

CEJA >>

CENTRO DE EDUCAÇÃO
de JOVENS e ADULTOS

**CIÊNCIAS DA
NATUREZA**

e suas **TECNOLOGIAS** >>

Física

Fascículo 6
Unidades 14 e 15

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Wilson Witzel

Vice-Governador
Claudio Castro

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Secretário de Estado
Leonardo Rodrigues

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Estado
Pedro Fernandes

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Gilson Rodrigues

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIEJ)

Coordenação Geral de
Design Instrucional

Cristine Costa Barreto

Elaboração

Claudia Augusta de Moraes Russo

Ricardo Campos da Paz

Revisão de Língua Portuguesa

Ana Cristina Andrade dos Santos

Coordenação de
Design Instrucional

Flávia Busnardo

Paulo Miranda

Design Instrucional

Aline Beatriz Alves

Coordenação de Produção

Fábio Rapello Alencar

Capa

André Guimarães de Souza

Projeto Gráfico

Andreia Villar

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades

[http://www.sxc.hu/browse.](http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517)

[phtml?f=download&id=1381517](http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517)

Diagramação

Equipe Cederj

Ilustração

Bianca Giacomelli

Clara Gomes

Fernando Romeiro

Jefferson Caçador

Sami Souza

Produção Gráfica

Verônica Paranhos

Sumário

Unidade 14 | Circuitos Elétricos **5**

Unidade 15 | Magnetismo **39**

Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos "nome de usuário" e "senha".

Feito isso, clique no botão "Acesso". Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!

Circuitos Elétricos

Fascículo 6

Unidade 14

Circuitos Elétricos

Para início de conversa ...

Nesta aula, você vai conhecer um circuito elétrico e seus componentes, conhecer a lei de Ohm e saber como utilizá-la para os cálculos de correntes, tensões e resistências.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar um circuito elétrico e seus componentes;
- Relacionar componentes de um circuito elétrico com os equipamentos elétricos, utilizados em uma instalação elétrica;
- Utilizar a lei de Ohm para os cálculos de correntes, tensões e resistências; identificar as associações dos componentes em um circuito elétrico.

Seção 1

Você já correu numa pista de corrida?

Pense numa pista de corrida de carros, de cavalos ou de pessoas. Nelas, pessoas, cavalos ou carros começam a correr a partir de um ponto e retornam ao mesmo lugar. Fazem isso inúmeras vezes até completar o número de voltas necessárias para concluir a corrida. A partir da segunda volta, o corredor já não identifica mais o início ou o fim da corrida, ou seja, o caminho fechou-se. A este caminho fechado e contínuo, dá-se o nome de circuito. Logo,



Circuito é todo trajeto que representa um caminho fechado.

Agora, imagine você chegando a sua casa após um longo dia de trabalho e acendendo uma lâmpada. Lembra-se das primeiras aulas? Para que a lâmpada acenda, é necessário que a eletricidade (corrente elétrica) chegue a um interruptor e que você o aperte (Figura 1).

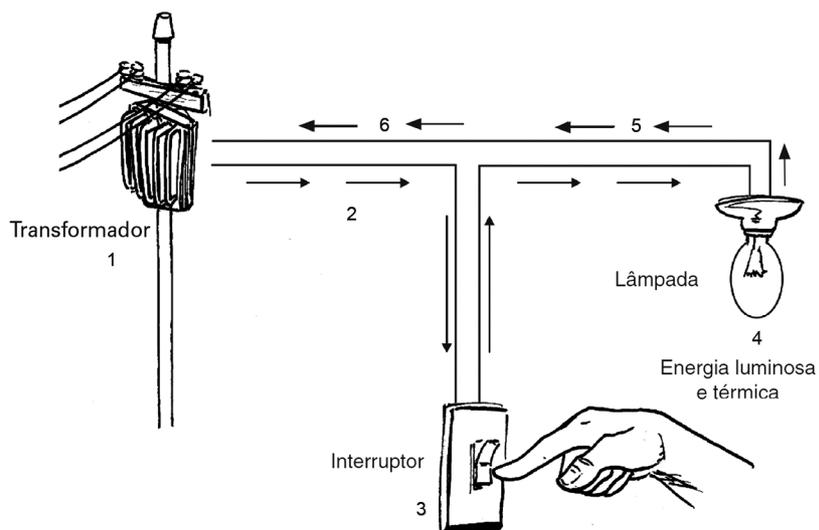


Figura 1: Trajeto fechado da corrente elétrica.

Qual foi o percurso da corrente elétrica, neste caso?

- 1 - A corrente elétrica é fornecida por um transformador.
- 2 - É transportada pelos condutores de eletricidade.
- 3 - Chega ao interruptor.
- 4 - Passa pela lâmpada.
- 5 - Retorna ao transformador pelo condutor de saída da lâmpada.
- 6 - Repete o trajeto, num processo contínuo.

A corrente percorre o mesmo caminho repetidamente. A este caminho fechado e contínuo da corrente elétrica dá-se o nome de circuito elétrico.

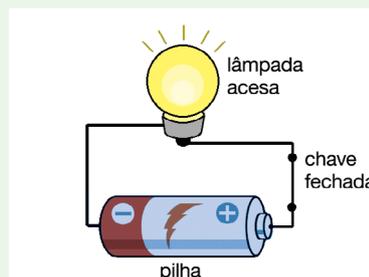
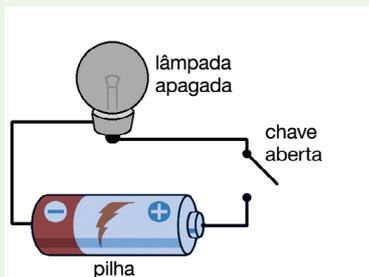
Circuito elétrico é um caminho fechado pelo qual a corrente elétrica circula.



Você aprendeu que a energia elétrica que faz a lâmpada de sua casa acender percorre um circuito fechado. Em qual das figuras a seguir isto ocorre?

A

B



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra

Aparelho consumidor, também chamado receptor elétrico, é um dos componentes de um circuito que utiliza energia elétrica para funcionar. Esses aparelhos transformam energia elétrica em outro tipo de energia. Na unidade 3, foram dados alguns exemplos desse tipo de transformação e um deles foi o da lâmpada, que transforma energia elétrica em energia luminosa e térmica (Figura 2).



Figura 2: Transformação de energia elétrica em energia luminosa e térmica.

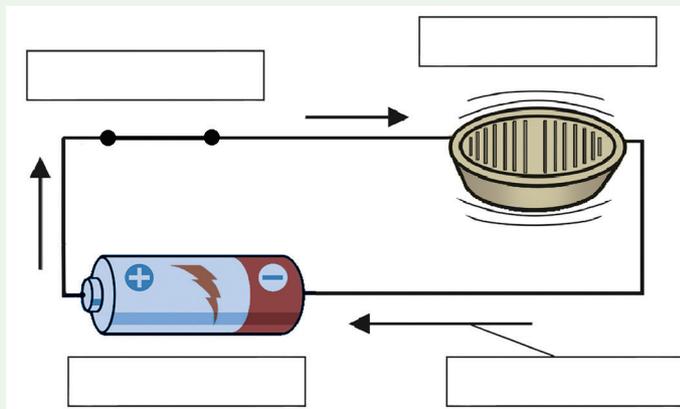
Já o dispositivo de manobra (Figura 3) permite que você ligue ou desligue os aparelhos consumidores de energia elétrica do circuito. Dessa forma, ele libera ou impede a passagem de corrente elétrica pelo condutor de eletricidade.



Figura 3: Dispositivo de manobra.

Relacione a coluna da esquerda com a da direita e escreva o nome dos elementos do circuito nos espaços em branco.

- | | |
|---|--------------------|
| () Aparelho consumidor de energia elétrica | 1. Bateria |
| () Fonte geradora de energia elétrica | 2. Chave |
| () Condutor de eletricidade | 3. Campainha |
| () Dispositivo de manobra | 4. Cabo de energia |



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

Então, todos os componentes de um circuito elétrico transformam energia elétrica em outro tipo de energia?

Como você viu na unidade 3, todos os aparelhos consumidores de energia elétrica transformam energia elétrica em outro tipo de energia (térmica, luminosa etc.).

Um **resistor**, mais conhecido como resistência elétrica, é um componente que transforma energia elétrica em energia térmica (**calor**) ao oferecer oposição à passagem da corrente elétrica através dele. Assim, um chuveiro (Figura 4), um ferro elétrico, um forno elétrico, uma lâmpada do tipo incandescente etc, funcionam basicamente por causa de uma resistência que é aquecida ao ser percorrida por uma corrente elétrica (Figura 5). Este fenômeno foi estudado pelo famoso cientista James P. Joule e, em sua homenagem, foi chamado de **efeito Joule** (lê-se jaule).

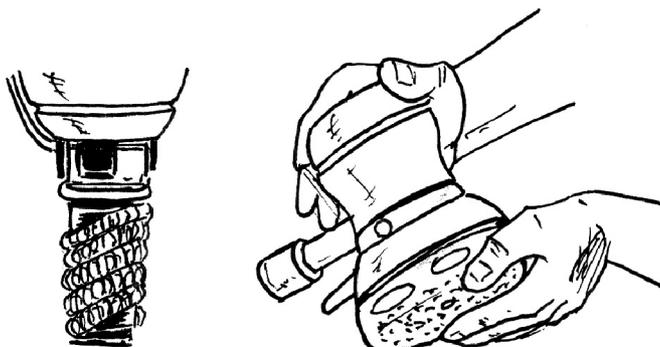


Figura 4: Resistência de chuveiro elétrico, por exemplo.

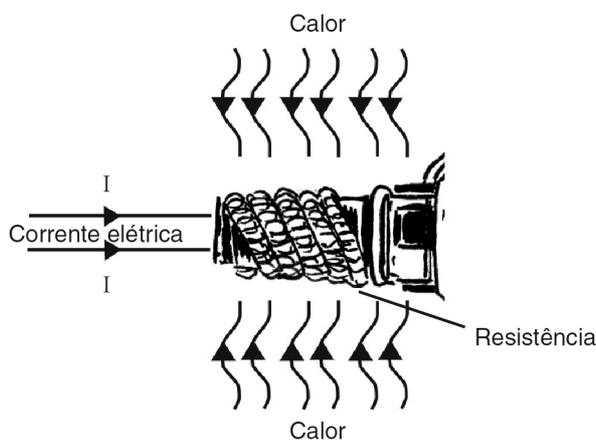


Figura 5: Representação da transformação de energia elétrica em energia térmica, com a utilização de uma resistência elétrica de chuveiro.

Assim:

Resistência elétrica é uma medida da oposição à passagem da corrente elétrica, através do componente resistor.

Importante

Joule (1818-1889)

O físico inglês James Prescott Joule tornou-se famoso por suas experiências, envolvendo a “transformação de trabalho em calor”. Seu nome está associado à possibilidade de conversão de trabalho mecânico e de eletricidade em calor. Seu nome foi dado à unidade de energia do Sistema Internacional.

Joule nasceu em Salford, Inglaterra, em 24 de dezembro de 1818. Sua família era rica e possuía uma cervejaria. Recebeu instrução de John Dalton em Ciências e Matemática. Sentiu-se atraído pela Física, especialmente pelos temas relacionados ao calor. Iniciou seus trabalhos experimentais num laboratório anexo à cervejaria. A experiência adquirida por Joule habilitou-o a medir diferenças de temperatura com precisão e foi encorajado a prosseguir em suas pesquisas por William Thomson (Lord Kelvin).

Quando tinha 18 anos, Joule iniciou seus estudos sobre o calor liberado por uma corrente elétrica, fluindo em um condutor, e em 1840 enunciou a lei que relaciona a corrente elétrica e a resistência do condutor ao calor transmitido (Lei de Joule), e publicou “Sobre a Produção de Calor por meio da Eletricidade Voltaica”.

Faleceu em 11 de outubro de 1889, em Sale, Inglaterra.

Fonte: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/joule.htm> e <http://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070424054613AAUN2Gy>

Saiba Mais

Representando a resistência elétrica e sua unidade de medida

A resistência elétrica é representada pela letra R (Figura 6) e sua unidade de medida é o ohm, cujo símbolo é Ω (ômega é a última letra do alfabeto grego). O nome desta unidade é uma homenagem a George Simon Ohm.



Figura 6: Representação simbólica de um resistor que será usada neste curso.

Saiba Mais

OHM

O **ohm** é a unidade de medida da resistência elétrica, padronizada pelo SI (Sistema Internacional de Unidades). O ohm é simbolizado pela letra grega ômega maiúsculo (Ω).

Foi Georg Simon Ohm (Erlangen, 16 de Março de 1789 – Munique, 6 de Julho de 1854), físico e matemático alemão, que descobriu relações matemáticas extremamente simples, envolvendo as dimensões dos condutores e as grandezas elétricas, definindo o conceito de resistência elétrica e formulando a que passou a ser chamada Lei de Ohm.

Qual o caminho preferido pela corrente elétrica?

Por exemplo, nas estradas ilustradas nas Figuras 7 e 8, qual seria a preferência de um motorista para circular com seu carro? É claro que ele vai preferir o caminho que oferece melhores condições de circulação para ele, ou seja, a estrada da Figura 8. Concorda?



Figura 7: Foto de uma estrada em péssimo estado de preservação.



Figura 8: Foto de uma estrada em ótimo estado de conservação.

Pois então! A corrente elétrica, assim como o motorista do carro citado neste exemplo, vai preferir circular pelo caminho que oferece menor resistência à sua passagem.

Responda às questões abaixo com bastante atenção.

1- Circuito elétrico é um caminho fechado pelo qual a corrente elétrica circula.

() Falso () Verdadeiro

2- Um resistor é um componente elétrico que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, transforma a energia elétrica em energia térmica (calor).

() Falso () Verdadeiro

3- Aparelho consumidor, também chamado de receptor elétrico, é um dos componentes de um circuito elétrico que se utiliza de energia elétrica para funcionar.

() Falso () Verdadeiro



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

A Lei de Ohm

No século XIX (dezenove), George Simon Ohm mostrou que a corrente elétrica, em um circuito, tinha uma relação direta com a tensão elétrica. Ele mostrou que, se a tensão aumenta, a corrente também aumenta; se a tensão diminui, a corrente também diminui. Esta relação foi chamada lei de Ohm.

A lei de Ohm mostra que a corrente elétrica (I) de um circuito varia de forma direta com a tensão (V) e de forma indireta com a resistência (R).



Essa relação é representada pela seguinte expressão matemática (lei de Ohm):

Corrente (I) = Tensão (V) ÷ Resistência (R)



$$I = \frac{V}{R}$$

Exemplo:

Exemplo 1: Qual a tensão elétrica aplicada sobre um resistor de 1.000Ω, quando o mesmo é percorrido por uma corrente de valor igual a 1A?

Corrente Elétrica (I) = 1A

Tensão (V) = ?

Resistência (R): 1.000Ω

$$I = \frac{V}{R} \quad 1A = \frac{V}{1000\Omega}$$

Resposta: $V = 1.000V$

Exemplo 2: Qual a corrente que percorre uma resistência de 10.000Ω, quando é aplicada sobre ela uma tensão de 10.000 V?

Corrente Elétrica (I) = ?

Resistência (R) = 10.000Ω

Tensão = 10.000V

$$I = \frac{V}{R} \quad I = \frac{10.000V}{10.000\Omega} = I = 1A$$

Resposta: $I = 1A$.

Exemplo 3: Determine o valor de uma resistência elétrica, sabendo-se que sobre a mesma é aplicada uma tensão de 1V e que a corrente que a percorre vale 1A.

Resistência (R) = ?

Corrente Elétrica = 1A

Tensão = 1V

$$I = \frac{V}{R} \quad 1A = \frac{1V}{R}$$

$$R = \frac{1V}{1A} = 1\Omega$$

Resposta: $R = 1\Omega$.

Resolva os exercícios a seguir.

1. A tensão de entrada de sua casa é 220V. Um chuveiro elétrico é instalado, e você não tem ideia da corrente que vai circular na resistência dele. No ato da compra, o vendedor informou que a resistência elétrica dele era de 10Ω . Vamos calcular a corrente elétrica que vai passar na resistência dele?

Corrente Elétrica: _____

Tensão: _____

Resistência: _____

2. Sabe-se, antecipadamente, que a corrente que circula em uma lâmpada é 2A. Deseja-se descobrir qual o valor da resistência da mesma. Para isto, aplica-se uma tensão no valor de 240V em suas extremidades. Utilize a equação para cálculo do valor da resistência, tirada da lei de Ohm.

Corrente Elétrica: _____

Tensão: _____

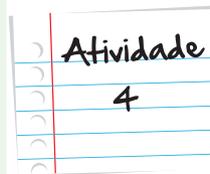
Resistência: _____

3. A corrente circulante numa lâmpada é de 1A. Sabe-se, antecipadamente, que sua resistência é de 127Ω . Qual é a tensão que está sendo aplicada nesta lâmpada?

Corrente Elétrica: _____

Tensão: _____

Resistência: _____



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Seção 4

O que acontece em um circuito elétrico, se, por algum motivo, ele for interrompido?

Uma interrupção em um circuito elétrico pode ser provocada, por exemplo, pela abertura de um dispositivo de manobra (exemplo: desligar a lâmpada no interruptor) ou por um acidente no condutor (exemplo: fio partido), que interrompa o circuito elétrico. Neste caso, a corrente elétrica não circula e o circuito é chamado circuito aberto. Em um circuito aberto, nenhum consumidor de energia elétrica funciona. (Figura 9).

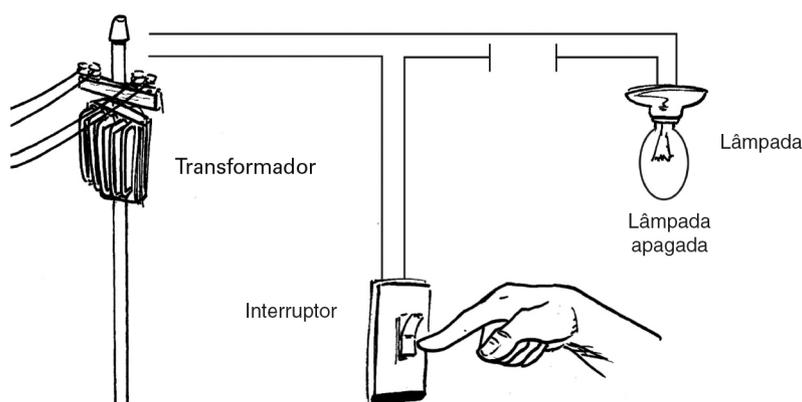


Figura 9: Circuito elétrico aberto.

Você sabe o que é curto-circuito?

Em condições normais, um circuito elétrico possui uma fonte de energia (pilha, rede elétrica etc.) que alimenta um consumidor de energia elétrica, também chamado receptor (lâmpada, chuveiro elétrico etc.). A fonte de energia possui uma determinada tensão elétrica (1,5v (volts) nas pilhas, 110v ou 220v (volts) na rede, dependendo da região etc.). Ao alimentar um receptor com tensão elétrica, circula uma corrente elétrica entre a fonte geradora de energia e esse receptor.

Se em vez de um receptor, você ligar os fios que saem da fonte de energia elétrica, um no outro (Figura 10), você vai provocar um curto-circuito. Isso porque a resistência será tão pequena que fará a corrente alcançar valores muito altos. Uma corrente muito alta produz muito calor (efeito joule, lembra-se do que você viu no início da aula?) e por isso existe o risco de incendiar sua instalação elétrica. Este evento, curto-circuito, é normalmente relacionado à causa de incêndios.

Mais adiante você terá uma aula na qual vai aprender, por exemplo, como proteger sua instalação de um curto-circuito.

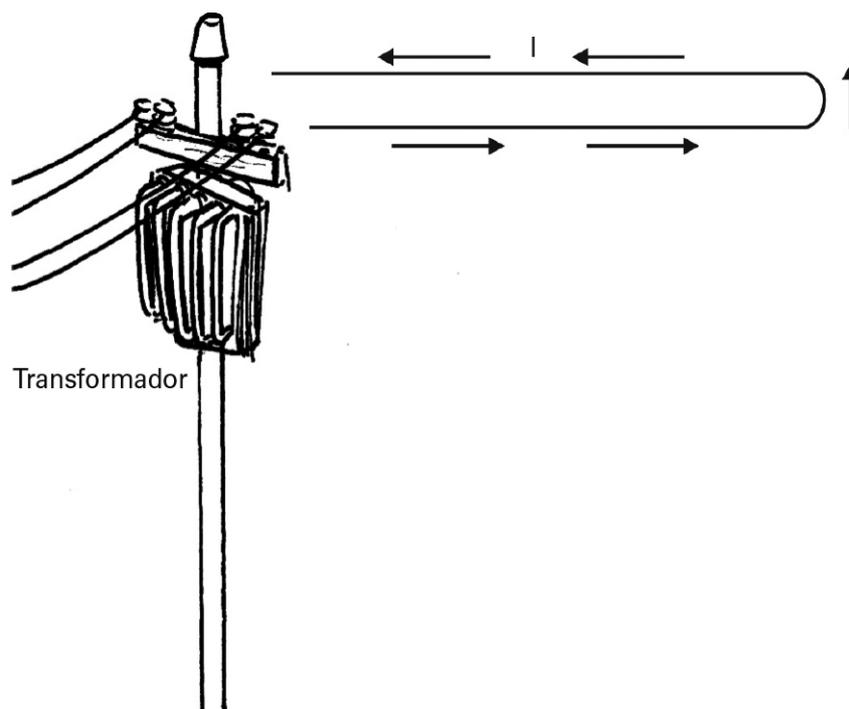


Figura 10: Repare que não há consumidor de energia elétrica ligado aos cabos condutores. Existe somente a resistência dos cabos condutores, que é de baixíssimo valor. Desta forma, a corrente assume valores altos, provocando o que se chama curto-circuito.

Conhecendo outros componentes do circuito

Outros componentes que fazem parte de um circuito elétrico são o indutor (formado **por bobinas elétricas**) e o capacitor. Ambos, da mesma forma que o resistor oferecem oposição à passagem da corrente elétrica.

O indutor (Figura 11) é representado pela letra L e simbolizado, graficamente, por um fio em forma de hélice, parecido como uma mola, Figura 12. Sua unidade de medida é o henry (H). O indutor está presente nos componentes de um transformador, um motor elétrico, um reator de uma lâmpada etc.

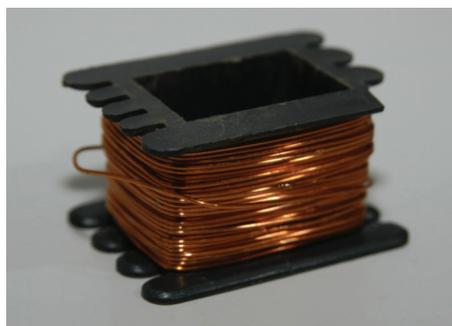


Figura 11: Indutor - As bobinas enroladas.



Figura 12: Representação gráfica de um indutor que será utilizada neste curso.

Bobinas elétricas

São fios condutores de eletricidade enrolados de várias formas

O **capacitor** (Figura 13) é um componente usado em quase todos os tipos de dispositivos eletroeletrônicos. Além de oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica, em alguns casos é utilizado para armazenar pequenas quantidades de cargas elétricas e mantê-las durante um curto espaço de tempo. Os capacitores são usados em carregadores de celular, em computadores, em microfones e em inúmeros outros consumidores de energia elétrica. O capacitor é representado pela letra C e simbolizado, graficamente, pela Figura 14. Sua unidade de medida é o Faraday (F).



Figura 13: Exemplo de capacitor.



Figura 14: Representação gráfica de um capacitor que será utilizada neste curso.

Principais unidades desta aula:	
Grandeza	Unidades
Tensão (V)	Volts (V)
Corrente (I)	Amperes (A)
Resistência (R)	Ohm (Ω)
Potência (P)	Watts (W)

Saiba Mais

Você sabia que a corrente elétrica pode seguir mais de um caminho num circuito?

Observe a Figura 15. Nela existe um circuito onde a corrente (I) segue um único caminho e só consegue circular pelo consumidor seguinte depois de sair do anterior. Por exemplo: lâmpadas pisca-pisca de decoração natalina.

Para a montagem deste circuito, as saídas dos consumidores, representadas pela letra S, estão ligadas às entradas dos consumidores seguintes, representadas pela letra E. Este circuito é denominado “**circuito em série**”.

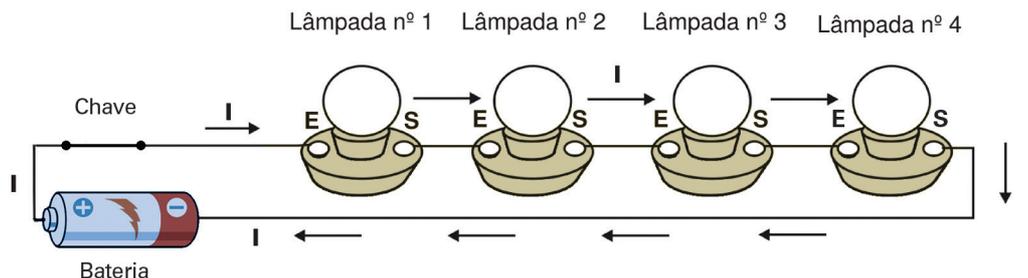


Figura 15: Associação em série dos elementos de um circuito elétrico.

Se algum consumidor for retirado e o caminho não for fechado novamente, os outros não funcionarão, porque teremos, neste caso, um circuito aberto e a corrente não conseguirá circular para alimentar os demais, ou seja, qualquer descontinuidade no caminho da corrente, por exemplo, uma lâmpada queimada (veja Figura 16), fará com que o circuito deixe de funcionar.

Importante

Circuito em série é uma das formas de se ligar os componentes de um circuito elétrico. Nele a corrente segue um único caminho e é a mesma que circula em todos os componentes do circuito. A saída de um componente, através de seu condutor, servirá como entrada para o próximo componente até o seu retorno à fonte de energia.

A saída de um componente é ligada à entrada do componente seguinte até o seu retorno à fonte de energia.

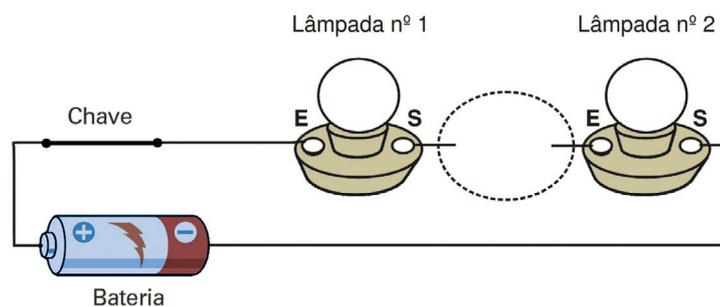


Figura 16: Circuito elétrico.

A Figura 17, por exemplo, está representado um circuito com quatro consumidores em paralelo (quatro lâmpadas), onde a fonte de energia terá de alimentar todos ao mesmo tempo e o interruptor deverá manobrar, também, todas ao mesmo tempo. Nesse circuito, a entrada do primeiro consumidor é ligada na entrada do seguinte e assim por diante, até que a entrada do último consumidor seja conectada. A saída deste último consumidor é ligada à saída do consumidor anterior e assim por diante, até que as saídas de todos os consumidores estejam conectadas umas às outras. Esta saída comum a todos eles deve ser ligada à entrada da fonte. A corrente (I), neste caso, divide-se pelos quatro caminhos diferentes que tem para seguir, após o interruptor. A corrente é chamada de I_1 (lê-se i um) no caminho 1; I_2 (lê-se i dois) no caminho 2; I_3 (lê-se i três) no caminho 3; e, finalmente, I_4 (lê-se i quatro) no caminho 4. O resultado da soma de I_1 , I_2 , I_3 e I_4 deve ser igual à corrente (I) de entrada do circuito, ou seja, $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I$.

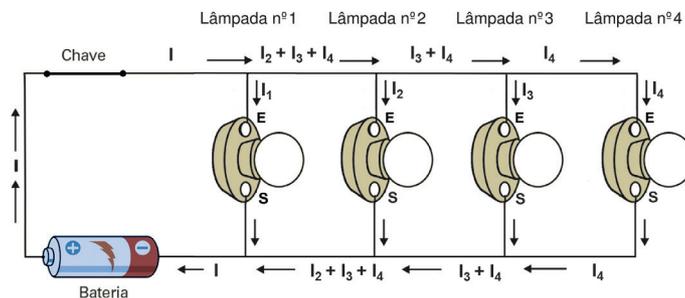


Figura 17: Associação em paralelo dos elementos de um circuito elétrico.

Ao contrário do que acontece em um circuito em série, no circuito em paralelo, se uma lâmpada queimar as outras lâmpadas “ignoram” o acontecido e continuam funcionando de forma independente. Por exemplo, as lâmpadas de sua casa são ligadas em paralelo: quando uma queima as outras continuam acesas.

Circuito em paralelo é uma outra forma de se ligar os elementos de um circuito. Nele a corrente segue por mais de um caminho e pode ser diferente para cada um deles. As entradas dos componentes do circuito são ligadas a um condutor comum e as saídas também a um condutor comum que são ligadas aos terminais da fonte.



Você sabe o que é um circuito misto?

A combinação das duas associações anteriores é chamada associação mista. Nela alguns consumidores estão ligados em série, onde a saída de um consumidor é ligada à entrada do consumidor seguinte até que a saída do último consumidor seja ligada na entrada da fonte e a outros consumidores, que estão em paralelo; ou seja, as entradas de todos os consumidores estão ligadas entre si, assim como todas as suas saídas também e, a saída comum é ligada na entrada da fonte. Ou seja, no circuito misto, há lâmpadas em série e lâmpadas ligadas em paralelo. Observe a Figura 18.

Importante

Circuito misto é aquele que apresenta caminhos em série e em paralelo, ao mesmo tempo.

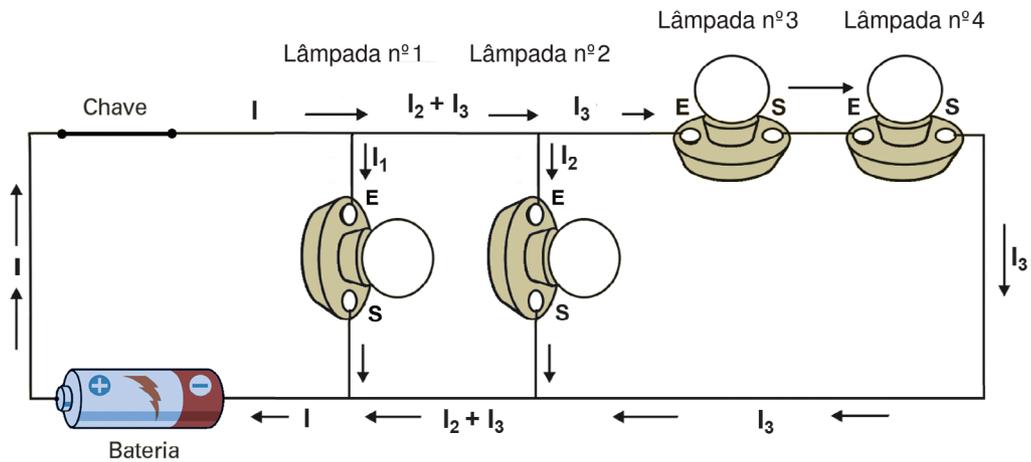


Figura 18: Associação mista dos componentes de um circuito elétrico.

Importante

Em qualquer tipo de associação, o interruptor (dispositivo de manobra) deverá, sempre, estar em série com a fonte de energia e as cargas, caso se queira manobrá-las (ligar ou desligar) ao mesmo tempo. Para manobra de uma única carga de forma independente, faz-se necessária a instalação de dispositivos de manobra (individuais) em série com cada carga. (Figura 19)

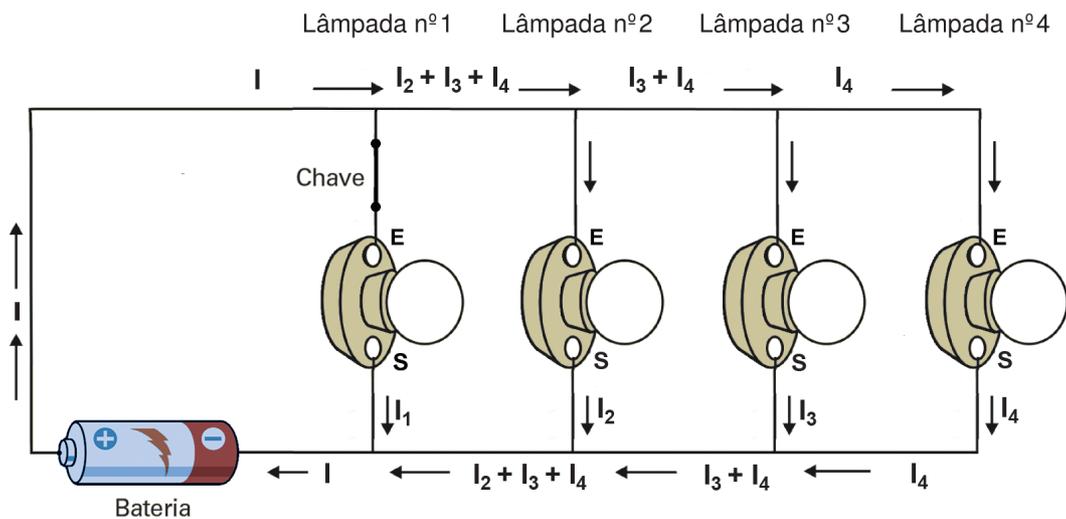


Figura 19: Circuito elétrico com interruptor manobrando somente um dos consumidores.

Seção 5

O comportamento da tensão elétrica num circuito

Você se lembra da seção onde explicamos a lei de Ohm? Uma das equações que estudamos naquela seção foi: $V = R \times I$, lembrou? Pois então, quando temos circuito em série e a corrente circula através de uma lâmpada incandescente (resistência), parte da tensão total aplicada ao circuito é destinada para vencer a oposição à corrente elétrica, oferecida pela resistência da lâmpada.

A multiplicação do valor da resistência da lâmpada pela corrente que circula na mesma é o que chamamos “**Queda de tensão**”. Essa queda de tensão é diminuída da tensão total aplicada no circuito.

O resultado da soma de todas as quedas de tensão do circuito é igual à tensão fornecida pela fonte.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_n$$

Uma queda de tensão num circuito (Figura 20) pode ser a causa de vários problemas em uma instalação elétrica, tais como: queima de equipamentos, uma lâmpada que não ilumina direito o ambiente, um aparelho de som que não tem força para tocar, um ferro elétrico que não esquentava direito etc.

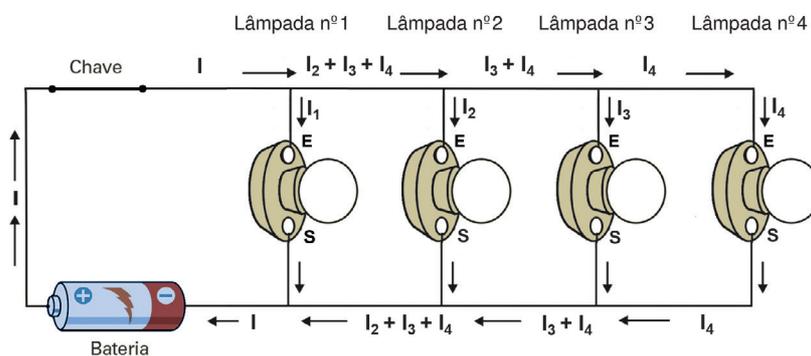


Figura 20: Queda de tensão num circuito elétrico com componentes em série.

Como já foi estudado na Unidade 3, os aparelhos consumidores são especificados para uma tensão e potência. Pode acontecer, por exemplo, de algum consumidor não receber tensão suficiente para o seu funcionamento, porque os consumidores anteriores gastaram a maior parte da tensão.

Importante

Lembre-se:

Num circuito em série, a corrente é a mesma em todo percurso e a tensão total é igual à soma das quedas de tensão nos terminais de cada consumidor do circuito.

E como é o comportamento da tensão num circuito paralelo?

No circuito paralelo da Figura 21, parte da tensão aplicada ao circuito é destinada para vencer a oposição à circulação de corrente elétrica oferecida por cada resistência (lâmpada) em paralelo. Em outras palavras, sobre os terminais da lâmpada nº1 haverá uma tensão (V_1), destinada a vencer sua resistência à corrente elétrica (I_1). Nesse caminho, haverá uma queda de tensão dada por $V_1 = R \times I_1$. Em todos os caminhos de um circuito em paralelo, serão observadas quedas de tensão. Essas quedas serão iguais à tensão que foi aplicada ao circuito.

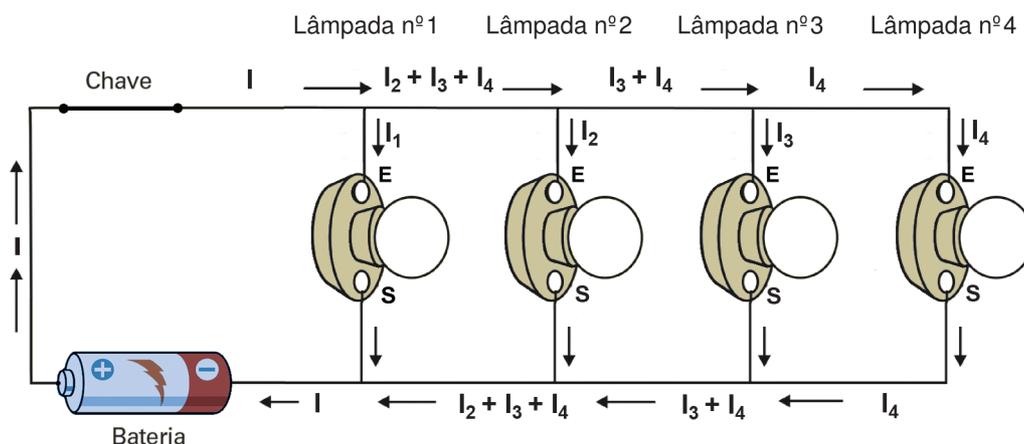


Figura 21: Queda de tensão num circuito elétrico com componentes em paralelo.

Lembre-se:

Num circuito em paralelo, a corrente é dividida pelos vários caminhos do circuito e a soma de todas as correntes pelos vários caminhos é igual à corrente total de entrada do circuito. A queda de tensão sobre cada consumidor é igual à tensão aplicada ao circuito.

Importante

Relacione a coluna da esquerda com a coluna da direita.

() A corrente segue um único caminho e é a mesma que alimenta todos os elementos do circuito. A saída de um elemento é ligada à entrada do elemento seguinte.

() Neste circuito, a corrente é dividida pelos vários caminhos do circuito e a tensão nos terminais de cada consumidor do circuito é igual à tensão fornecida pela fonte de energia elétrica.

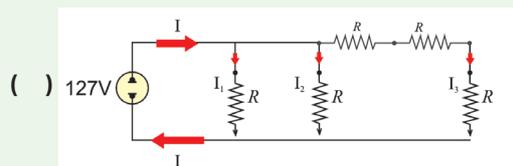
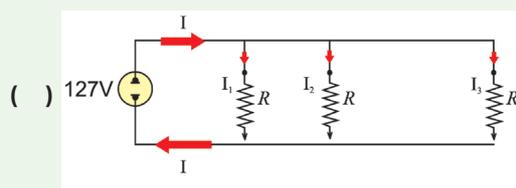
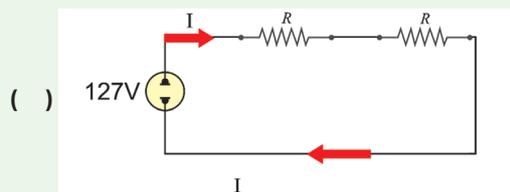
1 - Circuito em série

2 - Circuito em paralelo

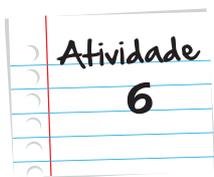
3 - Circuito misto

Atividade

5



Anote suas respostas em seu caderno



Tente resolver os exercícios abaixo:

1. Você está decorando sua casa com lâmpadas pisca-pisca, para a festa de Natal. Depois de tudo pronto, você liga o conjunto na tomada. Ih! As lâmpadas não acendem! Sabe-se que estas lâmpadas são ligadas em série e que a queima de uma, impede que as outras acendam. Então, com certeza, o circuito está aberto em algum ponto do percurso da corrente elétrica.

Falso

Verdadeiro

2. Um curto-circuito produz uma corrente muito alta, porque existe grande oposição à passagem de corrente elétrica.

Falso

Verdadeiro

3. O transformador é formado, principalmente, por um resistor.

Falso

Verdadeiro

4. O ferro elétrico é formado, principalmente, por um indutor.

Falso

Verdadeiro

5. Um chuveiro elétrico é formado, principalmente, por uma resistência.

Falso

Verdadeiro

6. Em uma casa onde a tensão é 220V, um ferro de passar roupas com resistência de 110Ω tem a corrente circulante de 5A.

Falso

Verdadeiro

Anote suas
respostas em
seu caderno

Resumo

Nesta aula, apresentamos o circuito elétrico e seus componentes. Ensinamos que um circuito no qual a corrente circula num caminho fechado e contínuo recebe o nome de circuito elétrico e também que um consumidor de energia elétrica é um dispositivo que transforma energia elétrica em algum outro tipo de energia.

O circuito elétrico é composto por alguns elementos, entre eles, o resistor, também chamado resistência. O resistor é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia térmica (calor) e oferece uma oposição à passagem de corrente elétrica no interior do condutor. Chamamos esse efeito (calor) de efeito Joule. Como exemplos de consumidores de energia elétrica, formados basicamente por uma resistência, temos chuveiro, ferro elétrico, forno elétrico, lâmpada do tipo incandescente etc.

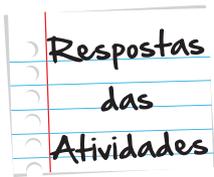
Também explicamos o que é um potenciômetro e como funciona.

Vimos que o indutor e o capacitor são outros elementos do circuito elétrico que, como o resistor, também oferecem oposição à passagem da corrente elétrica. Transformador, motor elétrico e reator de uma lâmpada consistem principalmente num indutor. Já os capacitores são usados em eliminadores de pilha, em computadores, em microfones e em inúmeros outros consumidores de energia elétrica.

Ensinamos também como fazer ligações desses elementos num circuito. E mostramos como são feitas as associações dos elementos de um circuito em série, em paralelo e misto.

Ah! Também comentamos sobre o que é um circuito aberto e um curto-circuito!

E, finalmente, esperamos que você tenha descoberto o quanto é útil o entendimento da lei de Ohm, de um circuito aberto, de um curto-circuito e de uma queda de tensão.



Atividade 01

Resposta: B

Atividade 02

Resposta: 3, 1, 4, 2.

Atividade 03

Resposta:

1 - Resposta: verdadeiro. O circuito elétrico é um caminho fechado pelo qual a corrente elétrica circula.

2 - Resposta: verdadeiro.

3 - Resposta: verdadeiro.

Atividade 04

1 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = V/R$; logo, $I = 220V/10\Omega$, $I = 22A$. A corrente elétrica circulante no chuveiro é de 22A.

2 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = V/R$; logo, $2A = 240V/R$, $R = 240V/2A$, $R = 120W$. A resistência elétrica do resistor vale 120W.

3 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = V/R$, logo $1A = U/127\Omega$, $V = 127V$. A tensão elétrica aplicada na lâmpada é de 127 volts.

Atividade 05

Respostas: 1; 2; 1; 2; 3.

Atividade 06

1 - Resposta: verdadeiro.

2 - Resposta: falso, porque num curto-circuito a resistência é quase zero.

3 - Resposta: falso. O transformador é formado principalmente por indutores.

4 - Resposta: falso. O ferro elétrico é formado principalmente por uma resistência elétrica.

5 - Resposta: verdadeiro.

6 - Resposta: falso, porque segundo a lei de Ohm $I = V/R$, logo $I = 220V/110\Omega$, $I = 2A$.



Imagens



• André Guimarães



• <http://www.sxc.hu/photo/711708>



• <http://www.sxc.hu/photo/514149/>



• <http://www.sxc.hu/photo/754338>



• <http://www.sxc.hu/photo/755095>

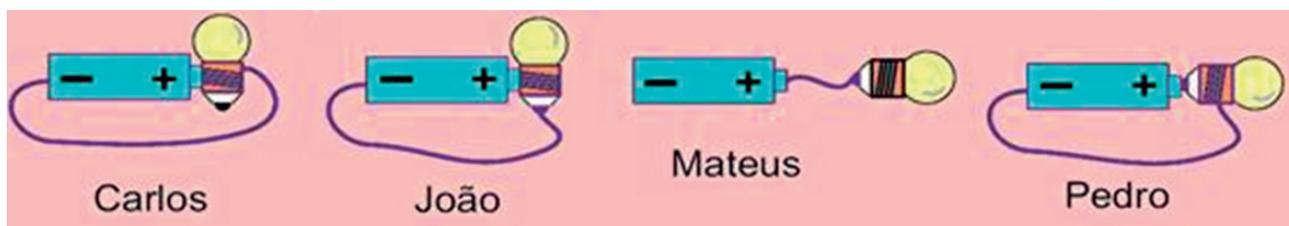


Atividade extra

Questão 1 (Adaptado de UFMG - 2010)

Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre.

Nas figuras a seguir, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:

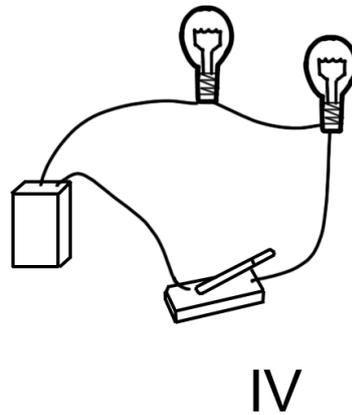
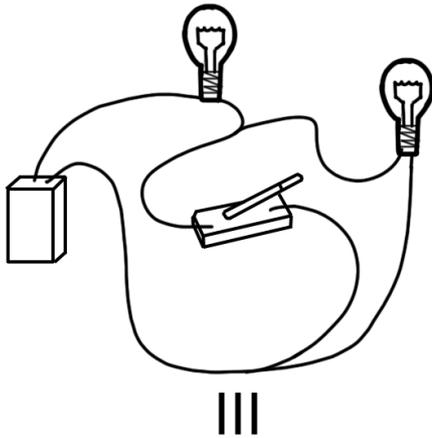
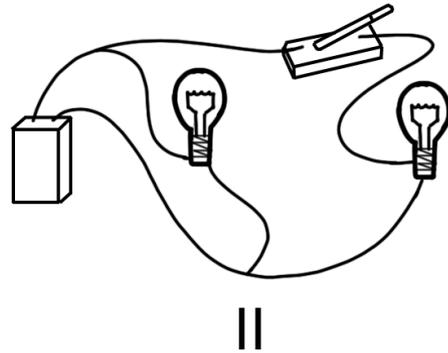
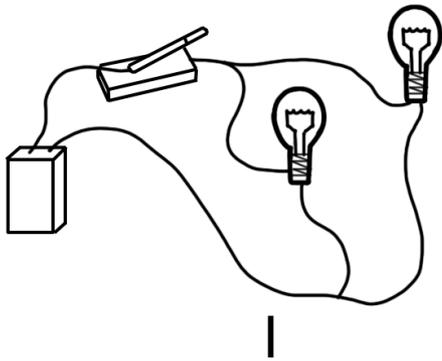


Considerando-se essas quatro ligações, as lâmpadas vão acender nas montagens de:

- a. Mateus e Carlos;
- b. Carlos e Pedro;
- c. João e Mateus;
- d. João e Pedro.

Questão 2 (Adaptado de UFMG)

Os circuitos apresentados na figura a seguir representam uma pilha ligada a duas lâmpadas e uma chave interruptora.



A ação da chave de apagar ou acender as duas lâmpadas, simultaneamente, ocorre nos casos:

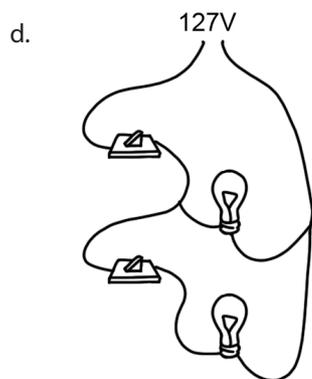
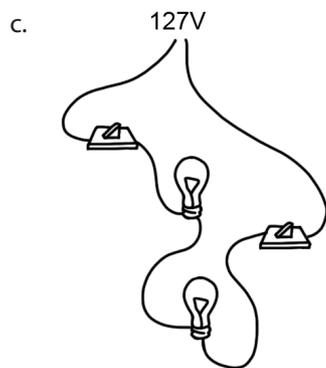
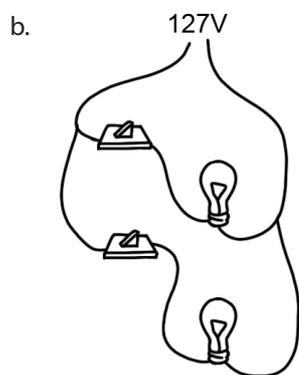
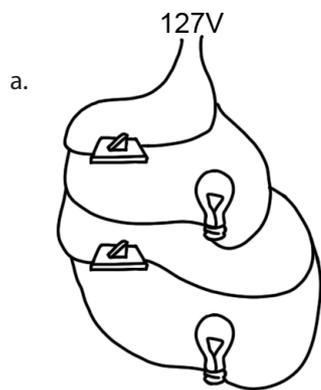
- a. I e IV;
- b. I e II;
- c. I e III;
- d. II e III.

Questão 3 (Adaptado de UFMG - 2002)

Na sala da casa de Marcos, havia duas lâmpadas que eram ligadas/desligadas por meio de um único interruptor.

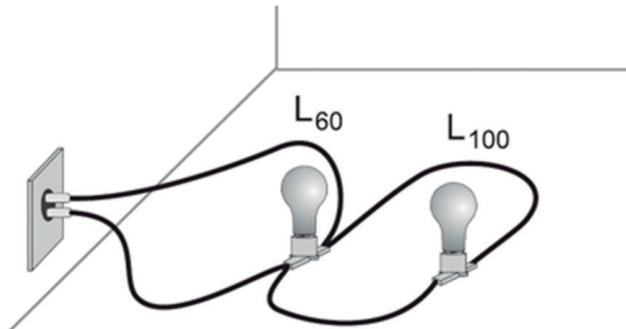
Visando a economizar energia elétrica, Marcos decidiu instalar um interruptor individual para cada lâmpada.

O esquema elétrico em que está representada uma maneira de se ligarem os interruptores e lâmpadas, de modo que cada interruptor acenda e apague uma única lâmpada, é:



Questão 4 (Adaptado de UFMG – 2003)

Duas lâmpadas – L_{60} e L_{100} – são ligadas a uma tomada, como representado nesta figura:



A lâmpada L_{60} é de 60 W e a L_{100} é de 100 W. Sejam V_{60} a diferença de potencial e i_{60} a corrente elétrica na lâmpada L_{60} . Na lâmpada L_{100} , esses valores são, respectivamente, V_{100} e i_{100} .

Analisando-se as diferenças de potencial e as correntes, teremos:

- a. $V_{60} < V_{100}$ e $i_{60} < i_{100}$;
- b. $V_{60} < V_{100}$ e $i_{60} = i_{100}$;
- c. $V_{60} = V_{100}$ e $i_{60} < i_{100}$;
- d. $V_{60} = V_{100}$ e $i_{60} > i_{100}$.

Gabarito

Questão 1

- A** **B** **C** **D**

Questão 2

- A** **B** **C** **D**

Questão 3

- A** **B** **C** **D**

Questão 4

- A** **B** **C** **D**



Magnetismo

Fascículo 6
Unidade 15

Magnetismo

Para início de conversa ...

Você já deve ter refletido alguma vez a respeito da imensidão de um oceano. Mesmo que você nunca tenha viajado mundo afora, podemos imaginar que atualmente quase não há lugares inexplorados na superfície de nosso planeta, uma vez que até mesmo o *google maps* fornece com minúcia a geografia de diferentes localidades do mundo. Entretanto, imagine-se a 500 anos atrás sendo um homem comum, com as informações disponíveis à época! A imensidão dos mares provocava um temor intenso no coração da maioria das pessoas, uma vez que estas águas representavam o desconhecido, além dos diversos mitos e lendas que cercavam o novo mundo. Deve-se levar em conta que sendo um homem comum da época, você provavelmente compartilharia da crença de que o mundo era plano, e que navegar demais por estas águas faria com que sua embarcação despencasse em uma cascata ao final do mundo (veja a Figura 1)!

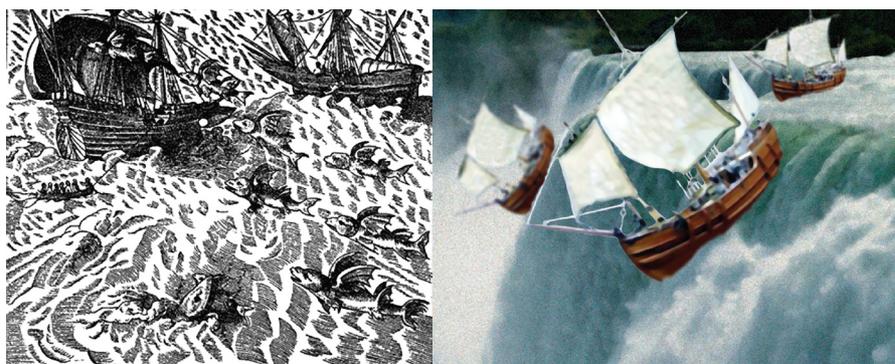


Figura 1: À esquerda, uma representação de alguns mitos que assombravam os navegadores, e à direita temos o temido fim do mundo.

Embora os oceanos de fato representassem um grande desafio, os grandes navegadores por sua vez desenvolveram uma série de tecnologias para navegar por mares nunca antes navegados. Eles se orientavam em alto-mar através de cartas celestes que lhes propiciavam as posições das estrelas em cada dia e horário. Entretanto, essa técnica só funcionava em dias de céu aberto, além de necessitar de extrema habilidade do navegador em reconhecer os padrões do céu noturno e orientar-se através dele. Hoje utilizamos o sistema de GPS para nos localizarmos ao redor do globo, mas bem antes dessa maravilhosa tecnologia os navegantes introduziram o uso da bússola magnética para se orientar (o que não quer dizer que deixaram as cartas celestes de lado). Nesta aula, veremos os fenômenos básicos do magnetismo, que estão relacionados ao funcionamento das bússolas. Veremos que as bússolas estão orientadas com o campo magnético natural do nosso planeta, e que a Terra, por sua vez, é um ímã gigantesco.

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar linhas de campo magnético;
- Identificar uma bússola como um instrumento para a determinação da direção de um certo campo magnético;
- Descrever o que significa experimentalmente a inseparabilidade dos polos magnéticos em um ímã;
- Reconhecer que além de ímãs naturais, a presença de uma corrente elétrica (cargas em movimento) também gera campos magnéticos;
- Identificar, utilizando a regra da mão direita, a direção do campo magnético gerado por um fio.

Seção 1

“Navegar é preciso...”

Não se sabe bem ao certo como a bússola foi inventada, mas sabemos que antes do nascimento de Cristo ela já era utilizada pelos chineses antigos e foi levada para a Europa através dos mouros por volta do século XIII. Esse “mágico” aparato (veja a figura 2) tem a importante característica de apontar sempre para a mesma direção, não importa o quanto você gire em torno de algum eixo.



Figura 2: Representação de uma bússola caseira. A agulha deste objeto aponta sempre em uma determinada direção.

Se isto não parece importante, imagine-se no meio do oceano atlântico após uma noite de tormenta. Você não será capaz de dizer em que direção fica o Brasil ou o continente africano, o seu barco pode ter girado dezenas de vezes sem que você percebesse, tirando-o do rumo original. E agora? Utilizando uma bússola você sempre saberá em qual direção está indo. Mas como funciona a bússola? Um objeto tão poderoso e tão antigo, embora muito simples.

As bússolas tem como sua principal peça uma “agulha magnética”. Esta agulha interage com o nosso planeta por intermédio do campo magnético terrestre. Essa interação faz com que a agulha da bússola sempre aponte em uma direção, a que chamamos de eixo Norte-Sul magnético da Terra (que não coincide perfeitamente com o eixo Norte-Sul geográfico). Como isto ocorre?

Veremos a seguir!

Atração Fatal (os opostos se atraem?)

Ímãs são materiais capazes de atrair outros ímãs, ou certos materiais metálicos, que denominamos ferromagnéticos. Por exemplo, um ímã é capaz de atrair um prego de aço, como você já deve ter presenciado, ou de atrair um outro ímã (veja a Figura 3).



Figura 3: Diversos ímãs mostrando sua capacidade de atrair alguns tipos de materiais.

Entretanto, você não perceberá nenhuma influência entre um ímã e uma panela de alumínio, por exemplo.

Quando aproximamos um ímã de um prego percebemos que surge uma força de atração entre ambos que depende da distância entre eles. Quanto mais próximos eles estão mais intensa será a força devida à interação magnética. O fato de a interação magnética tornar-se menos intensa conforme aumentamos a distância entre os objetos interagentes (ímã e pedaços de ferro, na Figura 3) não depende da orientação dos objetos.

Se repetirmos esse mesmo experimento com dois ímãs notaremos que além da distância a força dependerá também da orientação dos magnetos. Poderá existir repulsão, que nada mais é que uma força que tende a separá-los. Você mesmo pode realizar essa experiência. Com dois ímãs, um em cada mão, aproxime-os um do outro. Nessa tentativa, haverá 50% chances de que a interação entre eles seja atrativa. Se você girar um dos ímãs em torno de seu eixo você perceberá que o tipo de interação mudará. Se inicialmente ela for atrativa ela se tornará repulsiva e vice-versa (veja a Figura 4).

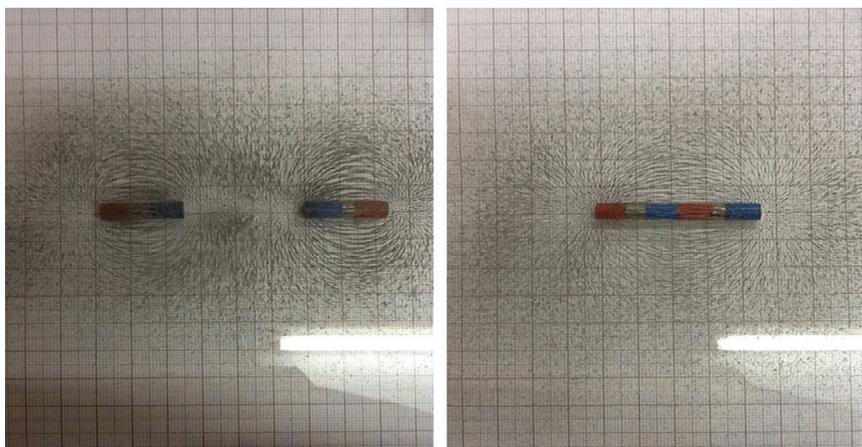


Figura 4: À esquerda, posicionamos dois polos iguais de dois ímãs distintos, enquanto que à direita juntamos um par de polos diferentes dos dois ímãs.

Hoje, dizemos que os polos iguais de um ímã repelem-se e que os opostos atraem-se. A esses polos damos o nome de norte e sul (veja a Figura 5). Todo e qualquer ímã apresenta esses dois polos, mesmo que você quebre um magneto em dois as duas partes remanescentes apresentarão, cada uma, um polo sul e um polo norte (veja a Figura 5).

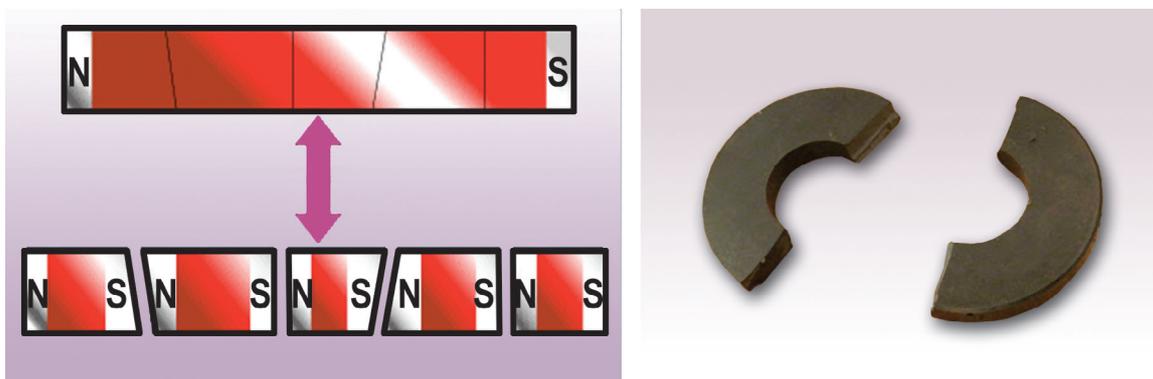


Figura 5: À esquerda, temos um ímã em formato de barra. Todos os pedaços do ímã fragmentado continuarão possuindo dois polos, conforme pode-se constatar ao quebrar um ímã. À direita, temos um ímã de autofalante quebrado.

Na verdade, devido à proximidade entre os eixos Norte-Sul magnético e geográficos, convencionamos dizer que o polo Norte magnético da bússola aponta para o Norte geográfico. Deste modo, temos que ter em mente que o polo Norte geográfico da Terra corresponderia ao polo Sul magnético, devido à sua relativa proximidade (veja a figura 6), uma vez que polos opostos se atraem. Resumindo esta discussão, enfatizamos mais uma vez que polos iguais se repelem (norte-norte ou sul-sul) e polos distintos se atraem (norte-sul).

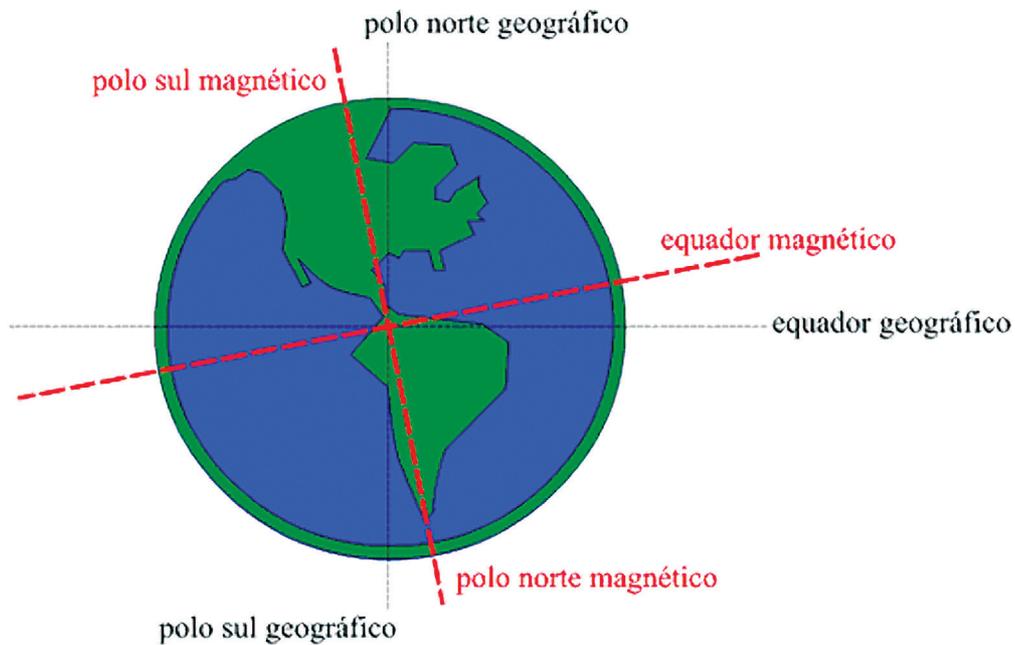


Figura 6: O polo Norte geográfico corresponde aproximadamente ao polo Sul magnético, enquanto que o Sul geográfico corresponderia ao polo Norte magnético.



Botando a mão na massa!

Procure um ímã desses de autofalante em algum ferro-velho ou algo parecido. Você terá um ímã bastante poderoso, muito parecido ao ímã da Figura 5 (b), só que inteiro. Utilizando um outro ímã, tente descobrir qual a direção Norte-Sul dos ímãs (sem uma bússola você não saberá dizer qual das extremidades será o Norte ou o Sul, mas poderá descobrir onde os polos estão localizados). Tente quebrar o ímã de modo a gerar a menor quantidade possível de pedaços. É possível juntar os pedaços do ímã de modo a juntá-lo ao seu formato original? Como você explicaria os fenômenos observados?

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

Embolando a linha de campo!

Em uma de nossas aulas, você já teve contato com a ideia de campo. "Campo" é uma palavra que tem vários significados e seu uso depende do contexto da frase onde é aplicado. Veja o seguinte exemplo. Numa entrevista um jogador de futebol justifica seu fraco desempenho dizendo: "É... realmente eu não acertei muitos passes, mas isso porque o campo está muito ruim, cheio de buracos!". Nessa frase a palavra campo designa uma região delimitada destinada a prática desse esporte. Note, designa região.



Quando estudamos dinâmica vimos que o planeta Terra é dotado de um campo gravitacional. E podemos defini-lo como a região do espaço onde somos capazes de perceber a interação de nosso planeta com outros materiais, através da força Peso. Devemos lhes alertar que essa é uma noção bem simplificada acerca do conceito de campo, existem definições e ideias muito mais robustas e elegantes sobre esse tema. Vale à pena pesquisar. Entretanto, nossa definição funcional nos bastará em nossos estudos. Sendo assim podemos mapear a região do espaço onde um ímã pode interagir com outro introduzindo a ideia de campo magnético. Para isso podemos realizar a seguinte experiência:

Coloque um ímã debaixo de uma folha de papel e em seguida derrame, cuidadosamente, limalha de ferro sobre o papel (veja a Figura 7).

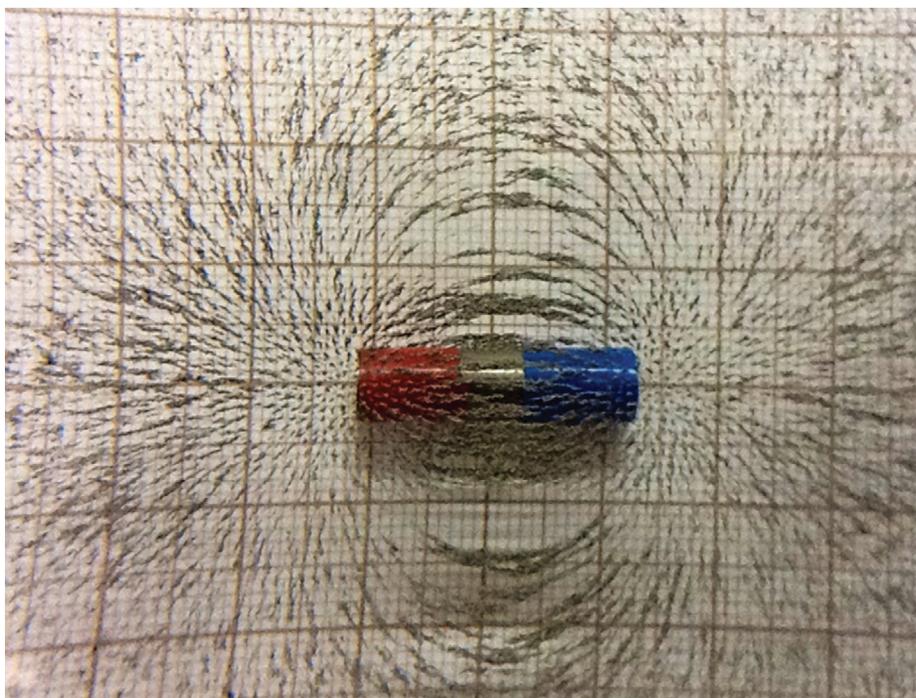


Figura 7: Limalha de ferro e um ímã em forma de barra.

Você notará que o pó de ferro irá se aglutinar em padrões bem específicos como os da Figura 7. Isso dá uma ideia de formato para o campo magnético desse ímã. Repare que a limalha de ferro forma um padrão que é simétrico com relação ao eixo x , isto é, como se este eixo fosse um espelho. Bem, isso não é capaz de mostrar toda a extensão de um campo produzido por um ímã por que a interação de um ímã com outros materiais se enfraquece brutalmente com a distância. Outro motivo é que essa ação pode se estender por todo o espaço, ou seja, podemos dizer que o campo magnético de um ímã é muito pequeno se estivermos afastados dele, sem que ele seja de fato nulo. Mas de contra partida ele será muito fraco, a ponto de não mais sermos capazes de notá-lo. Na verdade, a interação entre dois ímãs comuns (desses vendidos em lojas de ferragem e parafusos) deixará de ser sentida por nosso tato (caso no qual seguramos dois ímãs e os afastamos) se os afastarmos por alguns centímetros.

Definimos que o polo norte do ímã “emana” o campo magnético e que o polo sul “recebe” este campo, uma vez que todas as linhas formadas pela limalha de ferro fecham-se. Deste modo, sempre teremos um sorvedouro (fonte) de campo e um escoadouro de campo. Por causa desta convenção, indicamos um sentido de fluxo para o campo magnético de um magneto (veja a Figura 8).

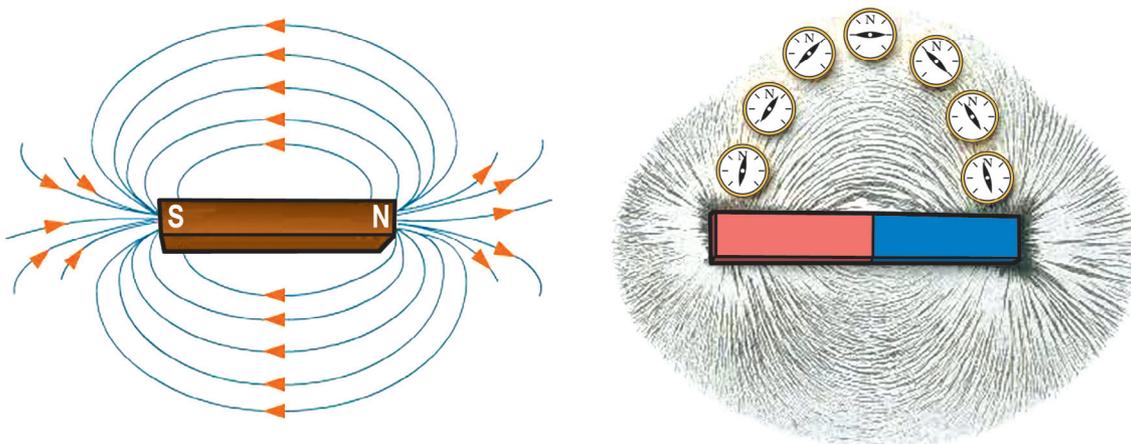


Figura 8: À esquerda temos a representação das linhas de campo magnético de um ímã em forma de barra. Veja que as linhas saem do polo Norte (fontes) e se dirigem ao polo Sul (sorvedouros). Caso movimentássemos uma bússola nas proximidades de um ímã, a mesma iria andar sempre alinhada com as linhas de campo magnético (veja à direita).

As linhas de campo representam a direção do campo magnético, gerado por um certo ímã. Conforme podemos ver na Figura 8, além de visualizar as linhas de campo, utilizando limalha de ferro vemos que as bússolas também estão orientadas de acordo com estas linhas.

Na Figura 9, vemos mais uma vez que a bússola indica a direção do campo magnético gerado por um ímã.



Figura 9: Vemos nesta figura que a bússola indica a direção do campo magnético gerado pelo ímã em formato de barra.

Veja que a agulha de um ímã é muito leve. Além do mais, a mesma está apoiada sobre seu centro. Assim, mesmo que haja um campo magnético muito fraco, a bússola ainda será capaz de orientar-se de acordo com este campo.



Brincando com uma bússola

Adquira uma bússola em um armarinho ou lojas de caça e pesca. Procure diversos ímãs para esta atividade. Utilizando a bússola, determine quais são os polos Norte e Sul de cada um dos ímãs. Movimente lentamente a bússola em torno dos ímãs e tente acompanhar a direção das linhas de campo que emanam dos mesmos.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

Sempre em linha

Se aproximarmos uma bússola de um ímã, notaremos que a sua orientação mudará drasticamente. Isso deve ao fato de que a agulha da bússola interage com o magneto e notaremos que a agulha tenderá a se alinhar com seu campo magnético. O fato é que a agulha de uma bússola também é um pequeno ímã, que se alinha com o campo magnético aplicado, da mesma maneira que as limalhas de ferro se alinham com o campo do ímã da Figura 4. Ao caminhar com a bússola ao redor do magneto você notará que a agulha mudará de posição respondendo quase que instantaneamente à sua ação (veja as Figuras 8 e 9).

Por que há materiais que interagem com ímãs e que podem eventualmente até adquirir propriedades magnéticas permanentemente? A resposta a esta pergunta é bastante complicada e envolve, dentre outras coisas, as propriedades dos átomos que compõem o material em questão. Entretanto, se observarmos materiais ferromagnéticos em pequena escala, veremos que os átomos juntam-se em pequenos grupos, denominados domínios magnéticos. Imaginando cada átomo como um pequeno ímã, em cada domínio todos os átomos estão orientados na mesma direção (veja a Figura 10).

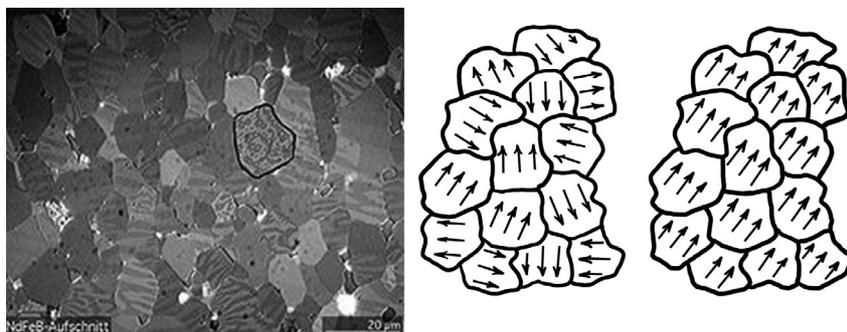


Figura 10: À esquerda, temos uma fotografia ampliada (utilizando-se um microscópio Kerr) que mostra os domínios magnéticos de NdFeB. À direita, temos a representação esquemática dos domínios magnéticos. Se aplicarmos um campo magnético suficientemente intenso, podemos alinhar todos estes domínios na direção deste campo aplicado.

Normalmente, estes domínios não possuem um ordenamento, isto é, os domínios magnéticos estão orientados em direções aleatórias. Entretanto, se estabelecermos um campo magnético suficientemente forte sobre o material seus domínios passarão a apontar preferencialmente na direção do campo aplicado. Assim, mesmo que este campo externo cesse o material ainda apresentará uma magnetização.

Os materiais que apresentam magnetização mesmo após a retirada de um campo magnético externo são denominados ferromagnetos. Há, entretanto, os materiais chamados paramagnetos (como exemplo temos alumínio, a platina e o cromo) e os diamagnetos (tais como o cobre, água, mercúrio e ouro). Para nossos fins, basta saber que tanto diamagnetos quanto paramagnetos praticamente não sentem influência magnética, conforme você pode constatar aproximando um ímã de uma panela de alumínio ou um bloco de madeira. Entretanto, se o campo magnético aplicado for muito intenso, mesmo corpos compostos por materiais dia e paramagnéticos sentirão esta influência. A título de curiosidade, veja o vídeo apresentado na seção Veja Ainda!

Seção 4

Seguindo a corrente

Vimos que ímãs naturais e materiais ferromagnéticos geram campos magnéticos nas suas proximidades. Além disto, nosso próprio planeta Terra também possui um campo magnético, que faz com que as bússolas apontem sempre em uma determinada direção.

Antes dos trabalhos de Maxwell e Ampère, não havia nenhuma relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Entretanto, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted observou, em seus experimentos que quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor percebemos a deflexão de uma bússola, indicando que o movimento de cargas elétricas gera um campo magnético (veja a figura 11).

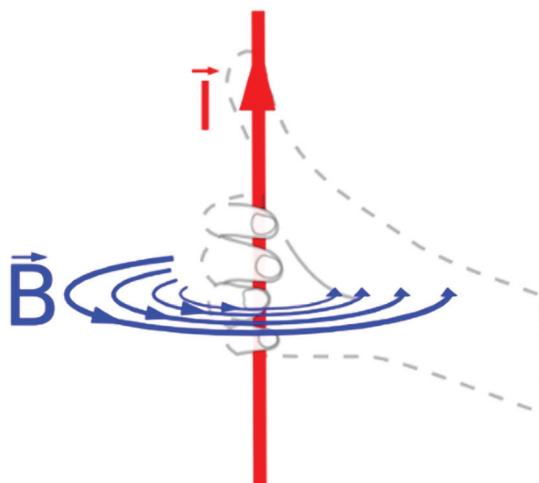


Figura 11: Aqui, temos a representação do campo magnético em um fio que carrega corrente. Temos ainda a indicação do uso da regra da mão direita.

Deste experimento podemos observar que a **deflexão** da bússola diminui à medida que afastamos a bússola do fio, similarmente ao que observamos no caso do ímã. Além disso, vemos também na Figura 11 que o campo magnético forma uma circunferência, centrada no fio. Além disso, a deflexão da bússola também depende da corrente elétrica que percorre o fio. Quando enrolamos um fio em um formato de anel temos a chamada bobina. Os chamados eletroímãs, vistos comumente em depósitos de ferro-velho de filmes, nada mais são do que diversas bobinas agrupadas. Podemos fazer um eletroímã simplesmente enrolando um fio de cobre em um cilindro. Para aumentar o campo magnético gerado pelo eletroímã aumentamos o número de voltas do fio e a corrente elétrica que atravessa o mesmo. A grande vantagem de um eletroímã é que diferentemente de um ímã normal, o eletroímã só exibe propriedades magnéticas enquanto houver corrente elétrica atravessando o fio. Deste modo, podemos ligar e desligar o eletroímã à vontade, bastando controlar a corrente elétrica que o atravessa.

Deflexão

Movimento de abandonar uma linha que se descrevia, para seguir outra. Desvio do caminho normal.

Veja na Figura 12 a foto de um experimento que comprova a direção do campo magnético gerado por um fio que carrega corrente elétrica. Conforme discutimos acima, este campo circula em torno do fio.



Figura 12: Um fio de cobre é esticado verticalmente. Ligando as extremidades do fio em uma bateria fazemos uma corrente elétrica atravessar o fio. As bússolas da imagem confirmam o que vimos na figura 11.

Seção 5

Forças magnéticas sobre cargas em movimento

Conforme acabamos de ver, sempre que houver movimento de carga elétrica (isto é, corrente elétrica) surgirá um campo magnético. As propriedades deste campo dependem da geometria do objeto por onde flui a corrente elétrica (como pudemos ver, o campo magnético de um fio retilíneo é diferente do campo gerado por uma espira) e da intensidade desta corrente. Já que correntes elétricas geram campos magnéticos, comportando-se similarmente à ímãs, podemos imaginar que estas cargas em movimento também sintam o efeito de um campo magnético aplicado sobre as mesmas. Para testar esta hipótese, vamos imaginar o seguinte experimento. Utilizaremos uma bateria, que poderia ser uma pilha ou uma bateria de carro, por exemplo, e um fio de cobre flexível e extenso, com cerca de um metro. As extremidades do fio são ligadas nos polos da bateria. Veja a Figura 13 para observar o fenômeno.

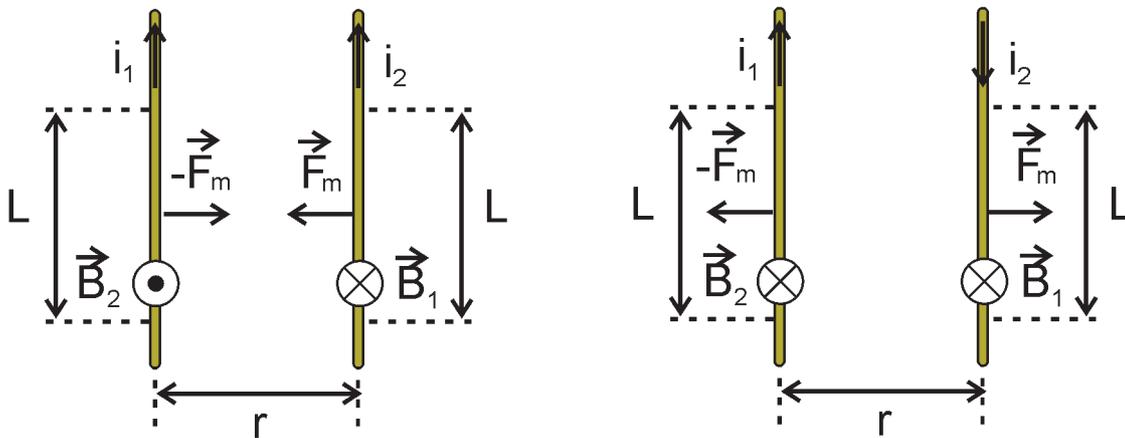


Figura 13: (a) Fios paralelos percorridos com corrente de mesmo sentido geram forças magnéticas atração.

(b) Fios paralelos percorridos com corrente de sentidos opostos geram forças magnéticas de repulsão.

Se o formato do fio for tal como na Figura 13 (b), onde a corrente elétrica em ambos os lados do fio tem sentidos diferentes (uma para cima e outra para baixo) os fios se repelem. Já no caso da Figura 13 (a) arranjamos o fio de tal modo que duas partes deste fio possuam uma corrente elétrica que flui na mesma direção (ambas para cima). Neste caso, os fios se atraem. Vemos então que, além de serem capazes de gerar campos magnéticos, a própria corrente elétrica também sente o efeito de um campo aplicado sobre ela.

Utilizando a regra da mão direita para a parte esquerda do fio da Figura 14 (a) descobrimos que esta parte do fio gera um campo magnético que circula em torno deste fio. Esta mesma regra nos diz que este campo será perpendicular à corrente elétrica que atravessa a parte direita do fio, que por sua vez aponta para baixo [veja a Figura 14 (a)].

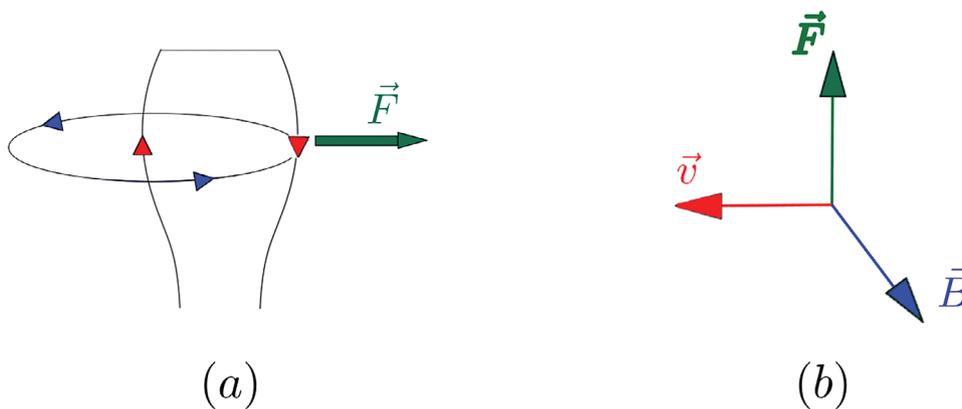


Figura 14: Como sabemos, o campo magnético gerado por uma corrente elétrica em um fio circula em torno deste fio. Para o caso da Figura 14 (a) temos a representação do campo magnético gerado pela extremidade esquerda do fio. Vemos que este campo magnético é perpendicular à corrente que passa pela extremidade direita do fio. Já a força magnética será perpendicular à ambos: tanto à corrente quanto ao campo magnético.

Veja que a força exercida sobre a parte direita do fio aponta para a direita (representada pela seta verde), uma vez que os fios estão se repelindo. Para determinar a direção da força magnética gerada sobre uma carga em movimento, temos que considerar a direção da velocidade desta carga e o campo magnético aplicado sobre a mesma. Estes dois vetores (vetor velocidade e vetor campo magnético) formam um plano. A força magnética sempre será perpendicular a este plano [veja a Figura 14 (b)]. Se a carga em questão for positiva, ela terá o sentido indicado na Figura 14 (b), no caso, uma força para cima. Se a carga fosse negativa, o sentido da força seria o oposto, isto é, para o caso da Figura 14 (b) a força apontaria para baixo. Para nossos fins, entretanto, é mais importante saber que a força magnética sempre será perpendicular (em outras palavras, será normal ao plano). **Caso você deseje**, pode ser interessante reler a discussão de perpendicularidade à planos e outras superfícies na aula de Primeira e Terceira Leis de Newton ao plano formado pelos vetores v (velocidade da carga) e B (campo magnético aplicado sobre a mesma). Para mais exemplos, veja a Figura 15.

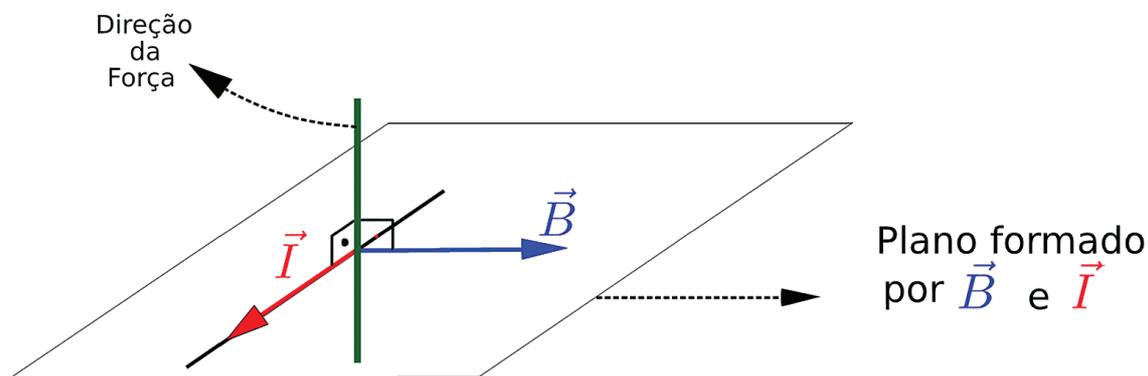


Figura 15: Para determinar a direção da força que uma certa corrente elétrica sofre em virtude de um campo magnético aplicado, primeiro determine o plano formado entre o vetor corrente elétrica (que indica a direção e sentido da velocidade das cargas em movimento) e o vetor campo magnético. Finalmente, determinamos a direção perpendicular a este plano.

Repare que na Figura 15 indicamos apenas a direção da força magnética (direção vertical), e não o seu sentido (se aponta para cima ou para baixo). Entretanto, para nossos fins, basta que sejamos capazes de descobrir a direção da força magnética sofrida pela corrente elétrica em virtude do campo magnético aplicado.

O funcionamento dos aparelhos de TV antigos (atualmente cada vez mais marginalizados em função das TVs de LCD, plasma e LED), que utilizam os chamados tubos de raios catódicos, baseia-se na força magnética sofrida por cargas elétricas em movimento. A força magnética sofrida por uma partícula carregada em movimento depende do valor deste campo magnético, do valor de sua carga e da sua velocidade. Portanto, a força magnética, também conhecida como Força de Lorentz, pode ser enunciada da seguinte forma:

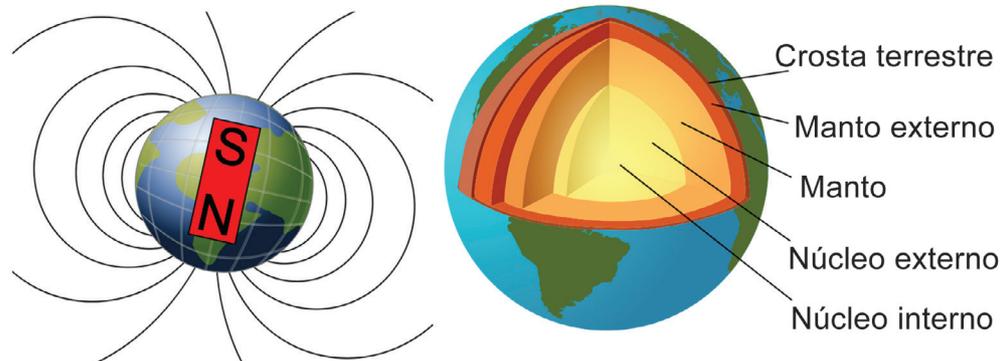
$$F = qvB$$

Entretanto, o estudo quantitativo desta força magnética vai além dos nossos objetivos.

Saiba Mais

O CAMPO MAGNETICO DA TERRA

Vimos que nosso planeta se comporta como um grande ímã, que faz com que as agulhas magnéticas das bússolas se orientem na direção do campo magnético gerado pela Terra. Como podemos entender este comportamento? Atualmente sabe-se que o núcleo da Terra é formado por diferentes camadas. A camada mais interna é constituída por um núcleo de Ferro sólido. Mais próximo da superfície há uma camada de ferro líquido. Acredita-se atualmente que o movimento de rotação do planeta Terra em torno do seu eixo faz com que essa camada de ferro líquido também se movimente, gerando o campo magnético que observamos na superfície do nosso planeta.



Entretanto, há um pequeno detalhe. O polo sul magnético coincide com o polo norte geográfico (embora na verdade ambas as direções não sejam perfeitamente alinhadas). O motivo desta troca deve-se ao fato de que polos distintos se atraem, enquanto que polos de mesmo tipo se repelem. Assim, convençionamos dizer o polo norte de uma bússola aponta no sentido do polo Norte geográfico. Entretanto, o polo Norte geográfico deve corresponder ao polo Sul magnético, uma vez que este polo atrai o norte magnético da agulha da bússola em sua direção.

Eu tô na pilha!

Adquira uma pilha de 1,5 V e um pedaço de fio de cobre. Ligue as extremidades do fio cada uma em um dos polos da pilha (procure evitar contato direto com o fio e os polos da pilha em função de seu rápido aquecimento. Isto ocorre devido ao Efeito Joule, anteriormente estudado). Mantendo as extremidades do fio ligadas à pilha, aproxime a bússola que você adquiriu na última atividade ao fio e veja se a agulha da bússola muda de direção. Se precisar, peça ajuda a algum conhecido, e contorne a bússola em torno do fio de maneira muito parecida ao que vimos na Figura 12. É importante aproximar bastante a bússola do fio. Além disso, se você utilizar uma pilha um pouco gasta, pode ser difícil visualizar as deflexões na agulha da bússola.



Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 6

Hummm, induzida!

Em 1831, o cientista inglês Michael Faraday (que teria, nos dias de hoje, um nível de instrução que corresponderia mais ou menos ao nosso primeiro segmento do nosso Ensino Fundamental) descobriu que podemos gerar corrente elétrica em um fio de maneira bastante simples: basta movimentar um ímã a uma pequena distância do fio. Uma maneira interessante de fazer isto é enrolar um fio de cobre em formato cilíndrico, formando diversas espiras. Quando movimentamos um ímã cilíndrico entrando e saindo das espiras, surge uma corrente elétrica no fio, além de uma diferença de potencial, que podem ser observadas, utilizando-se um multímetro (veja a Figura 16).

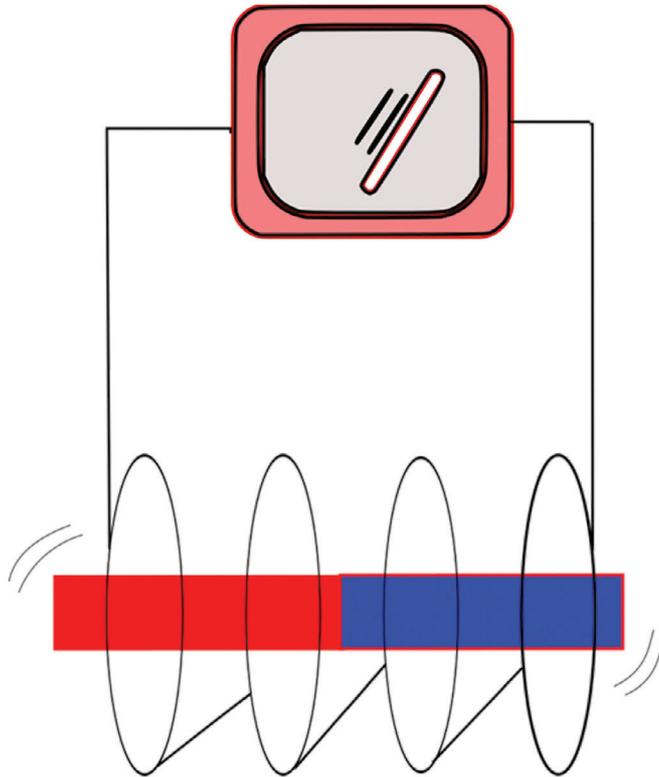


Figura 16: Se movimentarmos um ímã em forma de barra de modo que o mesmo entre e saia de um conjunto de espiras observaremos no amperímetro o surgimento de corrente elétrica fluindo no fio.

Fazendo uma série de outros experimentos, Faraday formulou a Lei que hoje leva seu nome, que basicamente estabelece que uma variação em um campo magnético gera um campo elétrico. É este campo elétrico que impulsiona as cargas presentes no fio da Figura 16, gerando uma corrente elétrica e também uma diferença de potencial elétrico. Para o caso das espiras da Figura 16, Faraday determinou experimentalmente que a voltagem induzida obedece à seguinte relação:

$$\text{Voltagem induzida} = \frac{\text{NÚMERO DE ESPIRAS} \times \text{ÁREA DA ESPIRA} \times \Delta \text{CAMPO MAGNÉTICO}}{\Delta \text{TEMPO}}$$

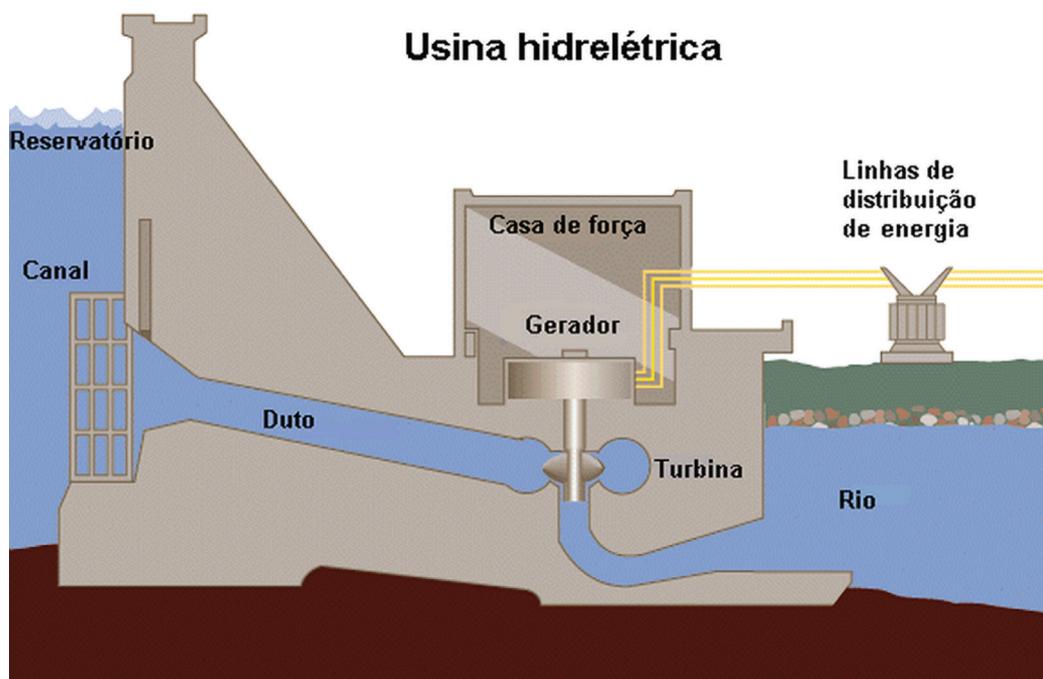
A Lei de Faraday, juntamente com o experimento de Oersted foram os primeiros passos que indicavam a relação entre fenômenos elétricos e magnéticos. Esta relação é tão forte que desde os trabalhos do Físico inglês James Clerk Maxwell que ambos os tipos de fenômenos passam a ser estudados juntos, dentro do que hoje chamamos de Eletromagnetismo.

Usinas Hidrelétricas

Atualmente, a nossa vida depende e muito das tecnologias que necessitam de energia elétrica para funcionar. Imagine-se em uma casa onde não existe o fornecimento de energia, ao chegar em casa você não poderia tomar aquele banho quente ou assistir o seu programa favorito, entre outras atividades e distrações as quais estamos acostumados. Mas de onde vêm essa energia? Como ela é produzida? Bem, para responder essa pergunta precisamos adentrar no mundo das usinas elétricas.

Basicamente, existe uma turbina (veja a figura a seguir) que quando acionada faz com que uma bobina "atravesse" um campo magnético, (o alternador de um automóvel ou o dínamo que faz acender a lâmpada de uma bicicleta, seguem o mesmo princípio de funcionamento, a indução de Faraday). De maneira parecida com o que vimos acima, o movimento das turbinas impulsiona alguns ímãs. Este movimento gera uma voltagem e uma corrente elétrica induzidas, que poderiam ser utilizadas, por exemplo, para carregar uma bateria (na verdade, muitas baterias). A energia gerada pelo movimento de um grande fluxo de águas permite uma determinada quantidade de energia, que em geral aumenta conforme também aumentamos o fluxo de água.

Saiba Mais



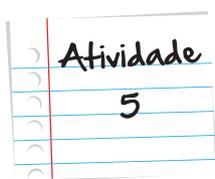
A principal fonte de geração de energia elétrica em nosso país são as **hidrelétricas**, essas se utilizam de recursos hídricos para girar a turbina transformando energia mecânica em elétrica.



Fabricando um ímã

Adquira um pedaço de cerca de 50 cm de fio de cobre e uma bateria de 9,0 V. Consi-ga também uma broca de furadeira. Antes de realizar o experimento, verifique se a broca escolhida é ferromagnética (para isto basta aproximar um pequeno ímã de geladeira e veri-ficar se há alguma interação). Agora, enrole a broca com o fio de cobre de maneira a formar um eletroímã. Ligue as duas extremidades do fio separadamente em cada um dos polos da bateria. Aproxime pequenos objetos metálicos, tais como pedaços de grampo da broca e verifique se há alguma interação entre a broca e os pedacinhos de ferro. Pronto, agora, mesmo que você retire a broca do eletroímã ele ainda apresentará alguma magnetização espontânea, mesmo que seja pequena. Onde se localizam os polos Norte e Sul da broca recém promovida à ímã?

Anote suas
respostas em
seu caderno



Experiência: Construindo o seu gerador

Para esta atividade, você precisará principalmente de:

- 1 motor de carrinho de brinquedo (facilmente retirado de brinquedos velhos, ou comprado em lojas de artigos eletrônicos);
- 1 LED de qualquer cor;
- 2 DVDs usados;
- 1 pedaço de papelão;
- 1 elástico de prender dinheiro;
- 1 base de madeira ou MDF com, no mínimo 2,5 cm de espessura;

- Alguns parafusos;
- Cola de isopor;
- Uma base redonda, com diâmetro menor que o diâmetro do DVD e com altura aproximadamente igual à do motor.

Antes de começar a montagem do seu gerador, assista aos vídeos a seguir:

- https://www.youtube.com/watch?v=ayZkAgEEK_I
- <https://www.youtube.com/watch?v=TyANOy7d-kQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=d4ZSHV8n9-8>

Agora você pode utilizar este passo a passo para, com base nas dicas de montagem dos vídeos, montar sua própria experiência:

- Conecte os terminais do LED nos terminais do motor;
- Gire o eixo do motor com bastante intensidade;
- Caso o LED não acenda, gire o motor com bastante intensidade no sentido oposto ao que girou anteriormente.

E aí? Conseguiu realizar a montagem? Se não conseguiu, tente outra vez! Experimentos de Física muitas vezes não dão certo na primeira tentativa! Se você conseguiu, parabéns! Agora, então, responda às perguntas abaixo:

1. O que ocorreu com o LED, quando você girou o eixo do motor para um lado? E para o outro?
2. Se você girar o eixo com baixa intensidade o que ocorre com o LED? Por quê?
3. Explique como o motor é capaz de gerar energia elétrica, sabendo que seus principais componentes internos são uma bobina e um par de ímãs.

Anote suas respostas em seu caderno

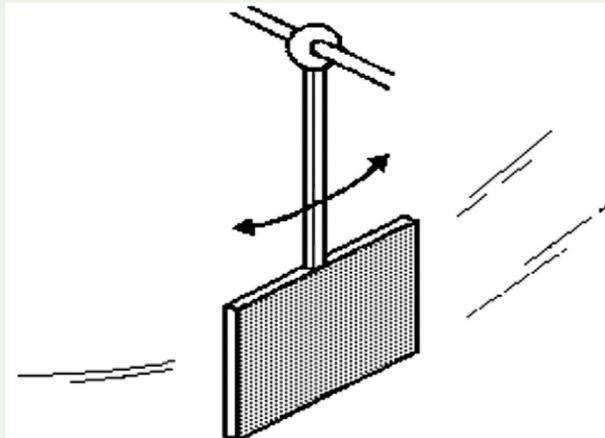


Atividade

6

Quiz do Magneto!

(UFMG-94) Este diagrama mostra um pêndulo com uma placa de cobre presa em sua extremidade. Esse pêndulo pode oscilar livremente, mas, quando a placa de cobre é colocada entre os polos de um imã forte, ele para de oscilar rapidamente.



Isso ocorre, porque:

- a placa de cobre fica ionizada.
- a placa de cobre fica eletricamente carregada.
- correntes elétricas são induzidas na placa de cobre.
- os átomos de cobre ficam eletricamente polarizados

Anote suas
respostas em
seu caderno

Resumo...

Vimos nesta unidade que uma bússola contém uma agulha magnética. Esta agulha orienta-se com campo magnético gerado pelo planeta Terra para apontar sempre em uma determinada direção (a direção do eixo Norte-Sul), permitindo que os Grandes Navegadores pudessem desbravar os oceanos. Vimos também que há materiais, tais como o ferro, que possuem domínios magnéticos microscópicos. Estes domínios podem ser alinhados com um campo magnético externo de tal forma que mesmo que este campo seja desligado, o material ainda apresentará uma magnetização espontânea. Além disto, vimos também que cargas em movimento (portanto, corrente elétrica) também geram campo magnético. Além disto, vimos que a corrente elétrica, além de gerar um campo magnético, também sente a ação de um campo externo aplicado sobre a mesma. Pudemos perceber que tanto magnetos quanto fios que carregam corrente elétrica geram estes campos magnéticos, que podem ser mapeados, utilizando-se limalha de ferro ou mesmo uma bússola.

Finalmente, vimos também que campos magnéticos também geram campo elétrico (Lei da indução de Faraday), o que permitiu que estabelecêssemos uma relação entre fenômenos magnéticos e elétricos dando origem à área da Física que hoje conhecemos como Eletromagnetismo.

Veja ainda!

A seguir, temos um vídeo curto, mas muito interessante:

- <http://www.youtube.com/watch?v=GLvA4p1QTXo> .

Nele podemos ver um pequeno sapo levitando, devido a um ímã poderosíssimo! Lembre-se do que dissemos anteriormente. Por mais que você tenha um ímã muito forte (como o ímã de um HD) você não será capaz de perceber influência alguma ao aproximá-lo da sua pele ou de uma panela de alumínio. Entretanto, no vídeo temos um campo magnético muito intenso, que é capaz de fazer um pequeno sapo (cujo corpo é composto em sua maioria por materiais diamagnéticos) levitar!

Atividade 1

Com os dois ímãs em mãos você poderá aproximá-los um do outro. Com isso você perceberá uma atração ou repulsão. Se houver uma atração, tenha a certeza de que os ímãs estão posicionados de modo aos polos estarem invertidos, ou seja: Sul em um ímã e Norte no outro ou Norte no primeiro e Sul no outro. Mas, se houver repulsão, saberemos que os polos são iguais, ou seja: Norte em um ímã e norte no outro ou Sul em um ímã e sul no outro.

Atividade 2

Adquira uma bússola em um armarinho ou lojas de caça e pesca. Procure diversos ímãs para esta atividade. Inicialmente descubra qual das extremidades da agulha da bússola corresponde ao polo Norte e qual corresponde ao polo Sul. Para isto, lembre-se que a extremidade que aponta para o Norte geográfico corresponde ao polo Norte magnético da agulha. Agora, utilizando a bússola, determine quais são os polos Norte e Sul de cada um dos ímãs. Movimente lentamente a bússola em torno dos ímãs e tente acompanhar a direção das linhas de campo que emanam dos mesmos.

Lembre-se do que foi observado na Figura 9. Caso você aproxime a bússola do polo Norte do ímã, você observará um grande alinhamento do polo Norte da agulha na direção do recém descoberto polo Sul. Da mesma forma, podemos descobrir onde localiza-se o polo Norte, só que desta vez veremos a extremidade Sul da bússola apontada para o Norte do ímã.

Atividade 3

Ao conectar um polo ao outro da pilha com um fio, você estabelecerá (durante um certo intervalo de tempo) uma corrente de alta intensidade que gerará um campo magnético de boa intensidade, o bastante para defletir a agulha de uma bússola. Então se você caminhar com a pilha e o fio ao redor da bússola a agulha da mesma deve se alinhar com pelo menos uma das linhas de campo magnético gerado pela corrente que atravessa o ímã.

Atividade 4

Existem diversos vídeos na internet com montagens experimentais semelhantes à que descrevemos nesta Atividade. Você observará que a broca continua magnetizada, embora não tenha se tornado um ímã muito poderoso. Com o auxílio de uma bússola, você poderá constatar que o eixo Norte-Sul magnético da broca coincide aproximadamente com a direção do próprio eixo da maior dimensão da broca.

Atividade 5

1. O LED provavelmente acendeu apenas quando você girou o motor para um lado específico. Bem, isso ocorre porque o LED é um diodo e diodos só deixam passar correntes elétricas em um sentido apenas!
2. O LED não acende por que a diferença de potencial gerada não é alta o bastante para acendê-lo.
3. Por que, como vimos anteriormente sempre que um condutor é atravessado por um campo magnético uma corrente elétrica é gerada, juntamente com uma voltagem induzida.

Atividade 6

Gabarito: item c.

Comentário: O pêndulo em questão é feito de cobre, que conduz eletricidade (basta lembrar que a maioria dos fios que utilizamos em casa são feitos de cobre). O movimento do pêndulo ocorre nas proximidades de um ímã, de modo que surgirá, pela Lei de Faraday, uma corrente induzida e uma voltagem induzida. Este fenômeno transforma a Energia Cinética do pêndulo em energia elétrica, o que reduz a velocidade do pêndulo. Esse é o funcionamento básico do chamado freio magnético.



Bibliografia

- HEWITT, P. G., **Física Conceitual**, Ed. Bookman, 2008.
- GUIMARAES, L. A., FONTE BOA, M. C., **Física para o 2º Grau**, São Paulo, Ed. Harbra, 1998.
- GRIFFITHS, D. J., **Introduction to Electrodynamics**, 3ª Edição, Ed. Addison-Wesley, 2008.
- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antonio R. L., **Curso de Física**, São Paulo, Ed. Scipione, 1999. V. 3.

Imagens



- André Guimarães



- <http://www.dominiopublico.gov.br/download/imagem/ic000018.gif>



- <http://susanbca.wordpress.com/2011/06/29/hello-world/>



- <http://www.sxc.hu/photo/1272597>



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ceramic_magnets.jpg



- Vitor Lara e Leonardo Vieira



- <http://mujiholic-technoholic.blogspot.com.br/2008/01/do-you-know-magnet-works.html>



- <http://pattythesnugbug.com/2011/little-bit-of-everythingcolette-spring/>



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



- <http://www.sxc.hu/photo/528614>



- Vitor Lara e Leonardo Vieira



• <http://www.tutorvista.com/content/science/science-ii/magnetic-effects-electric-current/mapping-magnetic-lines.php>



• <http://onlinephys.com/magnetism.html>



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_domain



• <http://shanlovesphysics.blogspot.com.br/2010/09/magnetism-this-is-pretty-much-like.html>



• <http://scienceblogs.com/startswithabang/2009/04/10/the-left-hand-rule/> • Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Earth%27s_magnetic_field,_schematic.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jordens_inre-numbers.svg



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Hydroelectric_dam_portuguese.PNG



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman

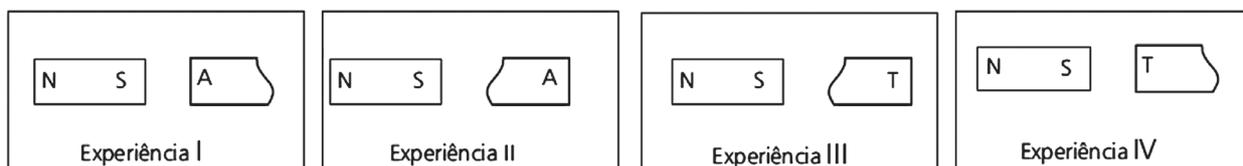
O que perguntam por aí

Questão 1 (Fuvest-SP)

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.



fig. 1



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)	atração	nada	nada	repulsão

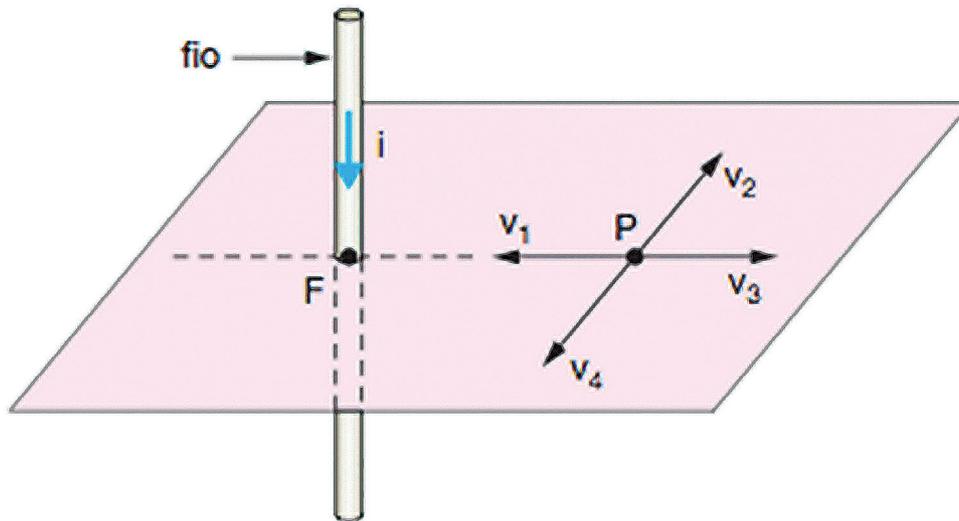
Resposta: Item A.

Comentário: Conforme mostrado na figura do problema, podemos concluir que o polo desconhecido A corresponde ao polo Sul do segundo ímã, que foi aproximado do que está fixo. Por conseguinte, temos que o polo T corresponde ao seu polo Norte magnético. Quando cortamos o segundo ímã da forma como mostrado na figura do problema, temos que a extremidade partida manterá seu polo Sul na extremidade lisa do ímã, enquanto que a extremidade partida passará a exercer o papel de Norte magnético, uma vez que não é possível separar os polos Norte-Sul de um ímã. Assim, na experiência I haverá repulsão, enquanto que na experiência II haverá atração. Já a outra extremidade terá a seguinte divisão: sua extremidade rachada corresponderá a um polo Sul e a extremidade lisa continuará correspondendo a um polo Norte. Assim, temos que a opção correta é o item a.

Questão 2 (UEL)

O esquema representa os vetores v_1 , v_2 , v_3 e v_4 no plano horizontal. Pelo ponto F passa um fio condutor retilíneo bem longo e vertical. Uma corrente elétrica I percorre esse fio no sentido de cima para baixo e gera um campo magnético no ponto P .

O campo magnético gerado no ponto P pode ser representado:



- a) por um vetor cuja direção é paralela ao fio condutor
- b) pelo vetor v_4
- c) pelo vetor v_3
- d) pelo vetor v_2
- e) pelo vetor v_1

Resposta: Item C.

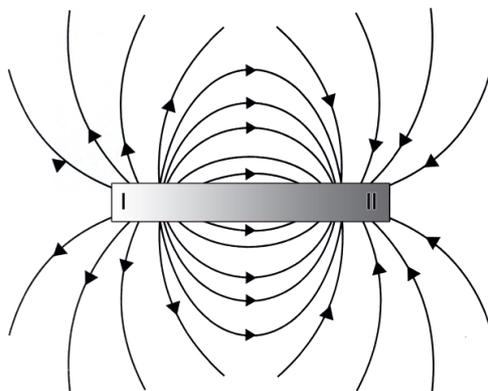
Comentário: Em um fio longo o campo magnético gerado tem simetria circular e pela regra da mão direita podemos notar que o sentido do campo tem o mesmo sentido do vetor 4.



Atividade extra

Questão 1 (Adaptado de SAERJ - 2013)

A imagem a seguir mostra um ímã e suas linhas de campo magnético.



Adaptada de <<http://goo.gl/aTF9kt>> em 28/01/2012.

A partir dessa imagem, constata-se que as linhas de campo são orientadas:

- a. da carga positiva (I) para a carga negativa (II);
- b. da carga positiva (II) para a carga negativa (I);
- c. do pólo norte (I) para o pólo sul (II);
- d. do pólo sul (II) para o pólo norte (I).

Questão 2 (Adaptado de UFSC - SC)

O magnetismo terrestre levou à invenção da bússola, instrumento essencial para as grandes navegações e descobrimentos do século XV e, segundo os historiadores, já utilizada pelos chineses desde o século X. Em 1600, William Gilbert, em sua obra denominada De Magnete, explica que a orientação da agulha magnética se deve ao fato de a Terra se comportar como um imenso ímã, apresentando dois polos magnéticos.

Muitos são os fenômenos relacionados com o campo magnético terrestre. Atualmente, sabemos que feixes de partículas eletrizadas (elétrons e prótons), provenientes do espaço cósmico, são defletidos pelo campo magnético terrestre, ao passarem nas proximidades da Terra, constituindo bom exemplo de movimento de partículas carregadas em um campo magnético.

A figura representa nosso planeta, a Terra.



Faça um esboço mostrando as linhas do campo magnético terrestre e destaque o sentido do campo.

Questão 3 (Adaptado de UFB)

Pares de ímãs em forma de barra são dispostos conforme indicam as figuras a seguir:

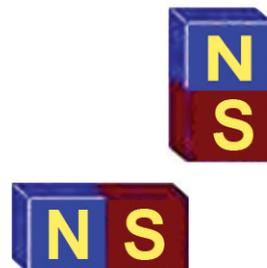
a)



b)



c)



A letra N indica o pólo Norte e o S o pólo Sul de cada uma das barras. Entre os ímãs de cada um dos pares anteriores (a) , (b) e (c) ocorrerão, respectivamente, forças de:

- a. atração, repulsão, repulsão;
- b. repulsão, repulsão, atração;
- c. atração, atração, repulsão;
- d. atração, repulsão, atração.

Questão 4 (Adaptado de UERGS - 2003)

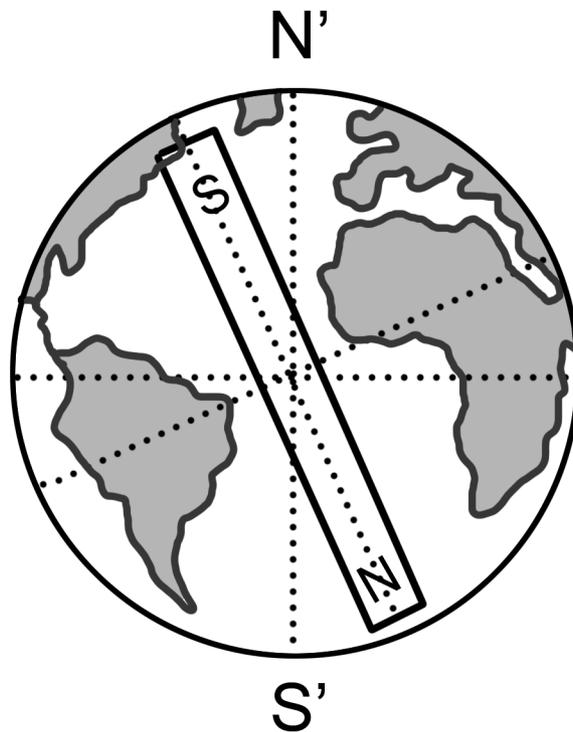
Uma corrente elétrica contínua, passando por um fio, produz em torno dele efeitos magnéticos.

Esse fenômeno foi descoberto por:

- a. Faraday;
- b. Oersted;
- c. Joule;
- d. Ohm.

Questão 5 (Adaptado de UERGS - 2002)

Observe a figura a seguir:



A respeito do campo magnético da Terra e do campo magnético da agulha de uma bússola, podemos concluir que:

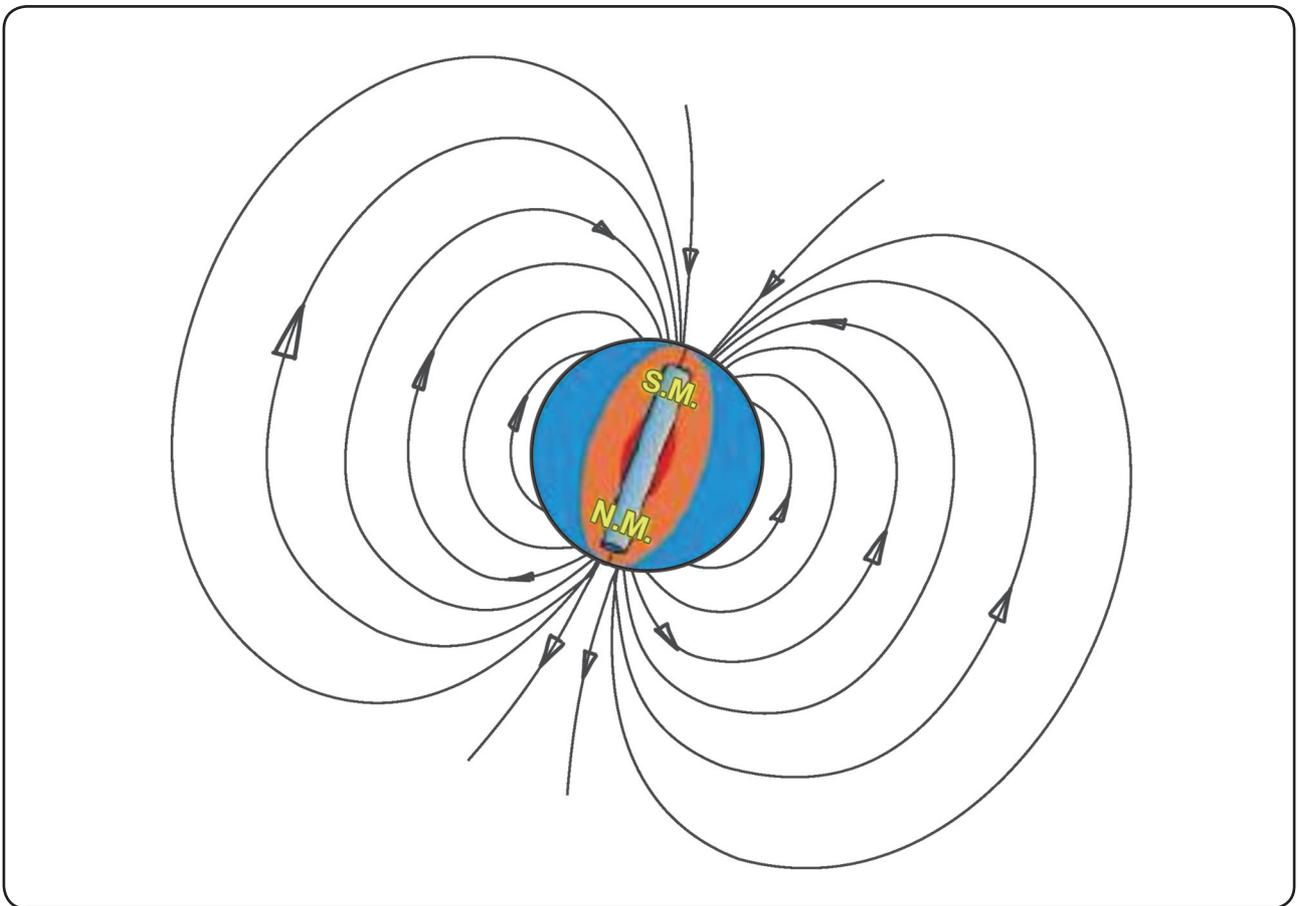
- a. a extremidade da agulha que aponta para o Sul geográfico é um pólo norte magnético;
- b. a extremidade da agulha que aponta para o Norte geográfico é um pólo norte magnético;
- c. há um pólo norte magnético no Pólo Norte geográfico;
- d. há um pólo sul magnético no Pólo Sul geográfico.

Gabarito

Questão 1

- A B C D

Questão 2



Questão 3

- A** **B** **C** **D**

Questão 4

- A** **B** **C** **D**

Questão 5

- A** **B** **C** **D**