta_1$ ), Ângulo de Refração ( $\theta_2$ ) e (Reta) Normal (N).

## ATIVIDADE 3 - LENTES ESFÉRICAS

As lentes esféricas são empregadas em vários instrumentos conhecidos, tais como óculos, lupas, lunetas e máquinas fotográficas, com material transparente e ao menos uma face curva. Mas já se perguntaram por que elas são curvas? Qual o motivo das faces serem curvas? E qual a diferença entre as lentes?

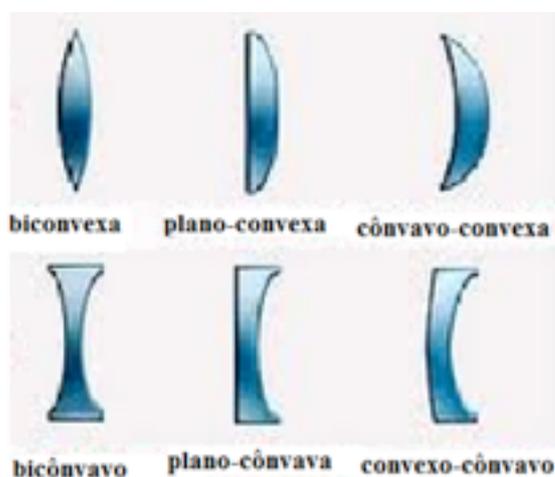


Figura 1. Lentes Esféricas<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> [http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-04-24\\_2011-04-30.html](http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-04-24_2011-04-30.html). Acesso em: 29/08/13

As lentes esféricas possuem três tipos de faces: côncavas, convexas e planas. Para entendermos melhor as faces côncavas e convexas, basta analisar uma colher: a parte de dentro, com a qual pegamos a comida, é uma face côncava; e a parte de fora da colher é uma face convexa. Porém, sabemos que a colher não é um meio transparente, de modo que não pode ser uma lente esférica, tendo sido usada apenas como exemplo para identificarmos as faces. Na Figura 1 podemos ver melhor as faces das lentes esféricas e suas combinações possíveis.

Para identificarmos a diferença entre lentes côncavas e convexas, basta incidir raios de luz paralelamente ao seu eixo principal. As lentes que apresentam as extremidades mais finas do que a parte central (como a lente biconvexa) são chamadas convergentes, ou seja, direcionam os referidos raios para um só ponto, denominado foco. Já as lentes que apresentam as extremidades mais espessas do que a parte central (como a lente bicôncava) são divergentes, ou seja, desviam os referidos raios para direções diferentes, não permitindo que se cruzem.

Um exemplo citado no texto foi óculos, no qual percebemos claramente a presença de lentes esféricas, usadas para corrigir problemas de visão, tais como miopia e hipermetropia. Nesse sentido, surge uma questão: será que sabemos como os óculos nos ajudam a tratar problemas de visão? Para responder esta pergunta, precisamos primeiramente conhecer melhor nosso sistema de visão e o que está acontecendo com nossos olhos para que precisemos usar óculos.

O olho humano, simplificado, é constituído de uma lente biconvexa, chamada de cristalino, situada dentro do globo ocular. No fundo desse globo temos a retina, que funciona como um anteparo sensível à luz, no qual são projetadas as imagens. As sensações luminosas recebidas pela retina são levadas ao cérebro pelo nervo ótico, permitindo-nos interpretar e identificar o que estamos vendo. Quando olhamos para um objeto, a luz refletida proveniente dele incide em nossos olhos (na pupila), passa pelo cristalino (lente convergente) e, então, forma uma imagem real e invertida deste objeto exatamente sobre a nossa retina, conforme ilustra a Figura 2. Embora a imagem formada na retina seja invertida, a “mensagem” (sobre a imagem) levada ao cérebro pelo nervo ótico passa por etapas que nos possibilitam enxergar o objeto em sua posição direita.

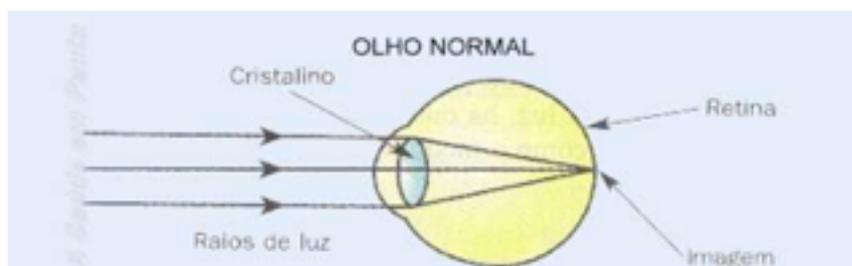


Figura 2. Olho normal<sup>8</sup>. Observe o cristalino, a retina, onde convergem os raios luminosos.

<sup>8</sup> <http://www.asaudeempauta.com/2012/06/os-defeitos-da-visao-doencas-que-afetam.html>. Acesso em: 29/08/13.

Para muitas pessoas, entretanto, essa imagem não se forma exatamente sobre a retina, de modo que não enxergam nitidamente o objeto. O motivo pode estar relacionado a alguma deformação no globo ocular, ou uma acomodação defeituosa do cristalino. A miopia ocorre quando a imagem se forma frente da retina, e para sua correção, ou seja, para a imagem voltar a se formar exatamente sobre a retina, são utilizados óculos com lentes divergentes, tendo em vista que o globo ocular encontra-se mais achatado do que o normal (ver Figura 3).

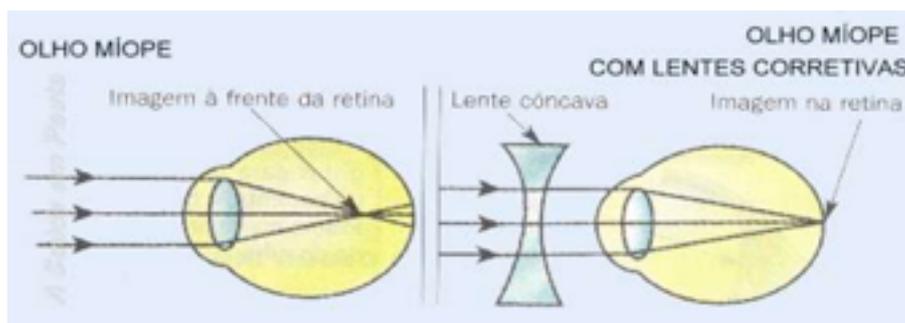


Figura 3. Olho míope<sup>9</sup> e olho míope com lentes corretivas. Observe o cristalino, a retina, onde convergem os raios luminosos.

Em outros casos, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de se formar a imagem (a imagem se formaria atrás da retina). Isso ocorre porque essas pessoas têm um globo ocular mais curto do que o normal, causando a hipermetropia, que é corrigida usando-se óculos com lentes convergentes (ver Figura 4).

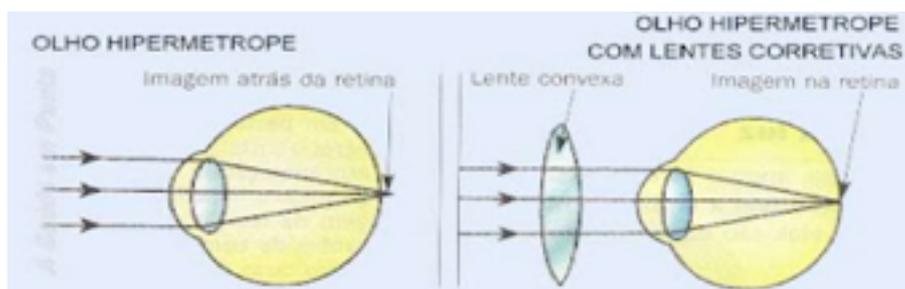


Figura 4. Olho hipermetrope<sup>10</sup> e olho hipermetrope com lentes corretivas. Observe o cristalino, a retina, onde convergem os raios luminosos.

<sup>9</sup> <http://www.asaudeempauta.com/2012/06/os-defeitos-da-visao-doencas-que-afetam.html>  
Acesso em: 29/08/13

<sup>10</sup> <http://www.asaudeempauta.com/2012/06/os-defeitos-da-visao-doencas-que-afetam.html>  
Acesso em: 29/08/13.

## ATIVIDADE 4 – CONVERGÊNCIA DOS RAIOS DE UMA LANTERNA COM A LUPA

Verifique se a lanterna está funcionando corretamente.

Suspenda a lanterna, apontando-a para baixo, a uma distância razoável da mesa (na altura da sua testa, aproximadamente), de forma que toda a luz emitida pela lanterna incida na mesa.

Coloque a lupa entre a lanterna e a mesa, de modo que toda a luz da lanterna passe por dentro da lupa.

### Questionário

Após fazer a Atividade 3, podemos concluir que a lupa tem algum tipo de lente esférica? Se sim, seria convergente ou divergente?

---

---

---

Sobre a questão 4, qual problema de visão poderia ser corrigido? Justifique.

---

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

A Refração da Luz. Disponível em: <http://www.brasilescola.com/fisica/a-refracao-luz.htm> . Acesso em: 23/08/13.

A Refração da Luz. Disponível em: <http://www.brasilescola.com/fisica/a-refracao-luz.htm> . Acesso em: 23/08/13.

GASPAR, A. Compreendendo a Física. Vol. 2. São Paulo: Editora Ática, 2011.

MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B.. Curso de Física. Vol. 2. São Paulo: Editora Scipione, 2011.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T.R. Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. Vol. 2, São Paulo: Editora FTD, 2010.

FEYNMAN, R.P, LEIGHTON, R.B e SANDS, M. Feynman Lições de Física. Vol. 1. Porto Alegre-RS: Bookman Campanhia Editora, 2008.

# Ilusões de óptica

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Leonardo Rodrigues de Jesus\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, Lucas Muniz Valani\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

### INTRODUÇÃO

Ilusões de óptica são geralmente imagens que confundem nossa mente, gerando falsas ideias, e enganando quem olha à primeira vista. A imagem ao lado foi uma famosa ilusão de óptica feita pelo cartunista W. E. Hill, em 1915. Nela você pode ver uma senhorita, bem arrumada olhando de perfil para longe, mas se observar bem verá também uma velha olhando para o chão.



Figura 1. Ilusão de Óptica. Observe a imagem de uma jovem ou de uma idosa<sup>11</sup>.

---

### ATIVIDADE 1 - IMAGENS ANAMÓRFICAS EM ESPELHO CILÍNDRICO

Anteriormente, estudamos a imagem formada por espelhos de diversos formatos, incluindo os planos, côncavos e convexos. Agora vamos analisar as imagens formadas por espelhos cilíndricos, para o qual serão utilizadas figuras distorcidas, denominadas imagens anamórficas (Figura 2).

---

<sup>11</sup> <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Instrumentosoticos/imagens/ilusao.jpg>. Acesso em: 18/11/2014

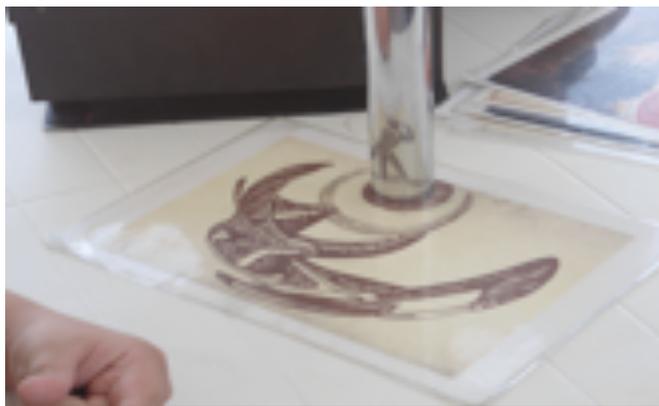


Figura 2. Imagem refletida por espelho cilíndrico<sup>12</sup>.

### **Materiais utilizados**

- Espelho cilíndrico; folhas com figuras distorcidas; imagens anamórficas; e objetos comuns.

### **Questionário**

O que vemos no espelho cilíndrico quando o posicionamos na frente de objetos comuns?

---

---

---

---

---

O que vemos no espelho cilíndrico quando o posicionamos sobre imagens distorcidas?

---

---

---

---

---

Qual é o fenômeno físico visto nessas experiências?

---

---

---

---

---

---

<sup>12</sup> Acervo pessoal de SANTOS, A.G. (co-autor deste material didático).

## ATIVIDADE 2 – IMAGEM PROJETADA EM 3D



Figura 3. Show do Michael Jackson produzido por holograma em Maio de 2014<sup>13</sup>.

Dentre os tipos de espelhos estudados, apenas com os espelhos planos analisamos a relação entre o número de imagens formadas e o ângulo de abertura entre os espelhos associados. Em outras associações, é possível criar, por exemplo, imagens holográficas, que vocês já devem ter assistido em filmes e shows (Figura 3). Vamos analisar o que ocorre na prática, ao associarmos dois espelhos côncavos um por cima do outro, sendo que o de cima apresenta um furo circular centrado no vértice.

### **Materiais utilizados**

- Par de espelhos côncavos justapostos e um objeto pequeno.

### **Questionário**

Pegue o objeto com a mão sem inserí-la no buraco e, em seguida, utilize seus conhecimentos sobre espelhos côncavos o que ocorreu.

---



---



---



---



---



---



---

<sup>13</sup> <http://www.diario24horas.com.br/imgs/artigos/20-05-2014-michael-jackson-holograma-2.jpg>. Acesso em: 18/11/2014.

“Abra” os espelhos côncavos e, então, caracterize a imagem formada em termos de tamanho, orientação e natureza.

---

---

---

---

---

---

### ATIVIDADE 3 - COFRE CÚBICO

Existem lojas no Rio de Janeiro que vendem cofres de diversos tamanhos e formatos, para depositarmos moedas e notas. É provável que o cofre mais conhecido seja o em forma de porquinho. O cofre que trouxemos tem forma de cubo, sendo uma de suas faces transparentes.

#### **Materiais utilizados**

- Cofre cúbico e moedas.

#### **Questionário**

Insira uma moeda no cofre (que deve ficar sempre sobre a mesa, ou seja, não mexa nele!) e observe o que acontece e, então, descreva o que você esperava que fosse ocorrer antes de inserí-la e o que realmente aconteceu.

---

---

Sem mexer no cofre, explique o que aconteceu com as moedas que foram inseridas nele?

---

---

---

### ATIVIDADE 4 - MIRAGENS

Você já deve ter assistido, em desenhos animados ou na TV, cenas no deserto nas quais o personagem vê um oásis com um lago e se joga na água, sem perceber que se trata de uma ilusão (Imagem 4). Apesar de exagerado nesses casos, essa ilusão ocorre na realidade (não só em desertos, mas também nas regiões polares e em nosso dia a dia), conforme será abordado nesta atividade.



Figura 4. Miragens de poças d’água numa estrada<sup>14</sup>.

### **Materiais utilizados**

- Vídeo (miragem em desenho animado); fotografias; e régua.

### **Questionário**

Assista o vídeo “Speed Racer Classic -Season 1 - Episode 15 – The desperate desert race part 2 (10min38s até 12min50s)”.

Meça o comprimento da árvore na figura abaixo (Imagem 5) e registre o resultado que obteve. Informe se houve diferença de valores frente aos demais grupos e porque isso ocorreu.

---



---



---



---

Há algo de diferente com a figura? Se sim, o quê?

---



---



---



---

<sup>14</sup> [http://www.weathercast.co.uk/weather-news/news/ch/4c1bd344f9d186f29c1f3dc5e49c1259/article/what\\_causes\\_mirages.html](http://www.weathercast.co.uk/weather-news/news/ch/4c1bd344f9d186f29c1f3dc5e49c1259/article/what_causes_mirages.html). Acesso em: 18/11/2014.



Figura 5. Árvores no deserto da Namíbia, na região de Deadvlei, em foto de 2007 (GASPAR 2014).

---

## ATIVIDADE 5 - COPO DA INVISIBILIDADE

A invisibilidade é tema muito abordado em filmes e desenhos animados, como em “Harry Potter” e “Os Incríveis”. Na área da Física, muitos estudos já foram realizados sobre esse assunto, já sendo possível criar materiais que reproduzem esse efeito. Se utilizarmos, porém, conhecimentos sobre alguns fenômenos físicos básicos, é possível criar um efeito similar à invisibilidade, como faremos a seguir.

### **Materiais utilizados**

- Béquer; glicerina; e objeto a ser imerso.

### **Questionário**

O que aconteceu com o objeto imerso no Becker?

---

Qual foi o fenômeno estudado que pode ser a causa da invisibilidade do objeto? Explique

---

## REFERÊNCIAS

Só física – ilusões de óptica. Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Instrumentosoticos/ilusaodeoptica.php>. Acesso em: 18/11/2014.

Speed Racer Classic -Season 1 - Episode 15 – The desperate desert race part 2 (10min38s até 12min50s). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=4\\_yDXoLm0zQ](https://www.youtube.com/watch?v=4_yDXoLm0zQ). Acesso em: 18/11/2014.

GASPAR, A. Compreendendo a Física. Volume 2. 2a edição. São Paulo: editora Ática, p.107, 2014.



# Eletricidade



# Primeira lei de Ohm através de experimentos

## Colégio Pedro II

Jobson Lira Santos Junior\*, Leonardo dos Santos Marques Queiroz\*, Rafael Gomes de Almeida\*, Vitor Cossich de Holanda Sales\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Eletricidade e corrente elétrica são temas físicos cada vez mais comuns em nosso cotidiano, seja no ato de carregar um celular, acender uma lâmpada, ou até em utilizar o metrô para se locomover. Em todos estes casos, estuda-se: o uso de circuitos elétricos, item da Física dentro do tema Eletrodinâmica.

Neste experimento estudaremos uma relação fundamental existente em diversos circuitos elétricos: a Primeira Lei de Ohm.

## Materiais utilizados:

- Uma fonte de voltagem variável; lâmpada; multímetro; fios de cobre; e uma mesa de madeira (na Figura 1 já aparece montada)



Figura 1. Material para montagem dos experimentos sobre a . 1ª lei de Ohm<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> [http://www.24demaio.com.br/catalogo/modules.php?name=Loja&s\\_op=viewproductdetails&lid=2423&cid=30439](http://www.24demaio.com.br/catalogo/modules.php?name=Loja&s_op=viewproductdetails&lid=2423&cid=30439) Acesso em: 16/01/2015.

## Esquema Experimental:

Pegue junto ao monitor/professor um kit contendo os materiais listados acima. A fonte deverá estar ligada na tomada, e um de seus dois fios precisará estar ligado à lâmpada, enquanto o outro permanecerá livre para que possamos fazer as atividades propostas.

Siga as instruções a seguir e caso surja alguma dúvida, peça ajuda a um monitor/professor.

Com a fonte já programada para gerar uma diferença de potencial (ddp) de 1,5 V, tente ligar a lâmpada de maneiras diferentes observando o brilho dela para cada situação.

---

## ATIVIDADE — EXPERIMENTANDO COM O CIRCUITO

Nesta etapa, com o valor de ddp igual ao do procedimento anterior – 1,5 V – e com o auxílio do multímetro, vamos medir a intensidade de corrente elétrica que passa por cada resistor.

Devemos anotar o resultado das medições na Tabela 1 mostrada a seguir, para que possamos discutir sobre as relações entre essas duas grandezas.

Tabela 1. Resistência elétrica  $R$  vs. intensidade da corrente elétrica  $i$

Resistência elétrica ( $\Omega$ )	Intensidade de corrente elétrica (A)

## Questões

Você, em sua casa, quer fazer uma iluminação mais branda para um quarto de um bebê. Supondo que o circuito do quarto é similar ao do experimento, qual associação de resistores seria mais adequada para você utilizar? Explique.

---

---

---

---

Suponha que você precisasse fazer a iluminação de um local que necessita de bastante luz - como um estádio - onde o circuito elétrico se assemelha a esse. Porém, você dispõe apenas de um valor fixo de resistência no circuito. O que você proporia para conseguir este objetivo?

---

---

---

No kit, há um fio de cobre que não está ligado a resistor algum. Pode-se afirmar que ele tem valor de resistência igual à zero? Explique.

---

---

---

Caracteriza-se choque quando uma corrente elétrica atravessa o corpo humano. A partir dessa afirmação, explique a causa de não se sentir choque ao encostar no fio com corrente elétrica durante o experimento.

---

---

---

Como você faria o esquema em forma de desenho do circuito trabalhado? Escolha uma das combinações feitas por você durante o experimento, e esquematize-a abaixo.

Escolhendo um dos resistores do circuito, varie a ddp da fonte para os valores de 0,5 V; 1,0 V; 1,5 V; 2,0 V; 2,5 V; não trocando o resistor escolhido. Então, utilizando o multímetro, meça novamente a intensidade de corrente elétrica que passa pelo resistor e anote os valores obtidos na Tabela 2 representada a seguir.

Tabela 2. Diferença de potencial U vs. intensidade da corrente elétrica i

<b>Diferença de Potencial (V)</b>	<b>Intensidade de corrente elétrica (A)</b>
0,5	
1,0	
1,5	
2,0	
2,5	

Finalmente, com os valores anotados faça um gráfico de U x i (Intensidade de corrente elétrica x ddp) no papel quadriculado.

Caso deseje fazer alguma observação, a escreva no espaço abaixo.

---

---

---

## Segunda lei de Ohm através de experimentos

### Colégio Pedro II

Jobson Lira Santos Junior\*, Leonardo dos Santos Marques Queiroz\*, Rafael Gomes de Almeida\*, Vitor Cossich de Holanda Sales\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

### OBJETIVOS:

Propor uma atividade interativa sobre a 2ª Lei de Ohm, levantando uma discussão acerca dos conceitos e ideias do assunto, a fim de, com auxílio da atividade, esclarecer as dúvidas e alcançar a compreensão da turma em relação ao tema abordado.

---

### INTRODUÇÃO

O tema surge após já ser abordada a parte de 1ª Lei de Ohm em sala. De início, o professor deve mostrar o aparelho e apresentar aos alunos os seus componentes.

No kit existem quatro fios, dos quais três são do mesmo material e de diâmetros diferentes, um é de outro material, porém, de mesmo diâmetro de um dos três fios anteriores, e todos podem variar (igualmente) o seu comprimento.

Dessa forma, todas as variáveis ( $\rho$ ,  $l$  e  $A$ ) que existem para a definição da resistência elétrica de um fio ( $R = \rho l / A$ ) podem ser estudadas individualmente.

Para o estudo ser qualitativo, uma lâmpada foi colocada em série e o seu brilho associado à intensidade de corrente elétrica que a atravessa. Como a ddp é constante (os alunos notam ao olhar a fonte), a corrente varia apenas em função da resistência. Ao se perguntar as razões da mudança da intensidade luminosa da lâmpada quando a ligação é trocada, consegue-se trabalhar a 2ª Lei de Ohm qualitativamente.

### Materiais utilizados:

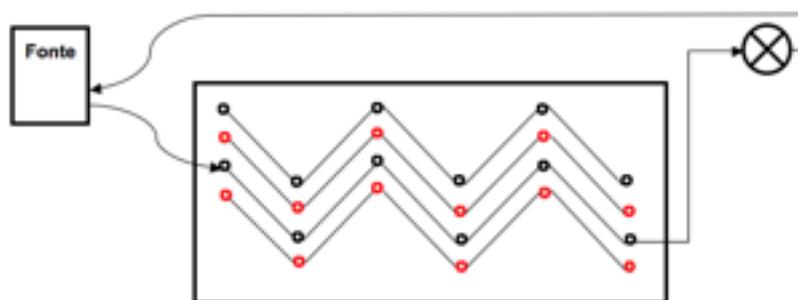
- Uma fonte de voltagem variável; lâmpada; multímetro; três fios de níquel-cromo (diâmetros de 0,36mm; 0,51mm; 0,72mm) e um de ferro (diâmetro de 0,51mm); e uma mesa com os fios dispostos para estudos.



Figura 1. Material para montagem dos experimentos sobre a 2ª lei de Ohm<sup>16</sup>.

### Esquema Experimental:

Pegue junto ao monitor/professor um kit contendo os materiais listados



### Sugestões de aplicação:

- A experimentação deve ser feita mantendo apenas um parâmetro variando;
- Antes de cada ação ou mudança de parâmetro do professor/monitor, estimular a análise física por parte do aluno, através de perguntas sobre a consequência e o porquê de cada mudança feita;
- Há necessidade de participação argumentativa dos estudantes em toda a experimentação. Isso facilitará a compreensão dos conceitos por parte dos mesmos.

<sup>16</sup> [http://www.24demaio.com.br/catalogo/modules.php?name=Loja&s\\_op=viewproductdetails&lid=2423&cid=30439](http://www.24demaio.com.br/catalogo/modules.php?name=Loja&s_op=viewproductdetails&lid=2423&cid=30439) Acesso em: 16/01/2015.

# Magnetismo



# Introdução ao magnetismo – I

**Colégio Estadual Aydano de Almeida**

Aline Pimentel\*, Emerson Moratti Júnior\*, Raphael Gorito de Oliveira,  
Rodolfo Costa\*, Marco Adriano Dias\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Vocês estão recebendo oito pequenas esferas de Neodímio.

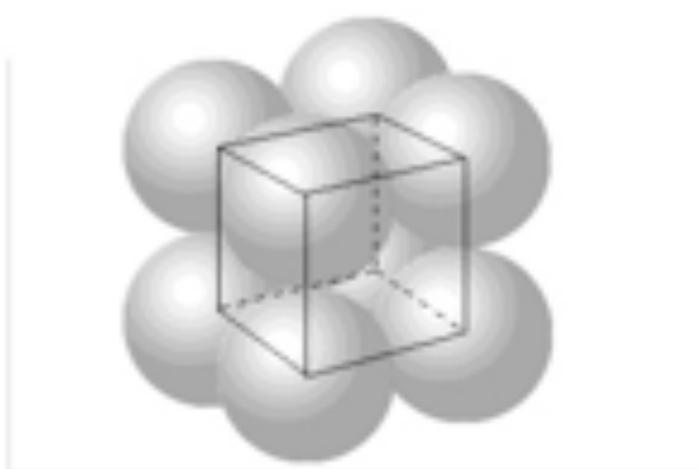
### Materiais utilizados

- Oito pequenas esferas de Neodímio

---

## ATIVIDADE 1

Com as oito esferas, tente dispô-las numa configuração cúbica, conforme a figura abaixo:



### Questionário

Você encontrou alguma dificuldade para realizar a tarefa? Explique:

---

---

---

---

---

---

## ATIVIDADE 2 – ÍMÃS

Existem ímãs naturais e ímãs artificiais. O primeiro contato do homem com um ímã natural foi através da magnetita, minério descoberto pelos gregos cerca de seis séculos antes de Cristo.



Figura 2. Magnetita coberta de limalhas de ferro<sup>17</sup>.

Ao longo de toda história, muitos tentaram explicar a atração entre os ímãs e certos metais, como o ferro o zinco e o cobalto. Em geral, a maioria das explicações envolviam propriedades místicas, como no caso de Thales de Mileto. Segundo ele, a magnetita teria uma espécie de alma, que podia comunicar ao ferro inerte que por sua vez também adquiria poder de atração (GASPAR, 2003).

O fato de que ímãs podem se atrair ou se repelir somente foi explicado sistematicamente, assim como sabemos nos dias de hoje, num estudo realizado por um engenheiro militar francês chamado Pierre de Maricourt (1220 – 1270). Foi nesse trabalho que surgiu o modelo de polos norte e sul para os ímãs e um dos princípios fundamentais do magnetismo: polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem.

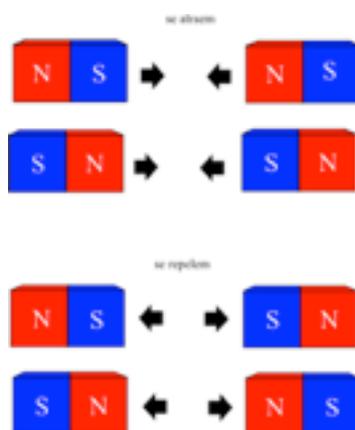


Figura 3. Polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem. <sup>18</sup>.

<sup>17</sup> <http://diario4series.blogspot.com.br/2008/06/o-que-magnetita.htm>.

<sup>18</sup> <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>

**Questionário**

Com um par de ímãs em forma de barra, tente descobrir onde estão os polos norte e sul de cada um. Indique na figura abaixo as suas conclusões.



**ATIVIDADE 3 – O MAGNETISMO TERRESTRE**

A propriedade que os ímãs têm de apontarem sempre na mesma direção, quando podem girar livremente, logo foi aproveitada tecnologicamente na construção de bússolas para a navegação terrestre e marítima. Foi a partir dessa observação que Pierre de Maricourt deu nome aos polos magnéticos: o que apontava para o norte geográfico foi chamado de polo norte magnético e o que apontava para o sul geográfico foi chamado de sul magnético.

Como alguns materiais na presença de ímãs permanentes também se tornam ímãs, os chamados ímãs temporários (veja demonstração do professor), vamos imantar uma agulha de costura, coloca-la num suporte que poderá flutuar na água contida num copo. Veja a figura:



Figura 5. Agulha de costura sobre um suporte flutuante. <sup>19</sup>

Você sabe explicar por que a agulha aponta sempre na mesma direção?

---



---



---

<sup>19</sup> <http://www.silvestre.eng.br/astronomia/astrodicas/bussola/bussola1.jpg>

## O CAMPO MAGNÉTICO

Nome dado a região em torno de um ímã que sofre influência dele. O conceito de campo magnético surgiu com a observação da disposição espacial da limalha de ferro colocada em torno de um ímã. Se o ímã tiver a forma de barra, seu campo magnético se assemelha ao da figura abaixo:

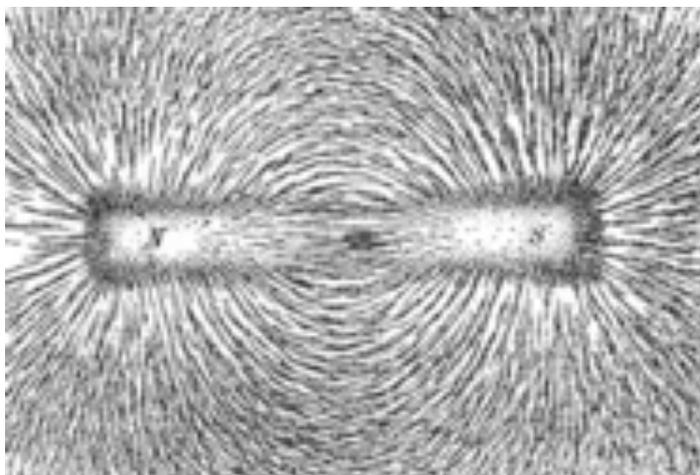


Figura 6. Distribuição do campo magnético de um ímã. <sup>20</sup>

As linhas de campo magnético são fechadas. Por convenção, foi dado um sentido para essas linhas. Elas saem no polo norte e entram no polo sul

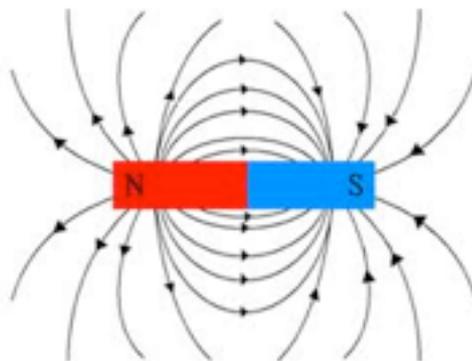


Figura 7. Representação das linhas do campo magnético de um ímã<sup>21</sup>

## ATIVIDADE

Vamos aproximar dois ímãs e verificar o comportamento das linhas de campo.

---

<sup>20</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Campo\\_magn%C3%A9tico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Campo_magn%C3%A9tico)

<sup>21</sup> <http://www.brasilecola.com/fisica/campo-magnetico.htm>.

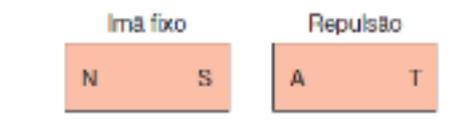
O que ocorre com as linhas quando polos diferentes estão de frente um para o outro?

O que ocorre com as linhas quando polos iguais estão de frente um para o outro?

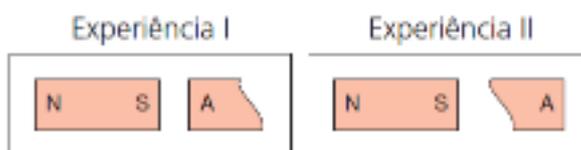
O que podemos concluir sobre os fenômenos da atração e repulsão em função do que observamos?

### Questões

Um ímã, em forma de barra, de polaridade N (norte) e S (sul), é fixado numa mesa horizontal. Um outro ímã semelhante, de polaridade desconhecida, indicada por A e T, quando colocado na posição mostrada na figura 1, é repellido para a direita.



Quebra-se esse ímã ao meio e, utilizando as duas metades, fazem-se quatro experiências (I, II, III e IV), em que as metades são colocadas, uma de cada vez, nas proximidades do ímã fixo.



Indicando por “nada” a ausência de atração ou repulsão da parte testada, os resultados das quatro experiências são, respectivamente

	I	II	III	IV
a)	repulsão	atração	repulsão	atração
b)	repulsão	repulsão	repulsão	repulsão
c)	repulsão	repulsão	atração	atração
d)	repulsão	nada	nada	atração
e)	repulsão	nada	nada	repulsão

Como sabemos, uma agulha magnética (bússola) se orienta numa direção preferencial sobre a superfície da Terra. Na tentativa de explicar tal fenômeno, o cientista inglês W. Gilbert apresentou a seguinte ideia:

“... a orientação da agulha magnética se deve ao fato de a Terra se comportar como um grande ímã”.

Segundo Gilbert, o polo Norte geográfico da Terra seria também um polo magnético que atrai a extremidade norte da agulha magnética. De modo semelhante, o polo Sul geográfico da Terra se comporta como um polo magnético que atrai o polo sul da agulha magnética. Em vista da explicação apresentada, é correto afirmar que as linhas de indução do campo magnético da Terra se orientam externamente no sentido:

- a) leste-oeste
- b) norte-sul
- c) sul-norte
- d) para o centro da Terra
- e) oeste-leste

Num laboratório de biofísica, um pesquisador realiza uma experiência com “bactérias magnéticas”, que têm pequenos ímãs no seu interior. Com o auxílio desses ímãs, essas bactérias se orientam para atingir o fundo dos lagos, onde há maior quantidade de alimento. Dessa forma, devido ao campo magnético terrestre e à localização desses lagos, há regiões em que um tipo de bactéria se alimenta melhor e, por isso, pode predominar sobre outro. Suponha que esse pesquisador obtenha três amostras das águas de lagos, de diferentes regiões da Terra, contendo essas bactérias. Na amostra A predominam as bactérias que se orientam para o pólo norte magnético, na amostra B predominam as bactérias que se orientam para o pólo sul magnético e na amostra C há quantidades iguais de ambos os grupos.

- a) A partir dessas informações, copie e preencha o quadro, assinalando a origem de cada amostra em relação à localização dos lagos de onde vieram

lagos próximos ao Polo Norte geográfico (polo sul magnético)	lagos próximos ao Polo Sul geográfico (polo norte magnético)	lagos próximos ao equador
Amostra: ____	Amostra: ____	Amostra: ____

- b) Baseando-se na configuração do campo magnético terrestre, justifique as associações que você fez.

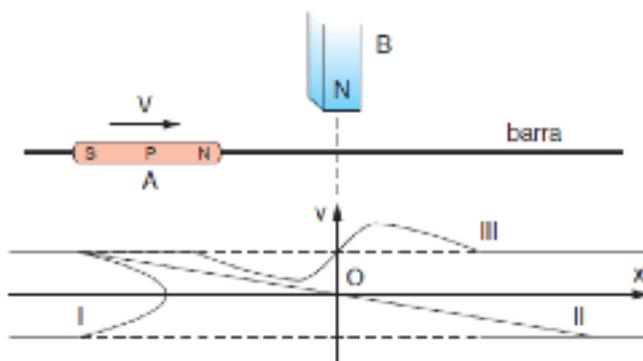
---

---

---

Um ímã cilíndrico A, com um pequeno orifício ao longo de seu eixo, pode deslocar-se sem atrito sobre uma fina barra de plástico horizontal. Próximo à

barra e fixo verticalmente, encontra-se um longo ímã B, cujo pólo S encontra-se muito longe e não está representado na figura. Inicialmente o ímã A está longe do B e move-se com velocidade  $V$ , da esquerda para a direita.



Desprezando efeitos dissipativos, o conjunto de todos os gráficos que podem representar a velocidade  $V$  do ímã A, em função da posição  $x$  de seu centro P, é constituído por:

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

---

## REFERÊNCIAS

GASPAR, A. Eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ed. Ática, 2003.

HEWITT, P. G. Física conceitual. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002



## Introdução ao magnetismo – II

### Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Vinicius Almeida Alves\*, Júlio César. Galio da Silva\*, Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, Felipe Moreira Correia, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Em eletrodinâmica, estudamos as cargas elétricas em movimento ordenado (corrente elétrica) e os efeitos produzidos nos condutores, como, por exemplo, o efeito Joule no filamento de uma lâmpada incandescente. Iniciamos agora o estudo do magnetismo.

---

## ATIVIDADE 1 – FORÇA MAGNÉTICA

As primeiras observações de fenômenos magnéticos são muito antigas, tanto que se acredita que foram realizadas pelos gregos em uma cidade da Ásia denominada Magnésia (Figura 1). Eles verificaram que existia, nesta região, certa pedra que era capaz de atrair pedaços de ferro. Sabemos atualmente que estas pedras são denominadas ímãs naturais, sendo constituídos de óxido de ferro. O termo “magnetismo” foi, então, usado para designar o estudo das propriedades destes ímãs, em virtude do nome da cidade onde foram descobertos.



Figura 1. Antiga cidade da Ásia denominada Magnésia [LUZ 2006].

Considerando que todas as forças obedecem à 3ª Lei de Newton, ímãs se atraem (ou se repelem) com forças magnéticas de mesma intensidade e mesma direção, mas com sentidos opostos.

### **Materiais utilizados:**

- Dois ímãs.

### Passos

- Pegue dois ímãs e aproxime ambos por uma de suas faces maiores sem deixá-los encostar um no outro, sendo esta denominada Situação 1.
- Use a outra face maior de um dos ímãs da Situação 1 para realizar novamente o procedimento apresentado no item anterior, sendo esta denominada Situação 2.

### Questões

Descreva o que foi observado pelo grupo nas duas situações e relate o nome da força que atua entre os ímãs.

---

---

---

Desenhe no espaço abaixo os dois ímãs com as forças de natureza magnética, ou simplesmente forças magnéticas (representadas por:  $\rightarrow$ ), que estão agindo sobre eles em cada uma das duas situações.

---

## ATIVIDADE 2 — MATERIAIS MAGNÉTICOS

Observou-se que um pedaço de ferro colocado nas proximidades de um ímã permanente adquiria as mesmas propriedades deste ímã. Então, foi possível obter ímãs não naturais (ímãs artificiais), de várias formas e tamanhos, utilizando pedaços de ferro e outros materiais. Deve-se destacar que nem todos os metais interagem magneticamente com ímãs, contudo há materiais não metálicos e magnéticos. Um teste simples para verificar se o material possui propriedades magnéticas é aproximá-lo de um ímã, de forma que havendo atração ou repulsão, o material será magnético.

### Materiais utilizados:

- Um ímã; um clipe de papel; uma moeda de 10 centavos; um pedaço de papel; um lacre de lata de refrigerante; um pedaço de canudo; um bloco de madeira; e um pedaço de isopor.

### Passo

Pegue o ímã e aproxime-o de cada material listado acima, verificando qual sofre interação magnética com o ímã.

**Questão**

Dos materiais testados, quais interagem magneticamente com o ímã?

---

---

---

**ATIVIDADE 3 — PÓLOS MAGNÉTICOS**

Verificou-se que os pedaços de ferro eram atraídos com maior intensidade por certas partes do ímã, as quais foram denominadas pólos do ímã. Ímãs possuem dois pólos, denominados pólo sul (magnético) e pólo norte (magnético). Nos ímãs em forma de barra, por exemplo, eles localizam-se em suas extremidades, sendo neles também que a força magnética é mais intensa (Figura 2). Se você manusear dois ímãs de pólos magnéticos conhecidos, facilmente descobrirá que:

Pólos magnéticos iguais se repelem e pólos magnéticos opostos se atraem.

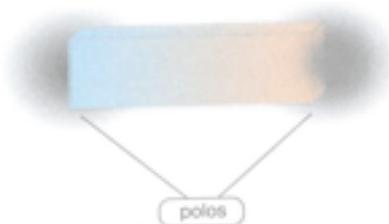


Figura 2. Um ímã em forma de barra possui dois pólos, situados em suas extremidades [LUZ 2006].

**Materiais utilizados:**

- Uma bússola (ímã de pólos conhecidos) e um ímã de pólos desconhecidos.

**ATENÇÃO!** Não ponha o ímã em cima da bússola e nem a balance, pois poderá danificá-la!!!

**Passos**

Baseado no que já foi dito, procure verificar onde estão os pólos do ímã desconhecido e quais são eles.

### Questão

Descreva como você encontrou os pólos do ímã desconhecido e quais são eles.

---

---

---

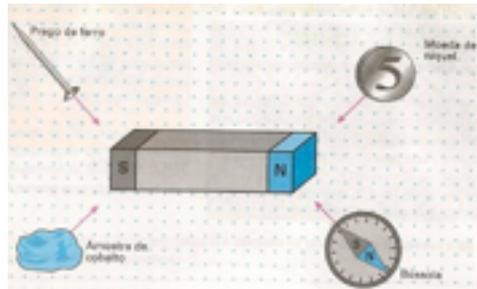


Figura 3. A interação magnética do ímã com determinados materiais possibilita a atração magnética [BISCUOLA 2001].

---

## ATIVIDADE 3 — LINHAS DE INDUÇÃO MAGNÉTICA

### Campo magnético

Um ímã cria uma região de influência em torno de si, que exerce influência tanto sobre outros ímãs, como em alguns materiais, tais como ferro, cobalto, níquel e algumas ligas (Figura 4). Essa região é denominada campo magnético. Quando colocamos material magnético próximo a um campo magnético ele se alinha de acordo com o campo.

### Linhas de indução magnética

Quando um ímã interage com outro ímã ou certos materiais, podemos interpretar tal situação considerando que o ímã estabelece no entorno um campo magnético. Para representar o campo magnético, utilizamos linhas de indução magnética que saem do pólo norte de um ímã para o sul de outro (e/ou do mesmo) ímã, as quais, por sua vez, são tangenciadas pelas agulhas das bússolas.

### Bússola

A bússola, que foi inventada pelos chineses, constitui-se de um pequeno ímã em forma de losango, denominado agulha magnética, que quando suspenso pelo seu centro se alinha paralelamente as linhas de indução magnética (local) do campo magnético terrestre.

### **Materiais utilizados:**

- um ímã e uma bússola.

### **Passos (1ª etapa)**

- Coloque o ímã sobre a mesa.
- Gire a bússola, horizontalmente, ao redor do ímã, verificando o que ocorre.
- Escolha ao menos três posições ao redor do ímã em que a bússola aponte para direções diferentes.

### **Passos (2ª etapa)**

Os próximos passos serão observados no vídeo “Imanes Permanentes, Campo y Líneas de Fuerza (...)”<sup>22</sup>.

- Após afastar a bússola do ímã, uma folha de papel cartão é colocada sobre o mesmo.
- Bem devagar, derrama-se limalha de ferro sobre a folha de papel cartão.
- O procedimento 2 é repetido com ímãs de diferentes formatos em baixo da folha de papel cartão.

### **Questões**

O que acontece quando a limalha de ferro é derramada na folha de papel cartão?

---



---



---

Desenhe abaixo um dos ímãs mostrados no vídeo com as respectivas linhas de indução magnética formadas pelas limalhas:

<sup>22</sup> (<https://www.youtube.com/watch?v=XCbSF-ZenKo>. Acesso em: 06/06/2014.

## ATIVIDADE 5 — CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

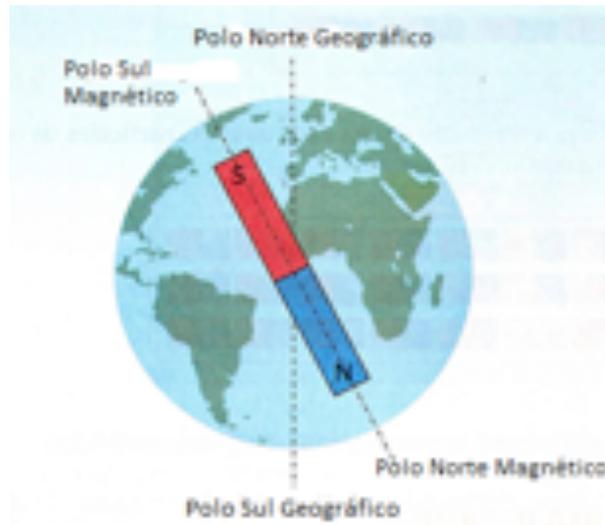


Figura 4. A Terra pode ser considerada um enorme ímã [BONJORNO 1999].

### Campo magnético terrestre

Desde a invenção da bússola sabe-se que a Terra se comporta como se fosse um enorme ímã, cujo polo norte magnético está situado nas proximidades do polo sul geográfico e vice-versa (Figura 4). Chamamos de polo norte da agulha magnética da bússola à extremidade que aponta para o norte geográfico, pois é atraído pelo polo sul magnético terrestre. O outro é chamado polo sul da agulha magnética da bússola.

Até meados do século XX, acreditava-se que o magnetismo terrestre estendia-se por todo o espaço. No entanto, pesquisas recentes, usando sondas espaciais, demonstraram que o campo magnético terrestre se limita a uma região do seu entorno chamada magnetosfera.

### Materiais utilizados:

- Uma bússola.

### Passos

- Lembrando que a bússola também é atraída por metais magnetizados, antes de utilizá-la verifique a presença de metais por perto.
- Pegue a bússola e a mantenha na posição horizontal (utilize, por exemplo, a mesa como referência de direção horizontal).
- Gire-a algumas vezes mantendo-a na direção horizontal, reparando que ela sempre aponta para a mesma direção e o mesmo sentido.

### Questão

Introduza na representação abaixo do laboratório de física (Figura 5) um vetor que indique a direção e o sentido em que a agulha da bússola parou. A partir do desenho da bússola, desenhe também onde se encontram aproximadamente os pólos norte e sul geográfico terrestre.

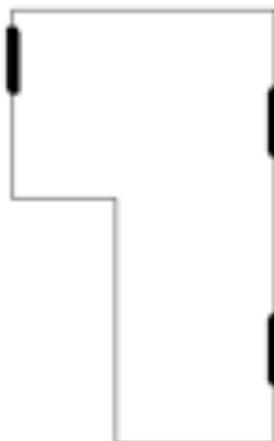


Figura 5. Laboratório de Física: à esquerda se encontra a porta e à direita as duas janelas.

---

### REFERÊNCIAS

- BONJORNIO, J.R.; BONJORNIO, R.A.; BONJORNIO, V.; RAMOS, C.M. Física Novo Fundamental, 1ª edição, vol. único. São Paulo: Ed. FTD, 1999.
- BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22/ 04/ 2010.
- BISCUOLA, G.J.; BOAS, N.V.; DOCA, R.H. Tópicos de Física, 1ª edição, vol. 3. São Paulo: Ed. Saraiva, 2001.
- LUZ, A.M.R.; ÁLVARES, B.A. Física - Ensino Médio, 1ª edição, vol. 3. São Paulo: Ed. Scipione, 2006.
- OLIVEIRA, M.P.P.; POGIBIN, A.; OLIVEIRA, R.C.A.; ROMERO, T.R.I. Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico, 1ª Edição, vol. 3. São Paulo: Ed. FTD, 2010.
- VIANNA, D.M., SANTOS, A.G., DIAS, M.A., CHAGAS, S.M.A., SOUSA, J.J.F., MOREIRA, L.F., JESUS, L.R., ALVES, V.A., SILVA, J.C.G., GALHARDI, E., COELHO, J. Coelho, SILVA, T.S., LACERDA, M., ALMEIDA, A., MORATTI, E.. Atividades Experimentais no Âmbito do PIBID/UFRJ: Eletrodinâmica, Magnetismo e Ondulatória. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, Local: USP, São Paulo, SP.

CORREIA, F.M., CRUZ, T.L., JESUS, L.R., RODRIGUES, D.F., SILVA, J.C.G., SANTOS, A.G., SOUSA, J.J.F., VIANNA, D.M. e MOREIRA, L.F. Formação de Professores de Física no Âmbito do PIBID/UFRJ: Atuação no Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos – Coelho Neto. XI Encontro de Licenciatura em Física, 2013, Local: UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

# O experimento de Oersted

Colégio Estadual Aydano de Almeida

Aline Pimentel\*, Emerson Moratti Júnior\*, Raphael Gorito de Oliveira, Rodolfo Costa\*, Marco Adriano Dias\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

O nosso objetivo é montar um circuito elétrico para acender uma lâmpada e verificar se esse circuito interfere na agulha de uma bússola.

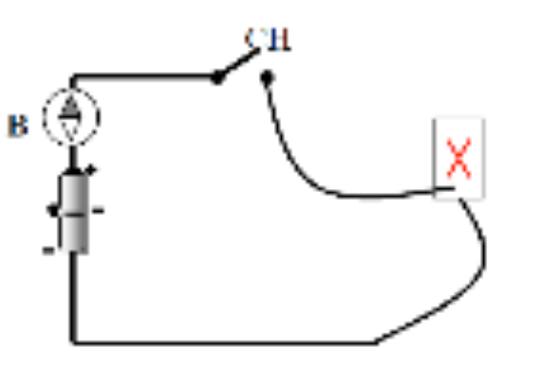
## Materiais utilizados

- Duas pilhas de 1,5 V; soquete para pilhas; fios comuns; lâmpadas; fios esmaltados; e pregos.

---

## ATIVIDADE 1

Monte o circuito esquematizado a seguir. Coloque sobre o fio uma pequena bússola (B) como indicado no diagrama (note que a direção da agulha deve ser a mesma do fio quando a chave está desligada, ou seja, o fio e as pilhas estão orientados na direção norte-sul). O que acontecerá à agulha da bússola se fecharmos o circuito elétrico de tal maneira que a lâmpada acenda? Tente responder antes de realizar o experimento.



Feche a chave e observe o que acontece. Você poderia explicar ?

A bússola reage à presença de campos magnéticos como os produzidos por um ímã. Para que a agulha da bússola se mova é preciso haver um campo magnético agindo sobre ela. Observe que a agulha se orienta na direção norte-sul por causa do campo magnético da Terra. A corrente deve então estar produzindo um campo magnético que age sobre a bússola, fazendo a sua agulha girar.

Retire agora uma das pilhas e repita a experiência. Note que a lâmpada acendeu mais fracamente o que indica que uma corrente menor está fluindo pelo fio. A agulha da bússola girou do mesmo ângulo ? A bússola pode ser usada como um sensor de corrente elétrica. Quanto maior a corrente maior será o giro da agulha.

### Questões

Se retirarmos a lâmpada do circuito e conectarmos apenas o fio aos terminais das pilhas, o que ocorre? Justifique.

---

---

---

Se invertermos o sentido da corrente, o que ocorre?

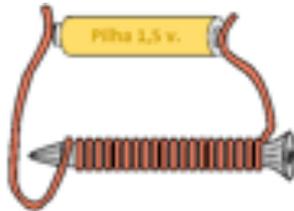
---

---

---

## ATIVIDADE 2

Discutir aplicações para o fato de que a corrente elétrica pode produzir campo magnético.



Aproxime o eletroímã dos cliques e observe o que acontece. Você poderia explicar?

Uma bobina conduzindo corrente constitui um eletroímã. A intensidade de um eletroímã pode ser aumentada simplesmente aumentando-se a corrente que flui pelo dispositivo. Se retirarmos o prego do sistema o eletroímã continua funcionando? tente responder antes de retirar o prego

### Questões

Se invertermos a polaridade da pilha o que ocorre com sistema? Justifique.

---

---

---

Por que a presença de um pedaço de ferro dentro de uma bobina que conduz uma corrente aumenta a intensidade do campo magnético?

---



---

### Leitura complementar

#### Eletroímãs Supercondutores



**FIGURA 24.11** Um modelo em escala de um veículo levantado magneticamente – um “magplane”. Enquanto os trens convencionais vibram ao percorrerem os trilhos em velocidades altas, nos “magplanes” pode-se viajar livre das vibrações, por não haver qualquer contato físico do veículo com a calha acima da qual flutuam enquanto se movem.

Do Capítulo 22, lembre-se de que não existe resistência elétrica em um supercondutor que limite o fluxo de carga elétrica e, portanto, não ocorre aquecimento mesmo quando se utilizam correntes enormes. Os eletroímãs que utilizam bobinas supercondutoras geram campos magnéticos extremamente intensos – e fazem isso de maneira muito econômica, pois não ocorrem perdas térmicas (embora se use energia para manter baixa a temperatura

do supercondutor). No Fermilab próximo a Chicago, EUA, eletroímãs supercondutores guiam partículas de alta energia através da circunferência de um acelerador com mais de sete quilômetros de comprimento. Anteriormente, quando os aceleradores utilizavam eletroímãs convencionais, o laboratório tinha que pagar centas elétricas muito maiores a cada mês, para produzir feixes de partículas com menor energia. Os ímãs supercondutores são também usados nos aparelhos que produzem imagens por ressonância magnética, encontrados nos hospitais.

Outra aplicação futura para os eletroímãs supercondutores é nos veículos de transporte levitados magneticamente ou, abreviadamente, transporte “maglev”. A Figura 24.11 mostra um modelo em escala de um sistema “maglev” desenvolvido nos Estados Unidos. O veículo, chamado “magplane”, possui bobinas supercondutoras fixadas em sua parte inferior. Movendo-se ao longo de uma espécie de calha de alumínio, essas bobinas geram correntes no alumínio que atuam como imagens especulares dos ímãs que repelem o “magplane”. Ele flutua cerca de 15 centímetros acima da calha, e sua rapidez está limitada apenas pela resistência aerodinâmica e pelo conforto dos passageiros. Algum dia você poderá viajar velozmente e suavemente de uma cidade a outra em um “magplane”.

Até a data da escrita deste livro, a intensidade dos eletroímãs supercondutores está limitada pelo desaparecimento da supercondutividade quando os campos magnéticos aplicados tornam-se intensos demais. Os supercondutores e os ímãs supercondutores atualmente geram um enorme interesse e atividade entre especialistas em física, pois as vantagens, tanto científicas como econômicas, são enormes.

### REFERÊNCIAS

GASPAR, A. Eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ed. Ática, 2003.

HEWITT, P. G. Física conceitual. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002



# Influência do campo geomagnético em seres vivos

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Júlio César. Galio da Silva\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

### ATIVIDADE — MENINOS ÍMÃ

#### Vídeos sobre “Meninos Ímã”

1. “O menino ímã da Croácia”;
2. Teste sobre “O menino ímã”

Antes de assistir os vídeos relacionados ao “Menino Ímã”, cite ao menos três materiais que interagem magneticamente com um ímã.

---

---

---

---

Responda as seguintes questões após assistir os dois vídeos.

#### Vídeo 1: O menino ímã da Croácia

Identifique evidências (uma para cada possibilidade), apresentadas na reportagem, que negue e que confirme a característica de ímã para o caso do menino? Justifique.

---

---

---

---

#### Vídeo 2: Teste sobre “o menino ímã”.

Sugira um teste, que seja diferente do apresentado pelo professor de Física deste vídeo, que possa ser realizado com o “Menino Ímã” para avaliar se ele interage magneticamente. Descreva a propriedade magnética associada ao teste que você sugeriu.

---

---

---

---

## Exemplos de magnetismo na natureza

Desde a Antiguidade se conhecia o fenômeno de atração e repulsão magnética produzida por pedras magnetizadas, como a magnetita. Esses ímãs naturais criam uma região ao seu redor denominada campo magnético, sendo as interações à distância características do magnetismo devidas ao campo magnético.

A Terra, assim como os ímãs naturais, produz ao seu redor um campo magnético denominado campo magnético terrestre. A origem deste campo está no núcleo do planeta, onde há ferro e níquel no estado líquido a temperatura extremamente elevada. A teoria mais aceita é a de que o campo magnético terrestre seja criado por enormes correntes elétricas, circulando na parte líquida do interior da Terra, que é altamente condutora.

Há indícios de que alguns seres vivos interagem com o campo magnético terrestre visando à orientação durante seus deslocamentos, dentre eles apontamos ursos, pombos e pinguins. Em 1975, Richard Blakemore, da Universidade de N. Hampshire, descobriu bactérias que respondem diretamente ao campo geomagnético (campo magnético terrestre), nadando na direção das linhas de campo magnético (linhas de indução magnética). Esta foi a primeira evidência inequívoca de que este campo magnético pode influir (ou exercer ação) diretamente no comportamento de seres vivos. Também há indícios de que as formigas conseguem encontrar o caminho de volta ao formigueiro porque possuem detectores que funcionam como bússolas que possibilitam que elas se orientem pelo campo magnético terrestre.

### Questões

A agulha de uma bússola é influenciada pelo campo magnético terrestre? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

O campo magnético terrestre pode influenciar na migração de animais? Justifique, apresentando um exemplo.

---

---

---

---

---

---

---

Utilizando informações do texto acima sobre “bússola” e “campo magnético terrestre”, como você explica no fenômeno da migração de aves a existência de rotas e destinos fixos?

---

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

- O menino ímã da Croácia. Domingo Espetacular. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=W6iXkDp-RiY>. Acesso em: 03/04/2013.
- Vídeos sobre Pessoas magnéticas. Disponível em: <http://www.mundogump.com.br/pessoas-magneticas/>. Acesso em: 03/04/2013.
- BARROS, H.G.P.L. e ESQUIVEL, D.M.S. Magnetismo em seres vivos. Por que não?. CBPF, Rio de Janeiro, 1983.
- OLIVEIRA, J.F. Caracterização do material magnético em antenas de formigas *Pachycondyla marginata*: um possível sistema magnetosensor. Tese de doutorado. Rio de Janeiro, 2010.
- HECHT, A. Teste sobre o menino Imã. Domingo Espetacular. Disponível em: <http://youtu.be/uT1T-33pqiQ>. Acesso em: 19/04/2013.
- Mistério: Outro garoto imã surge no Brasil. Disponível em: <http://noticias.r7.com/videos/misterio-outro-garoto-ima-surge-no-brasil/idmedia/4e5af8a13d14c8130c62e77e.html>. Acesso em: : 19/04/2013.
- Pediatra do menino imã afirma que nunca havia recebido um caso igual. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=E2SpswBx7cY&NR=1&feature=endscreen>. Acesso em: 19/04/2013.
- LUZ, A.M.R.; ÁLVARES, B.A. Física - Ensino Médio, 1ª edição, vol. 3. São Paulo: Ed. Scipione, 2006.
- JESUS, L.R. A Influência do Magnetismo em Seres Vivos - PIBID UFRJ – Subprojeto Física. IV Encontro Nacional das Licenciaturas e III Seminário do Pibid, 2013, Local: UFTM, Uberaba, MG.
- JESUS, L.R.; SOUSA, J.J.F.; SANTOS, A.G.; CRUZ, T.L.; SILVA, J.C.G.; RODRIGUES, D.F.; e CORREIA, F.M. Magnetismo e seres vivos - PIBID – UFRJ. III Encontro PIBID-IFRJ, 2013, Local: IFRJ, Rio de Janeiro, RJ.



# **Eletromagnetismo**



# História do eletromagnetismo

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Tarcísio Lima da Cruz\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Júlio César Galio da Silva\*, Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Felipe Moreira Correia\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

### ATIVIDADE — HISTÓRIA DO ELETROMAGNETISMO

#### Vídeos sobre “História do eletromagnetismo”

- Vídeo I – “o experimento de Oersted”
- Vídeo II – “A História da Eletricidade - Episódio 2/3”
- Vídeo III – “Lei da indução de Faraday”

Após ler os textos abaixo e assistir o vídeo I, que reproduz o experimento de Oersted, responda as questões (a seguir) 1, 2 e 3.

Em 1820, o físico dinamarquês Hans C. Oersted (1777-1851) verificou, experimentalmente, que a corrente elétrica cria um campo magnético ao seu redor, identificando-se, então, uma correlação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Oersted montou um circuito, no qual manteve um trecho de fio condutor esticado na direção norte-sul da Terra colocado bem próximo e acima de uma bússola. Após fechar o circuito, verificou que a bússola sofria um desvio e permanecia quase perpendicular ao fio condutor devido à passagem de corrente elétrica. Verificou ainda que se o sentido da corrente fosse invertido, a agulha também sofria uma inversão em seu sentido.

O que observamos na bússola ao se fechar (ou seja, ligar) o circuito elétrico? Explique.

---

---

---

---

---

Um ponto importante que não deve ter passado despercebido nas aulas de Física envolve certas analogias (similaridades) entre eletrostática e eletrodinâmica (comumente chamada de “eletricidade”) e no magnetismo. Apontamos anteriormente relações entre estas áreas, de modo que agora podemos reanalisar abaixo algumas delas, tendo em vista os novos conceitos abordados nas aulas:

Assinale (com um “X”) no quadro a seguir quais propriedades pertencem à eletricidade e/ou ao magnetismo:

<b>Propriedade</b>	<b>Eletricidade</b>	<b>Magnetismo</b>
Apresenta situações de atração e repulsão		
Envolve força de ação à distância		
Pode causar choques		
Pode atrair reduzido número de materiais		
Costuma ter efeito de longa duração		
Polos não existem separadamente		
A ocorrência pode ser resultado de atrito		

A semelhança entre eletricidade e magnetismo também não passou despercebida por alguns cientistas dos séculos XVIII e XIX, tendo vários deles buscado uma conexão entre essas duas áreas da Física. Benjamin Franklin (1706-1790), por exemplo, chegou a estudar relatos que indicavam que faíscas e raios durante tempestades podem modificar a orientação de agulhas magnéticas de bússolas e que objetos metálicos, como facas, podiam se tornar magnéticos. Enquanto outros pesquisadores acreditavam ter produzido ímãs descarregando garrafas de Leyden (capacitores) em agulhas de aço. Apesar de nenhum desses fatos terem tido ampla aceitação na época, eles fornecem indícios de que poderia haver uma relação (ou “conexão”) entre eletricidade e magnetismo.

Poderiam faíscas e raios, durante tempestades, modificar o alinhamento de agulhas magnéticas de bússolas? Explique.

---

---

---

---

---

Após ler o texto a seguir e assistir o vídeo II - “A História da Eletricidade - Episódio 2/3” (de 1:30 até 9:35 ; e de 11:10 até 15:40) sobre o surgimento do eletromagnetismo, responda as questões 4 e 5.

Essa expectativa de união entre as duas áreas, eletricidade e magnetismo, vinha de um movimento filosófico do início do século XIX que pregava uma concepção de mundo unificada. Autores como Friedrich von Schelling e Georg Wilhelm Friedrich Hegel acreditavam que todos os fenômenos da natureza eram apenas manifestações da uma única força. Essa tendência levava tais filósofos a pregarem que relações mais próximas deveriam ser buscadas entre as grandes áreas da ciência.

Se a corrente elétrica pode gerar efeitos magnéticos (Experimento de Oersted), o que acontece com o fenômeno inverso? Será que o campo magnético pode gerar uma corrente elétrica em um fio?

A descoberta do fenômeno da indução eletromagnética foi um dos fatos de maior impacto na história recente da humanidade, porque está na origem de grande parte das aplicações tecnológicas da eletricidade, como a geração de energia elétrica em larga escala.

Em 1822, dois anos depois de o dinamarquês Hans Christian Oersted evidenciar a possibilidade de se poder gerar campo magnético a partir de corrente elétrica, o cientista inglês Michael Faraday (1791-1867) já manifestava em seus escritos a relação do magnetismo com a eletricidade. Após várias tentativas, no ano de 1831 Faraday alcançou seu objetivo: produzir corrente elétrica a partir do movimento de um eletroímã no interior de um solenoide.

O que você entende por “indução eletromagnética”?

---



---



---



---

Descreva como funcionava o primeiro motor elétrico, criado por Faraday, que convertia corrente elétrica em movimento contínuo.

---



---



---



---

Após ler o texto a seguir e assistir o vídeo III – “Lei da indução de Faraday” (até 1:40) sobre o experimento de Faraday, responda as seguintes questões:

Para estudar a indução eletromagnética, é necessário definir uma grandeza denominada fluxo magnético. Michael Faraday sugeriu associar o fluxo magnético à quantidade de linhas de indução magnética que atravessa certa superfície. Dessa forma, podemos notar que o fluxo magnético é diretamente proporcional à intensidade do campo magnético através da referida superfície.

Podemos também associar a intensidade do campo magnético de um ímã, por exemplo, à distância entre as linhas de indução do seu campo magnético, ou seja, quanto mais próximas estiverem entre si (próximas do ímã), mais intenso é o campo magnético do ímã, ao passo que se estiverem mais afastadas entre si (distantes do ímã), mais fraco é o seu campo magnético.

Veja na figura a seguir um anel imerso no campo magnético de um ímã. Percebemos que quanto menor é a distância entre o anel e o ímã, mais intenso é o campo magnético através do anel.

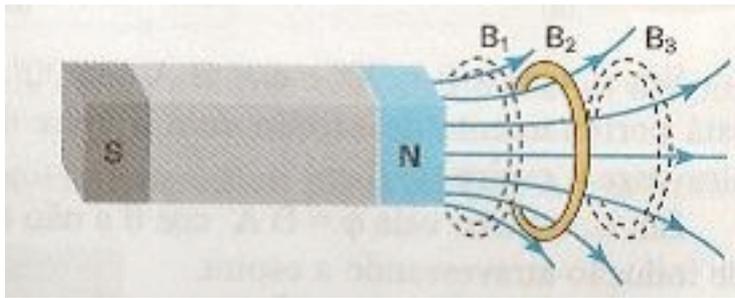


Figura 1. Linhas de indução magnética atravessando um anel (GUALTER 2001).

Note que um movimento relativo de aproximação entre o anel e o ímã acarreta aumento da intensidade do campo magnético através do anel, aumentando, então, o fluxo magnético através dele. Entretanto, se houver movimento relativo de afastamento entre o anel e o ímã, a intensidade do campo magnético diminui, ocorrendo o mesmo com o fluxo magnético através do anel.

Observe que na aproximação mais linhas de indução magnética atravessam o anel e que no afastamento algumas linhas deixam de atravessá-lo.

Finalmente, imagine um contorno fechado imerso num campo magnético e que tal contorno seja condutor elétrico, como uma bobina, por exemplo. Sempre que houver variação do fluxo magnético através desse contorno, surgirá nele uma corrente elétrica.

O que observamos no amperímetro quando o ímã se aproxima ou se afasta da bobina? Explique.

---

---

---

---

---

O que ocorre quando o ímã está em repouso dentro da bobina? Justifique.

---

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

GUALTER, NEWTON e HELOU. Tópicos de Física 3, São Paulo: Saraiva, 2001.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T. R. Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. Vol. 3, São Paulo: FTD, 2010.

CARLI, ELOIR. Lei da indução de Faraday. Intervalo (min:seg): até 1:40. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=kPG5oYUnP5c>. Acesso em: 08/07/2013.

A História da Eletricidade - Episódio 2/3 (Documentário - 2011). Intervalos (min:seg): de 1:30 até 9:35 ; e de 11:10 até 15:40. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=t7wFinJiJ-A>. Acesso em: 08/07/2013.



# Introdução ao eletromagnetismo – I

## Colégio Estadual Aydano de Almeida

Aline Pimentel\*, Emerson Moratti Júnior\*, Raphael Gorito de Oliveira, Rodolfo Costa\*, Marco Adriano Dias\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Você já parou para pensar o que ocorreria com o mundo se a eletricidade deixasse de existir? Você já imaginou como viviam nossos antepassados sem a oferta de energia elétrica em suas vidas? Com o mínimo de reflexão acerca dessas questões percebemos rapidamente a importância desse fenômeno para a humanidade. Por isso, iniciaremos nossos estudos de eletrodinâmica com uma das suas primeiras aplicações tecnológicas: iluminar as noites escuras.

## Materiais utilizados

- Lâmpadas; pilhas; conectores jacaré; suporte de pilhas; e soquete de lâmpadas.

---

## ATIVIDADE 1 – ACENDER UMA LÂMPADA (E HOUVE LUZ...)

Vocês estão recebendo uma lâmpada, dois conectores e uma pilha. Com esses materiais vocês devem acender a lâmpada. Depois vocês devem fazer um desenho no espaço abaixo esquematizando o circuito utilizado.

Descreva com suas palavras como se deve proceder para acender uma lâmpada.

Se inverter a posição da pilha o que ocorre? Justifique.

---

---

---

---

## ATIVIDADE 2 – ACENDENDO MAIS LÂMPADAS

Agora vocês receberão o restante do material. Com eles vocês devem acender duas lâmpadas. Depois façam um desenho esquematizando o circuito no espaço abaixo.

Descreva com suas palavras como se deve proceder para acender as duas lâmpadas.

---

---

---

---

---

Existe alguma diferença perceptível no brilho das lâmpadas em relação a quando se tem apenas uma lâmpada acesa? Justifique.

---

---

---

---

---

O que acontece se uma lâmpada for retirada do soquete?

---

---

---

---

---

Compare o circuito do seu grupo com os dos outros. Há formas diferentes de se acender as duas lâmpadas. Teste novas configurações e descreva o que ocorre com o brilho das lâmpadas.

---

---

---

---

---

## Introdução ao eletromagnetismo — II

### Colégio Estadual Aydano de Almeida

Aline Pimentel\*, Emerson Moratti Júnior\*, Raphael Gorito de Oliveira, Rodolfo Costa\*, Marco Adriano Dias\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

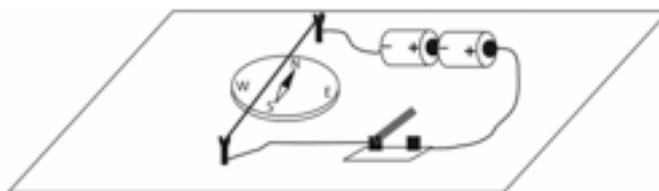
### OBJETIVOS

Verificação do comportamento de um sistema com fio fixo conduzindo corrente e um ímã móvel (agulha da bússola).

---

### INTRODUÇÃO

Na atividade passada, verificamos o comportamento de uma bússola quando um fio conduzindo corrente elétrica era disposto próximo a ela, conforme a figura abaixo:



O que ocorre com a agulha (ímã) da bússola quando a chave é fechada?

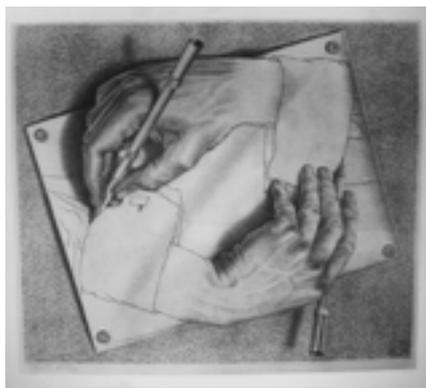
### Materiais utilizados

- Lâmpadas e seus soquetes; pilhas e seus soquetes; conectores jacaré; fios; e ímãs.

---

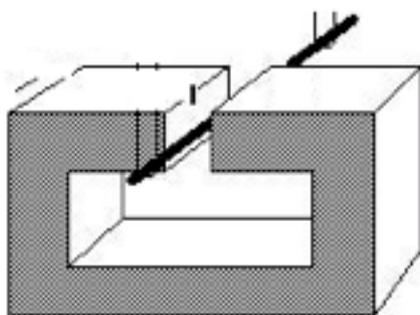
### ATIVIDADE 1

Nesta atividade investigaremos se há simetria nesse fenômeno, ou seja, com um ímã fixo e um fio com possibilidade de se mover, faremos uma corrente elétrica passar por este para verificar seu comportamento.



### Questionário

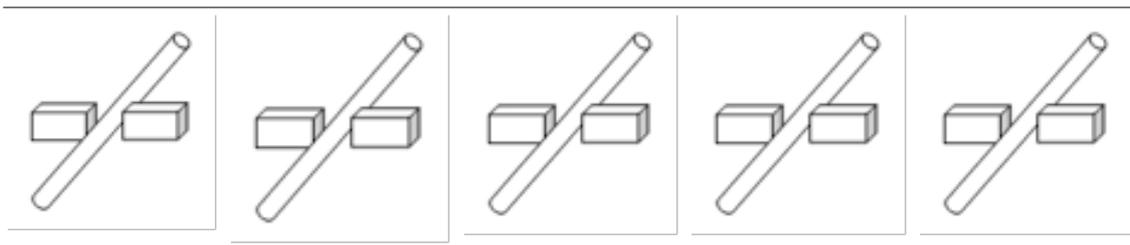
Nosso objetivo é verificar sistematicamente o comportamento de um fio que se encontra entre dois ímãs.



Para isso faremos as seguintes observações:

- verificar o comportamento do ímã quando não há corrente;
- verificar o comportamento com corrente elétrica;
- verificar o comportamento com corrente no sentido contrário ao anterior.
- repetir os procedimentos com a polaridade do campo invertida.

Na tabela a seguir, descreva o que foi observado. Para isso indique em cada figura o sentido da corrente elétrica no fio, a polaridade dos ímãs e o sentido da força sofrida pelo fio



É possível verificar alguma regularidade? Justifique.

---



---



---

## ATIVIDADE 2 – FORÇAS MAGNÉTICAS SOBRE PARTÍCULAS CARREGADAS

Uma partícula carregada e em repouso não interage com um campo magnético estático. Mas se esta partícula se mover em um campo magnético, o caráter magnético de uma carga em movimento se manifesta. Ela experimentará uma força que a desvia. A força atinge um máximo valor quando a partícula está se movendo perpendicularmente às linhas do campo magnético. Em qualquer caso a direção da força será sempre perpendicular às linhas de campo magnético e à velocidade da partícula carregada (ver figura a seguir). Portanto, uma carga que esteja se movimentando será desviada ao atravessar um campo magnético, a menos que se desloque paralelamente ao campo, quando não ocorre desvio algum.

A força que causa o desvio lateral da carga é muito diferente das forças relacionadas a outras interações, tais como as forças gravitacionais entre massas, as forças elétricas entre cargas e as forças magnéticas entre os polos magnéticos. A força que atua sobre um elétron que se movimenta não atua ao longo da linha que passa pela partícula e a fonte do campo, mas, ao invés, atua perpendicularmente tanto ao campo magnético quanto como à trajetória do elétron.

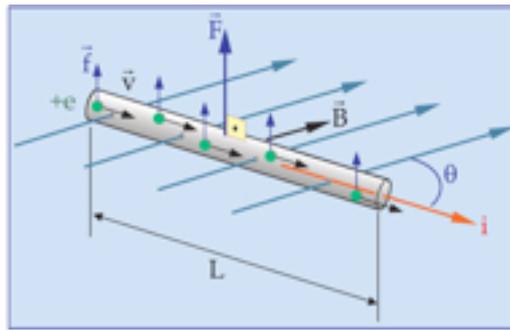


Figure 6. Representação tridimensional da trinca velocidade, campo e força.

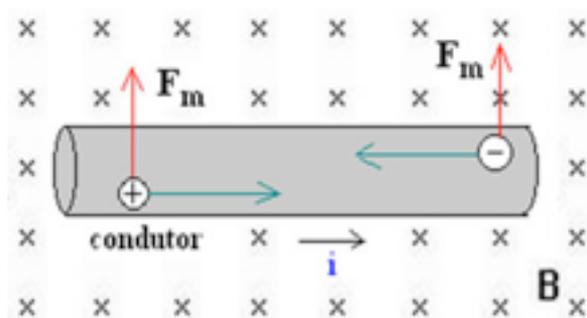


Figure 7. Representação plana da trinca velocidade, campo e força.

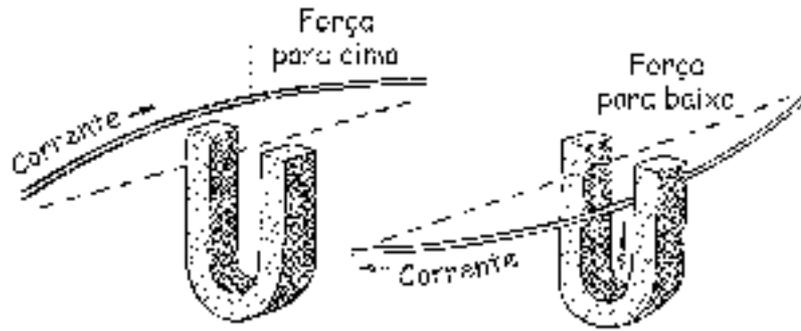
---

### ATIVIDADE 3 – FORÇA MAGNÉTICA SOBRE FIOS PERCORRIDOS POR CORRENTE ELÉTRICA

A lógica básica nos diz que se uma partícula carregada que se move em um campo magnético experimenta uma força defletora, então uma corrente de partículas carregadas deve experimentar uma força defletora quando estiver na presença de um campo magnético. Se as partículas estiverem presas no interior do fio enquanto experimentam essa força, então o próprio fio, como um todo, sofrerá a ação de uma força (ver figura abaixo).

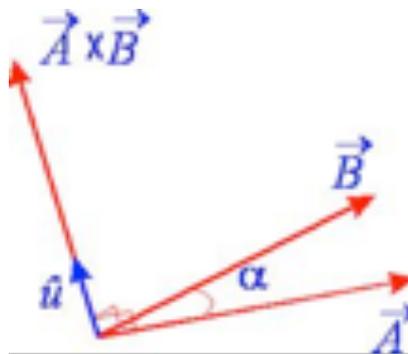
Se invertermos o sentido da corrente, a força defletora passará a atuar em sentido contrário. A força é mais intensa quando a corrente é perpendicular às linhas de campo magnético.

Vemos que, da mesma forma que um fio conduzindo corrente desvia a agulha de uma bússola, um ímã também desviará um fio conduzindo corrente.



**Produto vetorial**

Nas operações vetoriais, o produto entre dois vetores gera um terceiro vetor que é perpendicular, ao mesmo tempo, aos dois vetores originais. Na figura abaixo representamos dois vetores, **A** e **B** e o seu produto vetorial.



**Caracterização da força magnética sobre uma partícula carregada**

O primeiro ponto a destacar são as três direções envolvidas na situação física descrita anteriormente: Velocidade da partícula, intensidade do campo e força magnética. Portanto, para determinarmos a direção da força magnética utilizamos a regra da mão direita.

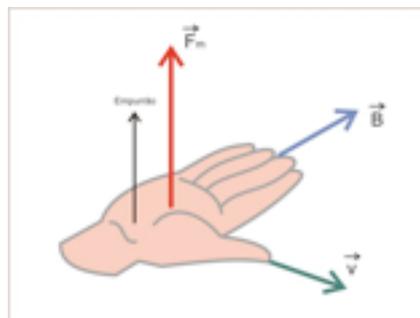


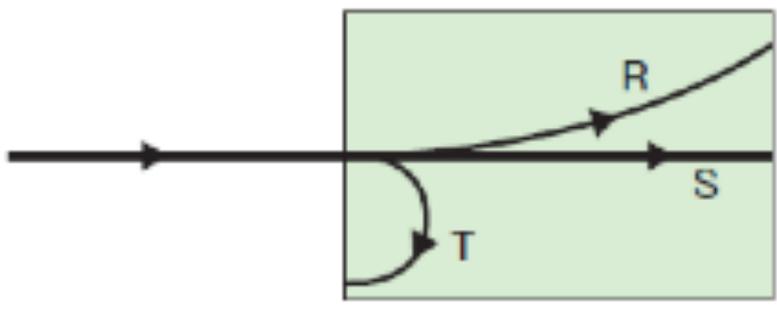
Figure 10. Regra da mão direita para partículas carregadas positivamente.

Em 1889 o físico inglês Oliver Heaviside, baseado nos trabalhos de William Thompson (1881), apresentou a expressão para a determinação do módulo da força magnética:

$$F_{magnética} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

### Aplicações

A figura mostra, de forma esquemática, um feixe de partículas penetrando em uma câmara de bolhas.

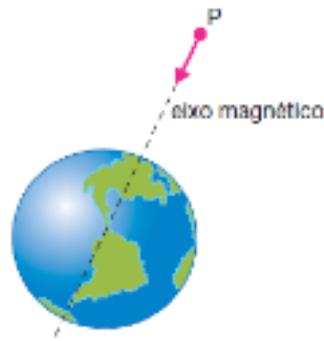


A câmara de bolhas é um dispositivo que torna visíveis as trajetórias de partículas atômicas. O feixe de partículas é constituído por prótons, elétrons e nêutrons, todos com a mesma velocidade. Na região da câmara existe um campo magnético perpendicular ao plano da figura entrando no papel. Esse campo provoca a separação desse feixe em três feixes com trajetórias R, S e T.

A associação correta entre as trajetórias e as partículas é:

- a) trajetória R: elétron, trajetória S: nêutron, trajetória T: próton
- b) trajetória R: nêutron, trajetória S: elétron, trajetória T: próton
- c) trajetória R: próton, trajetória S: elétron, trajetória T: nêutron
- d) trajetória R: próton, trajetória S: nêutron, trajetória T: elétron

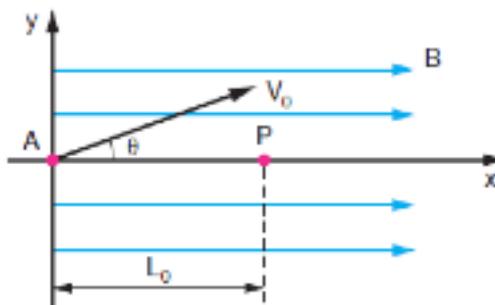
Raios cósmicos são partículas de grande velocidade, provenientes do espaço, que atingem a Terra de todas as direções. Sua origem é, atualmente, objeto de estudos. A Terra possui um campo magnético semelhante ao criado por um ímã em forma de barra cilíndrica, cujo eixo coincide com o eixo magnético da Terra. Uma partícula cósmica P, com carga elétrica positiva, quando ainda longe da Terra, aproxima-se percorrendo uma reta que coincide com o eixo magnético da Terra, como mostra a figura.



Desprezando a atração gravitacional, podemos afirmar que a partícula, ao se aproximar da Terra:

- a) aumenta sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- b) diminui sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- c) tem sua trajetória desviada para leste.
- d) tem sua trajetória desviada para oeste.
- e) não altera sua velocidade nem se desvia de sua trajetória retilínea.

Um próton de massa  $M = 1,6 \cdot 10^{-27}$  kg, com carga elétrica  $Q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C, é lançado em A, com velocidade  $v_0$ , em uma região onde atua um campo magnético uniforme  $B$ , na direção  $x$ . A velocidade  $v_0$ , que forma um ângulo  $\theta$  com o eixo  $x$ , tem componentes  $v_{0x} = 4,0 \cdot 10^6$  m/s e  $v_{0y} = 3,0 \cdot 10^6$  m/s. O próton descreve um movimento em forma de hélice, voltando a cruzar o eixo  $x$ , em P, com a mesma velocidade inicial, a uma distância  $L_0 = 12$  m do ponto A.



Desconsiderando a ação do campo gravitacional e utilizando  $\pi = 3$ , determine:

- a) O intervalo de tempo  $\Delta t$ , em s, que o próton leva para ir de A a P.
- b) O raio  $R$ , em m, do cilindro que contém a trajetória em hélice do próton.
- c) A intensidade do campo magnético  $B$ , em tesla, que provoca esse movimento.

### Leitura complementar - Raios cósmicos

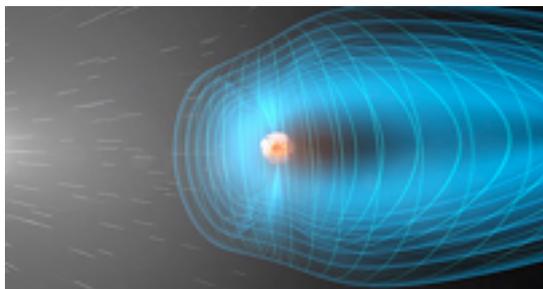
O universo é como uma galeria de partículas eletrizadas. Elas são chamadas de raios cósmicos, consistindo em prótons e outros núcleos atômicos. Os prótons podem ter sido formados durante o Big Bang; os núcleos mais pesados provavelmente provêm de estrelas que já explodiram. Em qualquer evento, eles viajam através do espaço a velocidades fantásticas e formam a radiação cósmica que é perigosa para os astronautas. Essa radiação é intensificada quando o Sol está ativo e contribui com partículas energéticas adicionais. Os raios cósmicos também são danosos aos sistemas elétricos de satélites, sondas e espaçonaves.

Felizmente para aqueles que vivem na superfície da Terra, a maior parte dessas partículas carregadas são desviadas para longe pelo campo magnético terrestre. Algumas delas ficam aprisionadas nas regiões mais externas do campo magnético da Terra, formando os cinturões de radiação de Van Allen.

Os cinturões de radiação de Van Allen consistem de dois anéis ao redor da Terra, na forma de roscas. Eles receberam esta denominação em homenagem a James A. Van Allen (September 7, 1914 – August 9, 2006) que apontou sua existência em 1958 a partir de análise dos dados coletados pelo satélite Explorer I. O cinturão interno tem centro localizado a cerca de 3.200 km acima da superfície, e o mais externo 16.000 km. Os astronautas orbitam em segurança, dentro dos cinturões.



(a)



(b)

(a) Os cinturões de Van Allen sem distorção dos ventos solares; (b) Os cinturões Van Allen com vento solar.

A maior parte das partículas eletrizadas presas aos cinturões – prótons e elétrons – provavelmente vieram do Sol. As tempestades solares lançam partículas carregadas para fora do Sol em profusão, muitas das quais passam perto da Terra e são capturadas pelo seu campo magnético. Essas partículas carregadas descrevem trajetórias helicoidais, como um saca-rolhas, ao redor das linhas do campo magnético terrestre, e vão de um polo ao outro, bem acima da atmosfera.

Perturbações no campo magnético terrestre frequentemente permitem que os íons mergulhem na atmosfera, fazendo-a brilhar como uma lâmpada fluorescente. Isso constitui as célebres auroras boreal e austral.



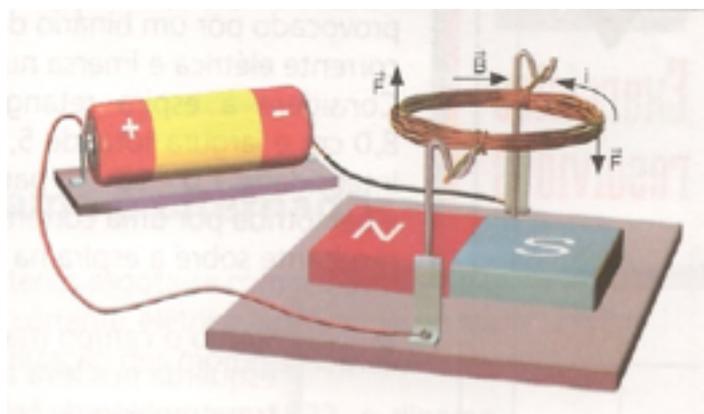
### Aplicações tecnológicas: o motor elétrico

Vários dispositivos do cotidiano movidos a eletricidade possuem motores elétricos bem simples. Você já viu um motor desses? Observou quais elementos o compõem e como eles se relacionam?

Os motores elétricos transformaram completamente o modo de vida no séc. XX. Sua invenção data do séc. XIX e, a partir de então, foram responsáveis por tornar mais simples a realização de diversas tarefas (cite algumas...). O funcionamento do motor elétrico está na interação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, ou seja, na ação de uma força sobre uma carga em movimento no interior de um campo magnético. Assim como acontece com a maioria das tecnologias, mentes criativas se debruçam sobre desafios técnicos para desenvolver aparelhos úteis a partir de princípios científicos.

### ATIVIDADE

A figura a seguir representa uma configuração possível para se obter um protótipo de motor elétrico.

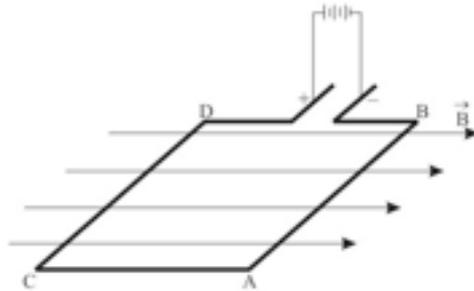


Com o material que você está recebendo, monte seu protótipo e responda às questões a seguir.

- Explique a montagem e o funcionamento do motor elétrico.
- Se invertermos a polaridade da pilha o que ocorre com o funcionamento do motor?
- Se aumentarmos a voltagem, o que ocorre com o motor?

### Questões

O funcionamento dos motores elétricos baseia-se no princípio do torque provocado por um binário de forças agentes sobre uma espira atravessada por corrente elétrica. Considere uma espira retangular com 8 cm de comprimento e 5 cm de largura, imersa num campo magnético  $B = 10^{-2}$  T, conforme a figura abaixo, apontando para a direita, e sendo percorrida por uma corrente de 2,0A.



- Calcule o torque resultante sobre a espira.
- Se o número de espiras for aumentado  $n$  vezes, o que acontece com o torque resultante?

---

### REFERÊNCIAS

- GASPAR, A. Eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ed. Ática, 2003.
- HEWITT, P. G. Física conceitual. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.
- PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T.R. Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. v. 2, São Paulo: FTD, 2010.

# Formação de cores nos monitores LCD/LED

Colégio Estadual Aydano de Almeida,

Aline Pimentel\*, Emerson Moratti Júnior\*, Raphael Gorito de Oliveira,  
Rodolfo Costa, Marco Adriano Dias\*\*, Deise Miranda Vianna\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## OBJETIVOS

Reconhecer a luz como uma onda eletromagnética. Reconhecer a fenomenologia da dispersão da luz. Reconhecer aplicações tecnológicas da Teoria das Cores de Isaac Newton.

---

## INTRODUÇÃO

A luz é a única coisa que realmente vemos. Mas o que é a luz? Sabemos que durante o dia a fonte principal de luz é o Sol. Outras fontes de luz comuns são as chamas, os filamentos quentes das lâmpadas incandescentes e o gás que emite luz em tubos de vidro das lâmpadas fluorescentes.

Ela constitui uma minúscula parte de um todo maior – a larga faixa das ondas eletromagnéticas chamada de espectro eletromagnético.

Percebemos a luz em diversas cores. A cor é uma experiência fisiológica e reside no olho do espectador. As cores que vemos dependem da frequência da luz incidente. Luzes com frequências diferentes são percebidas em diferentes cores; Frequências mais baixas percebemos como luz vermelha e mais altas, como violeta.

---

## ATIVIDADE 1 – DISPERSÃO DA LUZ BRANCA

Você está recebendo algumas fontes de luz (lâmpada LED, lâmpada incandescente, vela etc. Acione uma fonte por vez e coloque-a diante do cd. Anote as cores que você observou:

	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4
Cores observadas				

**Responda:**

Como se comparam os espectros das lâmpadas?

---

---

---

O que é uma luz monocromática?

---

---

---

---

## ATIVIDADE 2 – ADIÇÃO DE CORES

Você receberá três caixas com lâmpadas de uma única cor no interior de cada caixa. Ligue as lâmpadas e direcione a luz das três caixas para um anteparo branco. Faça um desenho do observado no anteparo. Você tem três cores puras: o vermelho, o azul e o verde. Como pode afirmar que são puras? Observe as cores na superfície e preencha a tabela a seguir:

**Cores observadas**

**Cor no espectro luminoso observada**

Vermelha

Azul

Verde

Vermelha + Verde

Vermelha + Azul

Azul + Verde

Vermelha + Azul + Verde

### Responda:

Quais as cores primárias da luz?

---

---

---

Quais seriam as cores secundárias? Como elas são obtidas?

---

---

---

Qual a cor obtida quando se somam as três cores primárias?

---



---



---

### ATIVIDADE 3 – INVESTIGANDO AS TELAS DE LED

Atualmente vários equipamentos eletrônicos possuem luzinhas piscando. Pois bem isso é um LED. O LED possui um semicondutor com capacidade de emitir luzes de diversas cores. Os LEDs são usados em vários equipamentos, como faróis de carros, semáforos, lâmpadas residenciais, celulares, entre outros.

A maior vantagem do uso de LED é mesmo na economia de energia. Nas televisões não é diferente, a economia de luz, se comparado com outras tecnologias é muito grande, assim como a qualidade das imagens

Com o auxílio do microscópio, observem a tela dos celulares. Como podemos comparar as micro lâmpadas?

---



---

Analise diferentes tonalidades de cores e descreva como a intensidade luminosa de cada LED varia em relação a cor observada.

---



---

Explique da melhor forma que puder, como é possível enxergar imagens tão nítidas apenas com a variação na intensidade de três LEDs.

---



---



---

### REFERÊNCIAS

MUELLER, C. G., RUDOLPH, M. Luz e Visão. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 1966.



# Termodinâmica



# Sensação térmica

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Júlio César. Galio da Silva\*, Vinicius Almeida Alves\*, Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, Felipe Moreira Correia\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Para nós, que vivemos em uma cidade de clima tropical, o conceito de sensação térmica pode até não tão importante e/ou conhecido, no entanto sabemos que a brisa e o vento podem nos refrescar, causando-nos bem-estar em dias com temperaturas elevadas (“dias quentes”). Porém, em cidades com clima “mais frio”, tais como Porto Alegre (RS) e Curitiba (PR), a redução de temperatura potencializada pelo vento pode provocar diversos problemas de saúde, como exemplo, hipotermia e doenças respiratórias. Um efeito comum em locais onde as temperaturas são baixas e ocorrem ventos frios é o ressecamento dos lábios.

---

## ATIVIDADE 1 – LEI DE FOURIER E SENSACÃO TÉRMICA

O termo sensação térmica se popularizou mais após a Segunda Guerra Mundial, quando tropas alemãs fracassaram na tentativa de invasão à Rússia, durante seu inverno rigoroso. Desde então, diversos pesquisadores realizaram estudos no sentido de entender o comportamento do corpo humano quando há variações de temperatura e quais fatores influenciam nas sensações térmicas que percebemos.

Fatores climáticos, tais como **umidade, densidade e velocidade do vento**, entre outros, afetam a sensação térmica das pessoas, de modo que pode até não estar tão frio, mas podemos ter a sensação de baixa temperatura intensificada. O fenômeno também pode ser observado no calor, quando a presença de vento diminui a sensação de alta temperatura

## Materiais utilizados

- Tapete; uma mesa; um termômetro de vidro (álcool); um termômetro de infravermelho; uma caneca de cerâmica; uma caneca de alumínio; e água gelada.

## Passos

### Experimento 1

Toque com uma das mãos o “tampo de madeira da mesa” e, logo em seguida, a “estrutura metálica da mesa”. Identifique e registre na tabela abaixo qual das duas partes da mesa está “quente” e qual está “frio”.

### Experimento 2

Agora, pelo menos um dos componentes do grupo deve retirar o sapato e pisar no “tapete” e, na sequência, no “piso”. Verifique e anote na tabela a seguir qual superfície está “quente” e qual está “frio”.

### Experimento 3

Neste momento, coloque iguais quantidades de água gelada dentro da “caneca de alumínio” e da “caneca de cerâmica”, que devem estar sobre a mesa. Esperem cerca de 30 segundos para que ambos as canecas atinjam o equilíbrio térmico com a água. Logo a seguir, segure (apenas um dos alunos por vez) as canecas, cada qual com uma das mãos e, então, identifique e registre na tabela abaixo qual está “quente” e qual está “frio”.

### Experimento 4

Meça com o termômetro de infravermelho e registre na tabela a seguir as temperaturas dos materiais listados nela. Não se esqueça da unidade de medida de temperatura!

	<b>Tampo de madeira da mesa</b>	<b>Estrutura metálica da mesa</b>	<b>Tapete</b>	<b>Piso</b>	<b>Caneca de alumínio</b>	<b>Caneca de cerâmica</b>
Quente/Frio						
Temperatura						

### Questionário

As medições de temperaturas correspondem às sensações térmicas (de quente ou frio) que o grupo teve nos experimentos 1, 2 e 3? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

Considerando a tabela a seguir, contendo os valores de condutividade térmica (capacidade dos materiais de conduzir calor) dos materiais acima, procure explicar as diferenças entre temperatura e sensação térmica identificadas na questão anterior.

	Tampo de madeira da mesa	Estrutura metálica da mesa	Tapete	Piso	Caneca de alumínio	Caneca de cerâmica
Condutividade térmica J/(s.m.K)	0,14	52,9	0,23	2,5	237	2

**Passos**

Experimento 5

Segure (apenas um dos alunos por vez) as canecas do experimento 3, cada qual com uma das mãos e, em seguida, outro aluno do grupo coloca iguais quantidades de água gelada dentro da “caneca de alumínio” e da “caneca de cerâmica”. Após alguns segundos, a sensação térmica de frio já ocorre para uma das mãos. Esta sensação ocorre mais rapidamente em qual das duas canecas?

---



---

Chamamos de **condução térmica** o processo de transmissão de calor em que a energia é transmitida de uma molécula a outra sem que elas sejam deslocadas. Essa condução depende de características microscópicas dos materiais, a capacidade de conduzir calor varia para cada material devido às suas diferenças de composição e estrutura molecular (como o tipo de ligação entre as moléculas, a densidade e a quantidade de elétrons livres no material). Desta forma, podemos dividir os materiais em **condutores térmicos** (materiais com alta condutividade térmica) e **isolantes térmicos** (materiais com baixa condutividade térmica).

Apesar de ser uma classificação relativa (que depende da comparação entre um ou mais materiais), essa é uma distinção com diversas aplicações práticas. Por exemplo, o fundo das panelas é normalmente constituído de material condutor térmico, como aço inox ou alumínio, o que facilita a transmissão de calor do fogo para o alimento que está sendo preparado. Ao contrário, os cabos das panelas são feitos de materiais isolantes, para evitar queimar as mãos.

Agora, considerando as explicações anteriores sobre condutores e isolantes térmicos, a resposta fornecida no experimento 5 é compatível com os valores de condutividade térmica apresentados na tabela da questão 2 da “Atividade

experimental”? Justifique, apresentando qual é o material condutor e qual o isolante térmico.

---

---

---

---

---

### **Curiosidade**

Sabemos que quando a temperatura ambiente aumenta, o corpo humano produz suor para promover sua regulação térmica, ou seja, o controle de sua temperatura interna. Dessa forma, a função do suor é capturar o calor da pele através da água, liberando-o pela evaporação.

Quando direcionamos o vento produzido pelo ventilador para a nossa pele, o aparelho irá lançar o ar do ambiente, sem modificar sua temperatura, em uma maior velocidade. Ao atingir a pele, tal vento aumenta a rapidez de evaporação do suor, ou seja, mais calor se dissipa para o ambiente, dando-nos maior sensação de refrescância.

Embora possamos ter sensações térmicas diferentes nos dois casos anteriores, salientamos que isso não ocorreu devido a uma variação de temperatura do ambiente. No 2º caso, por exemplo, a sensação de refrescância não foi decorrência de redução da temperatura ambiente.

---

## ATIVIDADE 2 – “CONCEITOS DE TEMPERATURA E CALOR E SENSÇÃO TÉRMICA”

Nossa pele sente o “frio” e o “quente”, sendo tais percepções sensoriais chamadas de “sensação térmica”. Apesar de todo o nosso corpo ter sensação térmica, algumas áreas são mais sensíveis ao “frio” e, outras, ao “quente”. A seguir são apresentados exemplos de receptores.

Receptores de “frio”: dedos, lábio superior, nariz, queixo e peito. É normal, por exemplo, vermos pessoas tomarem bebidas geladas e direcionando o ventilador para o seu rosto a fim de terem uma sensação de “frio” nas regiões pertinentes do corpo.

Receptores de “quente”: ponta dos dedos, nariz e cotovelos. Nesse sentido, no período de inverno há pessoas que aproximam suas mãos de fogueiras ou lareiras para permitir que fiquem “aquecidas”.

Os receptores térmicos do corpo humano ainda não foram devidamente identificados, mas existem várias experiências registrando reações elétricas no corpo devido a pulsos de calor, sugerindo, então, que tais receptores estejam localizados por volta de 0,02cm abaixo da superfície da pele. Estes estudos também mostraram que existem receptores para frio, os quais são diferentes de receptores para o quente.

**Materiais utilizados:**

- Três recipientes e água (para cada recipiente).

**Passos** (um membro do grupo deve fazer por vez)

Deposite a água “morna”, “fria” e a temperatura ambiente em três béqueres separadamente (500 ml em cada).

Coloque a mão esquerda no béquer com água morna, deixando dentro durante cerca de um minuto. Retire a mão da água morna e coloque no béquer com água à temperatura ambiente. Como você sentiu a água? “Fria” ou “quente”? Anote seu resultado.

---



---



---



---

Agora, coloque a mão direita no béquer com água gelada, deixando-a mergulhada por um minuto. Retire sua mão deste béquer e coloque-a no béquer com água à temperatura ambiente. A sensação de “frio” ou “quente” foi igual à de antes? O que você sentiu agora? A água está “fria” ou “quente”?

---



---



---



---

Coloque agora ao mesmo tempo a mão esquerda no béquer com água morna e a mão direita no béquer com água gelada. Após 1min, coloque ambas as mãos ao mesmo tempo no béquer com água a temperatura ambiente. O que você sentiu em cada uma das mãos?

---



---



---



---

**Observação**

Em todos os casos, é possível melhorar a troca de calor da mão com a água movimentando os dedos vagarosamente sob a água. Colocar os pulsos em contato com a água, também. Essas medidas ajudam a intensificar a sensação térmica causada pela água.

### Questões

O que acontece com a temperatura da mão após 1 minuto imersa na água em qualquer um dos casos acima?

---

---

---

---

---

Se o béquer em que você coloca ambas as mãos está à temperatura ambiente (item 4), procure explicar a diferença na sensação térmica obtida em cada mão.

---

---

---

---

---

### Curiosidade

O Rio de Janeiro registrou no dia 26/12/2012 um recorde histórico de temperatura: a máxima chegou aos 43,2 °C, em Santa Cruz, na Zona Oeste da cidade, com sensação térmica de 47 °C, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia. Esta temperatura registrada é a mais alta desde 1915, quando o INMET começou a fazer medições. O recorde anterior foi em janeiro de 1984, em Bangu, na Zona Oeste, com 43,1 °C, segundo o INMET.

---

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22/04/2010.

DOESCHER, A. M. L., DOESCHER, E., MATTIAZZO, B. P., Entendendo a Sensação Térmica dos Materiais, Portal do Professor, 2009. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1614>. Acesso em: 21/03/2013.

IKEDA, R. Efeito Ventilador, Richard Ikeda, 2009. Disponível em: <http://richardikeda.com/blog/efeito-ventilador.html>. Acesso em: 21/03/2013.

MATTOS, C., DRUMOND, A. V. N. Sensação Térmica: Uma abordagem interdisciplinar. In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 22, n. 1, 2004. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6437/5953>. Acesso em: 21/03/2013.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T.R.  
Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. v. 2, São Paulo: FTD,  
2010.

SENSAÇÃO TÉRMICA: FRIO OU QUENTE?, Ciências para Crianças,  
2008. Disponível em: [http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/sensacao\\_termica/sensacao\\_termica1.htm](http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/sensacao_termica/sensacao_termica1.htm). Acesso em: 21/03/2013.

Temperatura desta quarta no Rio é recorde histórico, diz Inmet, G1, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/12/temperatura-desta-quarta-e-mais-alta-no-rio-em-29-anos-diz-inmet.html>. Acesso em: 21/03/2013.



# Trocas de calor e calor específico

## Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos

Júlio César. Galio da Silva\*, Leonardo Rodrigues de Jesus\*, Diego Figueiredo Rodrigues\*, Tarcísio Lima da Cruz\*, Felipe Moreira Correia\*, David Henrique da Silva Araújo\*, Lucas Muniz Valani\*, Almir Guedes dos Santos\*\*, João José Fernandes de Sousa\*\*\*

\*Licenciando, \*\*Supervisor, \*\*\*Coordenador

---

## INTRODUÇÃO

Quando dois ou mais corpos com diferentes temperaturas são postos em contato direto, após decorrer tempo o suficiente as temperaturas dos corpos em contato se igualam em algum valor entre os extremos de temperatura do sistema, que é denominada temperatura de equilíbrio térmico. Isso se dá através do fluxo de energia térmica, ou seja, do calor que os corpos de maior temperatura fornecem aos de menor temperatura até que suas temperaturas atinjam um único valor. A quantidade de energia térmica, ou calor, trocada pode ser determinada como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

onde  $m$  é a massa de água da amostra,  $c$  é o calor específico da substância e  $\Delta T$  é a sua variação de temperatura. Por essa relação, sabendo-se a massa da substância, seu calor específico e suas temperaturas final e inicial, é possível determinar a quantidade de calor que o corpo cedeu ou recebeu. Da mesma forma, é possível determinar outras grandezas a partir da medição do calor trocado e da variação de temperatura.

O calor específico é uma grandeza que indica a variação de temperatura sofrida por uma porção de massa numa unidade de temperatura de um determinado material ao receber ou ceder calor. Um corpo com valor de calor específico mais alto sofre uma variação de temperatura menor ao trocar calor do que um corpo com menor calor específico.

Sabe-se que o calor específico é uma característica de cada material, isto é, é o mesmo para cada material independentemente da porção do material utilizada para a análise. Sendo assim, conhecendo a massa, a variação de temperatura e o calor trocado com o meio, é possível determinar o calor específico de um material.

---

## ATIVIDADE – DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO DE UM MATERIAL

Para dois ou mais corpos em contato num sistema adiabático (ou colocados num calorímetro), isto é, sem trocas de calor com o ambiente, as energias térmicas trocadas entre os corpos deve se conservar, ou seja

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$$

onde  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ . Como  $\Delta T = T_f - T_i$ , os corpos que cederam calor terão uma variação de temperatura negativa, assim como a quantidade de calor (já que a temperatura final, a de equilíbrio, é menor que a sua temperatura inicial), e ocorre o contrário para os corpos de temperatura inicial menor do que a temperatura de equilíbrio. Portanto, sabendo as quantidades de calor trocadas pelos demais corpos, é possível determinar a quantidade trocada por um corpo específico do experimento.

### **Materiais utilizados:**

- Ebulidor; balança; béquer; termômetro de álcool; termômetro digital; calorímetro de isopor; e amostras de material metálico.

### **Procedimento experimental**

#### **1º Passo:** Características da amostra de água

- Primeiramente, reserve uma quantidade de água no béquer que seja compatível com as dimensões do calorímetro (aproximadamente 200mL). Com o auxílio de uma balança, determine a massa da água.

**ATENÇÃO:** Para esse passo, peça o auxílio do professor ou dos monitores para entender algumas propriedades da balança e evitar erros na medida.

- Em seguida, é necessário medir e registrar os valores de massa e, com o auxílio do termômetro, a temperatura inicial da água.

Água
Massa (g)
Temperatura inicial (°C)

#### **2º Passo:** Medição e aquecimento da água

- Meça, com o auxílio da balança, a massa da amostra metálica que o grupo vai utilizar. Em seguida, deixe-o aquecer em um reservatório de água fervente. Deixe-o por tempo suficiente para que entre em equilíbrio térmico com a água (cerca de 3 minutos). Registre a temperatura inicial do metal como a temperatura da água fervente.

**ATENÇÃO:** Para esse passo, peça o auxílio do professor ou dos monitores para a manipulação dos instrumentos de forma a garantir a sua segurança ao lidar com água fervente e com o ebulidor.

---

**Amostra metálica**

---

Massa (g)

---

Temperatura inicial (°C)

---

Agora é hora de pôr os corpos em contato para que troquem calor. Retire a amostra de metal da água e a coloque rapidamente no calorímetro para evitar perda de calor para o ambiente.

Feche o calorímetro e atravesse (ou perpassa) o termômetro na sua tampa de forma a deixar sua ponta em contato com a água para medir sua temperatura. Observe a temperatura da água variando e aguarde até que ela se estabilize em algum valor, o que pode levar alguns minutos. Registre a temperatura de equilíbrio do sistema.

---

Temperatura de equilíbrio do sistema (°C)

---

**3º Passo:** Cálculo das variações das temperaturas

Registre a temperatura inicial e final de cada substância envolvida na troca de calor (água e metal). Em seguida (ver quadro a seguir), calcule a variação de temperatura de cada uma dessas substâncias.

Metal			Água		
Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Variação ( $\Delta T = T_f - T_i$ )	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Variação ( $\Delta T = T_f - T_i$ )

---

**4º Passo:** Cálculo do calor recebido pela água

Utilizando a relação e o valor do calor específico da água (1 cal/g°C) preencha a tabela e determine a quantidade de calor cedido pela água.

Massa (g)	Calor específico (cal/g°C)	Variação de temperatura (°C)	Quantidade de calor recebido (cal)

---

Qual a quantidade de calor cedido pelo metal? Explique.

---

---

---

---

---

**5° Passo:** Cálculo do calor específico do material

Agora, utilizando a mesma relação acima e os valores correspondentes para o metal, calcule o valor do seu calor específico.

(ATENÇÃO: Registre o valor do calor específico com quatro casas decimais)

Massa (g)	Varição de temperatura (°C)	Quantidade de calor recebido (cal)	Calor específico (cal/g°C)

**6° Passo:** Análise dos dados

Forneça ao professor as seguintes informações: A massa de metal utilizada, a quantidade de calor cedido e o calor específico. Comparando com os resultados dos demais grupos e com os valores tabelados abaixo, responda às seguintes questões (2 a 4):

Valores tabelados de calor específico de materiais:	
Alumínio	0,215 cal/g°C
Cobre	0,094 cal/g°C

Com esses grupos, que dados são semelhantes e quais são diferentes? Procure explicar as semelhanças e as diferenças observadas, considerando a equação do calor sensível ( $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ).

---

---

---

---

---

---

---

É possível identificar quais grupos utilizaram o mesmo material metálico que o seu grupo? Quais? Explique.

---



---



---



---

Os valores de calor específico encontrados estão próximos dos valores tabelados? Explique algumas fontes de erros que podem ter contribuído para que o valor não seja preciso.

---



---



---



---



---

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22/04/2010.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. e ROMERO, T.R. Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. Vol. 2, São Paulo: FTD, 2010.