



MÓDULO DE ENSINO INOVADOR



Construindo Circuitos

Universidade de São Paulo
Faculdade de Educação

Daniele Vieira da Silva

Ihanna Silveira dos Santos

Docente: Maurício Pietrocola

JULHO DE 2015

SUMÁRIO

Apresentação	01
Introdução	02
Objetivo Geral	03
Público Alvo	03
Número de aulas	03
Conteúdo Físico	
Circuitos elétricos	03
Tensão elétrica	04
Corrente elétrica	04
Resistência elétrica	04
Resistência elétrica e a 1ª Lei de Ohm	05
Resolvendo circuitos	05
Associação em série	06
Associação em paralelo	06
Quadro sintético	08
Descrição das atividades	
Atividade 1	09
Atividade 2	10
Atividade 3	12
Atividade 4	17
atividade 5	18
Anexos	
Anexo 1	20
Anexo 2	22
Anexo 3	23
Anexo 4	25
Anexo 5	26
Anexo 6	27
Referências Bibliográfica	29

Apresentação

Prezado professor,

O presente módulo apresenta uma sequência didática que fez parte do curso Metodologia de Ensino de Física I da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Este material tem por finalidade apresentar uma sequência didática constituída de um conjunto de cinco atividades, divididas em 10 aulas, que propõe trabalhar circuitos elétricos e a primeira Lei de Ohm, assuntos abordados no ensino médio da educação básica do Brasil. Para a discussão dos assuntos foi utilizada uma atividade investigativa. Essa atividade tem como objetivo obter a primeira Lei de Ohm e a diferenciação entre as associações em série e paralelo.

A sequência didática é composta por 5 atividades, sendo que dentro de cada atividade são apresentadas certo número de aula. Na atividade 1 foi apresentada a questão problematizadora. Nesta atividade o professor deverá fazer a pergunta problematizadora, de maneira a conseguir que os alunos perceberem que falta algum conhecimento que explique o fenômeno estudado. Lembrando que nessa primeira atividade o professor não responde a pergunta inicial feito. Na atividade 2 é aplicada a atividade experimental investigativa para a sala. Nesta atividade o professor divide a turma em grupos e distribui o material necessário para cada grupo realizar sua atividade experimental. Na atividade 3 o professor deverá discutir os conceitos físicos envolvido. Na atividade 4, utilizando um multímetro, os alunos tirarão medidas da tensão e da corrente elétrica, dos circuitos montado por eles, com a intenção de discutir a relação entre essas grandezas (tensão e corrente) e a resistência elétrica com o intuito de chegar á primeira Lei de Ohm. E na última atividade trabalha-se a aplicabilidade do conhecimento, nessa aula a questão problematizadora é retomada, e o professor juntamente com os alunos constrói a resposta.

Introdução

Circuito elétrico, é um conceito que encontra-se no currículo escolar do ensino Médio, no entanto, é tratado de maneira tradicional, ou seja, aula expositiva da teoria envolvida, usando apenas giz e lousa. Em virtude desse acontecimento, achamos interessante trabalhar esse conteúdo, usando o método experimental. Além disso, no dia a dia podemos nos deparar com instalações elétricas que possam ser simples, como por exemplo, instalações de lâmpadas numa varanda. Esse tipo de situação envolve o tema de circuitos, que comumente está presente ao redor do aluno sem que ele perceba com um “olhar” físico. Sendo assim, a atividade traz elementos que permitem a utilização e a compreensão do conceitos de carga, corrente elétrica, resistência e tensão, além do manuseio correto dos diferentes equipamentos para circuitos elétricos.

Para tornar o módulo mais interessante, iniciamos a sequência didática com uma problematização que proponha o seguinte questionamento: *como faço para acender várias lâmpadas ao mesmo tempo com um mesmo interruptor?* Para o questionamento proposto fizemos a suposição de que os alunos já tenham alguma noção de conhecimento sobre o que é energia elétrica, o que é tensão elétrica e o que é corrente elétrica. Dessa maneira, espera-se que este curso seja melhor aproveitado por turmas do terceiro ano do ensino médio, pois geralmente esses estudantes já tiveram contato com alguns conceitos básicos de eletricidade.

A problematização inicial conduzirá a evolução do módulo. Sendo assim, a pergunta inicial não será respondida logo no início das aulas. A ideia é permitir que os alunos, respondam a pergunta problematizadora de acordo o que sabem, dessa maneira é possível que o educador conheça os conhecimentos prévios dos educandos. Em seguida, é proposto um experimento investigativo e para finalizar, o módulo, realizamos a teorização, onde passaremos por tópicos como: corrente elétrica, tensão elétrica e resistência, buscando trazer a relação entre essas medidas, e a relação destas com o circuito elétrico. No final do curso espera-se que os alunos consigam responder a pergunta inicial, a partir das aulas ministradas durante o curso.

Para este módulo está prevista cerca de 10 aulas, de 50 minutos cada. Esta sequência didática deve ser realizada em cinco atividades, a saber:

- Atividade 1: Problematização - Essa atividade tem por finalidade fazer com que os alunos respondam a pergunta problematizadora, de maneira a permitir que o professor consiga conhecer os conhecimentos prévios, dos alunos, além de instigar a curiosidade.
- Atividade 2: Montando os circuitos (mão na massa) - essa atividade experimental tem por objetivo proporcionar aos alunos um contato com os materiais envolvidos à eletricidade e desenvolver sua criatividade na construção de um circuito elétrico simples.
- Atividade 3: Formalização - Nessa atividade o objetivo é "transmitir" o conteúdo físico aos alunos de maneira a utilizar o que foi discutido nas atividades anteriores.
- Atividade 4: Tirando medidas - Essa atividade tem por objetivo familiarizar os alunos com os conceitos de tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica, relacionando essas grandezas, para se chegar à primeira Lei de ohm.
- Atividade 5: Aplicação do conhecimento - Esta atividade tem por objetivo finalizar a sequência didática. Nesta aula retomamos o que foi discutido nas aulas anteriores e fazemos uma discussão referente à aplicabilidade dos circuitos elétricos.

Objetivo Geral

Esta proposta de sequência didática tem como finalidade proporcionar ao aluno o reconhecimento de circuitos tanto em série quanto em paralelo, principalmente no que refere à sua aplicabilidade no cotidiano, por meio da construção em sala de aula dos conceitos da física, familiarizando-os com os termos de carga, corrente, tensão e resistência.

Público Alvo: alunos do terceiro ano do Ensino Médio

Número de aulas

Para este módulo está prevista cerca de 10 aulas, de 50 minutos cada. Esta sequência didática deve ser realizada em cinco atividades a saber:

- Atividade 1: Problematização
- Atividade 2: Montando os circuitos (mão na massa)
- Atividade 3: Formalização do conhecimento
- Atividade 4: Tirando medidas
- Atividade 5: Aplicação do conhecimento

Conteúdo Físico

Circuitos elétricos

Uma visão Geral

“Um circuito elétrico pode ser representado de várias maneiras. Uma delas é mostrar como ele se apresenta aos nossos olhos. Podemos também mostrá-lo como ele se apresentaria aos "olhos" da Física, como um desenho simbólico. Mas ainda podemos pensá-lo em comparação a outras situações que, embora diferentes, facilitam a nossa compreensão.

A vantagem de estudar algumas situações por meio de analogias é que começamos a compreender o novo conceito (desconhecido) com base no que já conhecemos.

Num circuito é preciso haver uma fonte de tensão, que pode ser uma pilha; uma força elétrica que realize trabalho sobre as cargas no interior dos condutores para produzir a corrente elétrica e um receptor, que pode ser, por exemplo, uma lâmpada.

Antes de avançar mais nas características dos circuitos elétricos simples é preciso estudar alguns conceitos envolvidos. E depois disso, será feita uma investigação mais aprofundada das propriedades e representações de circuitos simples.” (Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 33. – Houve alteração.

Tensão elétrica

Também conhecida como diferença de potencial é gerada pela diferença de um potencial elétrico entre dois pontos. Por analogia pode-se dizer que a tensão elétrica seria como a "força" responsável pela movimentação dos elétrons.

Corrente elétrica

"A definição de corrente elétrica está relacionada a palavras que você conhece em outras situações, a primeira delas é corrente, que normalmente está relacionada a fluxo de algo. No caso de um rio, por exemplo, quando dizemos que a correnteza está forte, queremos nos referir a uma grande quantidade de água que flui. A segunda palavra, elétrica, está associada às cargas elétricas presentes na matéria. Quando certa quantidade de carga se desloca de um local para outro, podemos nos referir a esse deslocamento usando o conceito de corrente elétrica. Para entender um pouco melhor vamos estudar a lâmpada como exemplo. Para que haja emissão de luz, faz-se passar um fluxo de cargas elétricas (elétrons) no interior do filamento da lâmpada.

O que caracteriza a corrente elétrica em diferentes casos é o fato de haver um efetivo de cargas elétricas movimentando-se de forma ordenada. O movimento de cada carga pode variar desde que o deslocamento efetivo ocorra em uma direção e sentido. Em outras palavras, a soma do movimento de todas as cargas indica um deslocamento em certa direção e sentido.

Conhecida a corrente elétrica, podemos agora quantificá-la. Sendo a intensidade da corrente representada pela letra i , e seu valor obtido pela razão entre quantidade de carga Q efetiva deslocada e o intervalo de tempo para isso ocorrer, matematicamente temos:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

"A unidade de medida da corrente é Ampere (A), em homenagem a André Ampère ou C/s, pois a unidade de medida de carga é Coulomb (C) e do tempo segundos (s)". (Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 28. – Houve alteração.

Resistência Elétrica

"Os receptores são aparatos que recebem e convertem a energia elétrica em outras formas: luminosa, mecânica (som e movimento) e térmica. Os motores e os eletrodomésticos em geral são exemplos de receptores.

Todo receptor oferece alguma dificuldade à passagem da corrente elétrica, porém em alguns equipamentos essa resistência é maior do que em outros. Dessa forma, a nomenclatura aparelhos resistores é usada para aqueles que têm como função principal a conversão de energia elétrica em térmica (calor).

Por volta de (1789-1854), o físico alemão Georg Ohm descobriu experimentalmente que a resistência elétrica depende das seguintes características: comprimento do fio (quanto maior o fio, maior é o deslocamento, portanto a resistência é maior); espessura do fio (quanto mais grosso o fio, mais fácil a corrente circula); material do fio (tem materiais que conduzem melhor as cargas elétricas, essa característica é definida resistividade (que é representado pela letra grega ρ)).

“A intensidade do fluxo das cargas elétricas depende tanto da resistência oferecida pelo fio condutor como da tensão elétrica imposta pelo gerador.”. (Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 33-36. – Houve alteração.

Resistência elétrica e a 1ª lei de Ohm

“O que aconteceria com o fluxo de água nas torneiras de sua casa se os canos de PVC fossem substituídos por canudos de refresco?”

Nesse caso, a corrente de água diminuiria, pois nessa situação a tubulação muito estreita causaria maior resistência à passagem da água.

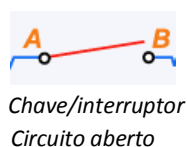
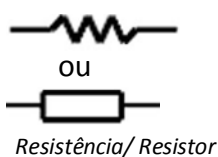
O comportamento da corrente elétrica que percorre um fio condutor é equivalente. A intensidade de fluxo das cargas depende tanto da resistência oferecida pelo fio condutor como da tensão elétrica imposta pelo gerador. Fazendo uma analogia com o sistema hidráulico de uma residência, a espessura do cano ilustra a resistência imposta pelo fio condutor, que depende de características próprias, e a pressão da água simboliza a tensão elétrica.

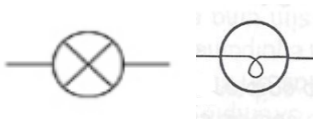
Em um circuito elétrico, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência do condutor, ou seja, quanto maior a resistência, menor é a corrente. E quanto maior a diferença de potencial (ddp) nos terminais das baterias ou tomadas, maior será a corrente elétrica que circulará pelo condutor. Por esta caracterização pode-se estabelecer uma relação entre tensão (U), corrente (i) e resistência elétrica, chamada 1ª lei de Ohm. Representada pela expressão matemática: $U=Ri$." (Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 36. – Houve alteração.

Resolvendo Circuitos elétricos

Um circuito se trata da conexão de um equipamento elétrico a uma fonte de tensão, através de fios condutores com ou sem presença de chave, vamos explorar com mais detalhes as características e as grandezas desse tipo de ligação elétrica.

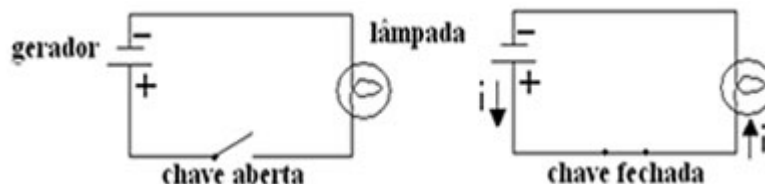
Primeiro, vamos apresentar a representação esquemática dos símbolos de um circuito simples.





Lâmpada

Agora iremos apresentar uma representação esquemática de um circuito simples utilizando os símbolos.



Veja que a lâmpada é conectada ao gerador por fios condutores e o circuito pode ser fechado ou aberto quando ligamos ou desligamos a chave, respectivamente. (Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 39-40. – Houve alteração.

Associação em série

"Por que quando uma lâmpada do pisca-pisca de uma árvore de Natal se queima as outras não funcionam? Antes de responder a essa pergunta é preciso esclarecer que apenas em alguns pisca-piscas isso acontece, geralmente em arranjos mais simples e baratos. Embora alguns apresentem lâmpadas sobressalentes, nem sempre é fácil descobrir que lâmpada queimou!

Você já deve ter vivenciado uma situação como essa, não é? Então, vamos explorar outro tipo de circuito elétrico para entender como a física explica esse fenômeno.

Na associação em série, temos um único caminho para a passagem da corrente elétrica. Por isso, todos os elementos resistivos são percorridos pela mesma corrente; assim quando qualquer lâmpada do pisca-pisca queima, o conjunto para de funcionar. Por outro lado, a tensão elétrica é dividida entre os elementos resistivos do circuito em série.

No caso de circuitos nessa configuração encontra-se um único resistor, que é denominado resistor equivalente, e, para esse caso, sua resistência é obtida pela soma das resistências elétricas dos resistores associados:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n "$$

(Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 41. – Houve alteração

Associação em paralelo

"Durante a investigação das associações em série, provavelmente você deve ter pensado por que razão, quando queima uma lâmpada em sua casa, nada acontece com as outras? Ao contrário das associações em série, os circuitos residenciais apresentam mais de um caminho para a corrente elétrica circular: são as associações em paralelo.

Na associação em paralelo, a tensão fornecida aos elementos resistivos é a mesma, pois ambos estão conectados de forma independente nas pilhas. Nesse caso a corrente elétrica é dividida entre os elementos do circuito.

Nos circuitos com ligação em paralelo, podemos substituir o conjunto de resistores por outro equivalente. Sabendo que a corrente total é a soma das correntes que passam em cada resistor, logo $i = i_1 + i_2 + \dots + i_n$, e temos que :

$$i = \frac{U}{R}$$

Se por uma acaso tivermos duas correntes diferentes teremos : $i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$, sendo $\frac{U}{R_1}$ a corrente 1 (i_1) e $\frac{U}{R_2}$ a corrente 2 (i_2)

Portanto, a resistência equivalente será:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Assim, dizemos que o inverso da resistência equivalente, para o caso dos circuitos em paralelo, é obtido pela soma dos inversos das resistências dos resistores associados.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

(Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: 3/Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto [et al.]. – 1ª edição. – São Paulo: FTD, 2013. página 44. – Houve alteração

Quadro Sintético

Atividade	Nome	Momentos	Duração	Duração Total das atividades
Atividade 1	<i>Circuitos elétricos</i>	Essa aula inicia-se com a questão problematizadora " <i>Como faço para acender várias lâmpadas ao mesmo tempo com um mesmo interruptor?</i> " A fim de proporcionar uma discussão e estimular a habilidade de questionamento nos alunos. Será aplicado um questionário para obter as concepções prévias dos alunos.	1 aula	1 aula
Atividade 2	<i>Mão na massa 1: Montando os circuitos</i>	Aplicação da atividade experimental com um foco investigativo, tendo como desafio pergunta problematizadora, onde os alunos deverão acender todas as lâmpadas ao mesmo tempo.	1 aula	2 aulas
		Os grupos irão apresentar seus circuitos montados, dizendo se conseguiram ou não acender todas as lâmpadas e com isso fazer uma discussão com a turma, em que os alunos levantarão hipóteses.	1 aula	
Atividade 3	<i>Fios, pilhas e correntes</i>	Aqui serão trabalhadas as funções do fio e da pilha, bem como a definição de circuito e de corrente	1 aula	4 aulas
	<i>A lâmpada e a 1ª Lei de Ohm</i>	Nesta aula será discutida a função da lâmpada como resistor e será apresentada a primeira Lei de Ohm	1 aula	
	<i>Circuito em Série</i>	O professor apresentará o seu circuito em série já montado e mostrará a relação matemática para este tipo de ligação.	1 aula	
	<i>Circuito em Paralelo</i>	Será apresentado o circuito em paralelo do professor e a relação matemática para este tipo de circuito.	1 aula	
Atividade 4	<i>Mão na massa 2: Tirando medidas e fazendo os cálculos</i>	Nesta etapa, os grupos irão refazer o seu circuito de acordo com as quantidades de materiais fornecidos, tendo como apoio as aulas 7 e 8 para a correta configuração do circuito. Em seguida, os alunos irão tomar medidas dos seus circuitos.	1 aula	2 aulas
		Com as medidas dos circuitos, os alunos irão fazer o cálculo para encontrar a resistência equivalente.	1 aula	
		Discussão a respeito do LED não obedecer a 1ª Lei de Ohm.		
Atividade 5	<i>A Cidade: O Grande Circuito</i>	Retomada da questão problematizadora. Será apresentada uma discussão a respeito do circuito de uma cidade, além da iluminação pública.	1 aula	1 aula

Descrição das atividades

Atividade 1

Tema: Circuitos elétricos

Objetivo

Esta primeira atividade tem por finalidade instigar o aluno à curiosidade, a partir da questão problematizadora: "como acender várias lâmpadas ao mesmo tempo com um mesmo interruptor?" na tentativa de manter os alunos interessados pelo módulo, sabendo que falta aos educandos um conhecimento prévio satisfatório para responder a pergunta em questão. A pergunta só será respondida no final do módulo, quando espera-se que os alunos já tenham conhecimento suficiente para tal.

Motivação

Fazer com o alunos passem a olhar as coisas do cotidiano, como a montagem de circuitos elétricos presentes em casa, que no caso serão as lâmpadas, por exemplo, estimulando neles a curiosidade e a percepção da física nas coisas.

Recursos instrucionais: giz e lousa.

Momentos da aula

Aula 1 (tempo total estimado: 48 minutos)

No início dessa aula será aplicado um questionário (que encontra-se em anexo 1 no final deste módulo) para os alunos com a finalidade de identificar os conhecimentos prévios deles para servir de base para o professor poder conduzir, de maneira adequada, os conceitos físicos a serem estudados por este módulo. (Tempo estimado: **15 minutos**)

Em seguida, organizar a sala (as carteiras) em forma de círculo. (tempo estimado: **3 minutos**).

Depois disso, o professor apresentará a seguinte pergunta problematizadora, que envolverá o tópico de circuitos, partindo de uma questão que envolve o cotidiano do aluno:

"Como faço para acender várias lâmpadas ao mesmo tempo com um mesmo interruptor?"

Esta pergunta tem por objetivo instigar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele provavelmente ainda não tem a respeito de circuitos.

Algumas respostas esperadas dos alunos:

- fios saindo do interruptor para cada lâmpada ;
- um mesmo fio que sai do interruptor e passa em todas as lâmpadas;

- depende dos comprimentos dos fios;
- apertando o botão (interruptor);



Com estas respostas, o professor poderá fazer mediações com a seguinte pergunta:

- *"A energia vem do botão/interruptor?"*

Algumas respostas esperadas:

- podem dizer que sim, pois quando colocam as mãos molhadas no botão/interruptor dá choque;
- mal contato, sai fâisca;
- podem associar o botão com a tomada -> a questão do pendente;



- *"E quando queima uma lâmpada e as outras continuam acessas: como isso é possível?"*

Algumas respostas esperadas

- talvez a lâmpada está com defeito;
- a lâmpada queimada estava velha/muito usada;



- *"E quando falta energia no bairro, por que as lâmpadas não acendem na tomada e nem apertando o botão/interruptor?"*

- porque faltou a energia - a energia vem dos fios;
- a energia vem das usinas hidrelétricas;
- a questão do "gato".

Atividade 2

Tema: Mão na massa 1 - Montando os circuitos

Objetivo

Com base na pergunta problematizadora, propõe-se aos alunos o seguinte desafio: acender duas ou mais lâmpadas ao mesmo tempo, dependendo da quantidade de dispositivos fornecidos para cada grupo, tendo por finalidade desenvolver algumas habilidades e o reconhecimento de alguns

materiais elétricos. Lembrando que nessa aula não tratamos a montagem com o termo *circuito elétrico*, apenas pede-se para eles acenderem as lâmpadas, com o intuito de que eles construam o conceito de circuito ao longo do módulo.

Motivação

Diferentemente das aulas tradicionais, esta atividade tem como motivação permitir que os alunos reconheçam e tenham contato com alguns materiais elétricos, fazendo com que eles coloquem a mão na massa no ato de construção de seus próprios circuitos. Com isso, buscaremos aguçar nos estudantes o gosto pela curiosidade e pela construção experimental ao longo do módulo, de maneira que permita a construção de uma explicação científica em resposta à pergunta problematizadora.

Recursos instrucionais: lousa, giz, pingo de LED ou lâmpada pingo d'água, fios com pontas desencapadas, pilhas de 1,5 V, placas de isopor, fita adesiva ou fita isolante, tesouras sem ponta.

Aula 2 (tempo total estimado: 48 minutos)

Esta aula deverá ser dividida em dois momentos. No primeiro momento o professor relembra a discussão feita com base na pergunta problematizadora da aula passada (aula 1). (tempo estimado: **15 minutos**). No segundo momento, divide-se a turma em grupos de quatro a cinco alunos. Em seguida, distribui-se os materiais para os grupos, com a seguinte configuração:

- 2 LEDs e 4 pilhas - 3 grupos; (configuração em série)
- 2 LEDs e 3 pilhas - 2 grupos; (configuração em série)
- 3 LEDs e 2 pilhas - 2 grupos. (configuração em paralelo)

(Tempo estimado para a formação dos grupos e distribuição do material: **3 minutos**)

Será proposto aos grupos o seguinte desafio: acender todos LEDs disponibilizados com o material fornecido (fios, pilhas, fita adesiva, placa de isopor) ao mesmo tempo. Enquanto os alunos colocam a mão na massa o professor passa nas carteiras de cada grupo de maneira a observar o que eles discutem, as dificuldades encontradas, como estão montando, já que dependendo da configuração pode queimar os LEDs. (tempo estimado **30 minutos**)

Comentários: A quantidade de grupos foi apenas uma sugestão para uma turma de 35 a 40 alunos. A quantidade de alunos por grupo vai variar conforme mude o número de alunos da turma. Além disso, Pode-se alterar a configuração dos circuitos, aumentando ou diminuindo a quantidade de LEDs ou pilhas. Além de poder usar, no lugar dos LEDs, lâmpadas pingo d'água.

Observação: Caso use LEDs é importante saber que ele não é um ôhmico, o que permite fazer uma breve discussão entre sistema ôhmico e não ôhmico. Caso deseje discutir apenas sistema ôhmico é necessário usar outro tipo de lâmpada, como a sugerida (pingo d'água).

A sugestão de usar os LEDs tem por motivo a pouca disponibilidade das lâmpadas de pingo d'água no mercado, tornando-se de difícil acesso.

Como os circuitos serão utilizados nas próximas aulas, será viável que esse material fique guardado na escola, pois caso contrário, pode ser que nas aulas seguintes os alunos esqueçam-se de trazê-lo, o que prejudicaria a sequência didática.

Aula 3 (tempo total estimado: **46 minutos**)

Esta aula será dividida em dois momentos. O primeiro momento será destinado à continuação e finalização da montagem do experimento proposto na aula 2. (Tempo estimado: **20 minutos**)

O segundo momento será utilizado para a exposição dos circuitos montados por cada grupo. Nesta etapa faremos uma discussão, em que os alunos levantarão hipóteses das seguintes situações esperadas das montagens em que:

- a) todas as lâmpadas acenderam.
- b) somente parte das lâmpadas acederam.
- c) nenhuma lâmpada acendeu.

Para esse segundo momento (Tempo estimado: **16 minutos**).

Após a exposição e discussão dos circuitos elétricos dos alunos, o professor demonstrará dois circuitos montados com configurações diferentes (que se encontra no Anexo desse módulo): um em série e o outro em paralelo. Realizando junto aos alunos uma discussão referente à diferença da montagem dos circuitos. (tempo estimado: **10 minutos**)

Comentário: Caso os alunos tenham conseguido fazer a montagem completa dos circuitos com os LEDs em funcionamento na aula 2, utilize apenas o segundo momento desta aula, referente à discussão.

Atividade 3

Tema: Fios, pilhas e correntes / Lâmpada e 1ª lei de Ohm / circuitos em série e em paralelo.

Objetivo

Esta atividade tem por objetivo permitir que os alunos conheçam a relação entre as grandezas: Corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica, a partir de uma discussão referente aos elementos que compõem o circuito elétrico elaborado em sala, de maneira a construir uma linha de raciocínio até chegar à Primeira Lei de Ohm.

Motivação

Proporcionar aos alunos a habilidade de apropriação e utilização dos conceitos físicos para o estudo dos circuitos, apresentando-lhes um olhar físico.

Recursos instrucionais: giz e lousa.

Aula 4 (tempo total estimado: **45 minutos**)

- Definindo circuito e a função do fio e da pilha (tempo estimado: 25 minutos)

Inicia-se a aula lembrando o que foi feito na aula 3, apresentando novamente os dois circuitos prontos do professor (o em série e o em paralelo). Depois disso, o professor deverá perguntar aos alunos o nome de cada componente que compõe o circuito montado por eles.

Respostas esperadas: lâmpadas, fios e pilhas.

A partir das respostas dos estudantes, o professor deverá trabalhar com a turma a definição de circuito com base nos materiais utilizados e nas respostas dos questionários aplicados na aula 1 (questionário encontra-se no anexo). O professor utilizará em sua definição termos como *componentes conectados, ligado - aberto e desligado - fechado*.

Depois disso, o professor irá trabalhar a função do fio e da pilha no circuito elétrico, como condutor de algo e fonte/diferença de potencial respectivamente, além de suas grandezas e unidades de medida, utilizando a lousa para possíveis desenhos dos fios e da pilha num circuito para uma explicação mais detalhada.

- Explicando o conceito de corrente (tempo estimado: 20 minutos)

Explicar o conceito de corrente utilizando possíveis termos que podem aparecer nos questionários aplicados na aula 1, como corrente de água, corrente de bicicleta, corrente de rede social, etc., fazendo analogia à corrente do circuito elétrico. Em seguida, definir o conceito de corrente elétrica em termos de *cargas* (fazendo analogias à carga elétrica) e utilizar a lousa para mostrar, em linguagem matemática, a relação entre o deslocamento das *cargas livres* do fio em função do tempo. Feito isso, o professor irá retomar de maneira definitiva o significado de circuito aberto e circuito fechado, relacionando a corrente neste processo.

Aula 5 (tempo total estimado: 40 minutos)

- Definindo a função da lâmpada (Tempo estimado: 15 minutos)

No início da aula o professor irá retomar o assunto que foi trabalhado na aula anterior (aula 4) perguntando aos alunos e escrevendo na lousa os componentes e as definições tratadas: fios - condutores, pilha - fonte, cargas e corrente elétrica.

Em seguida, o professor irá fazer uma discussão com os alunos com base na seguinte pergunta: *ao ascender, qual o papel da lâmpada no circuito?* O professor deixará primeiramente os alunos responderem a essa questão de acordo com o raciocínio que eles construírem. Depois disso, o professor irá apresentar a definição de *resistência elétrica* como algo que se opõe à passagem de corrente elétrica e, com isso, mostrar que a lâmpada se comporta no circuito como uma resistência, pois ao passar corrente elétrica o seu filamento aquece devido a sua resistência, e assim ocorrendo o Efeito Joule por consequência, fazendo com que o filamento ao esquentar muito emita luz. Com isso, o professor irá dizer aos alunos que para diferentes materiais há capacidades específicas de se resistir à corrente elétrica, apresentando para eles a *resistência específica*.

- Apresentando a 1ª Lei de Ohm (Tempo estimado: 35 minutos)

Nesta etapa, o professor utilizará a lousa para apresentar a relação existente entre a corrente, tensão e resistência, chegando assim na 1ª Lei de Ohm. Em seguida, o professor irá distribuir para cada aluno em sala um texto que trata a respeito da resistência elétrica (Texto extraído do GREF, <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro2.pdf>, páginas 38 e 39).

10 O controle da corrente elétrica

Resistência elétrica

A escolha adequada do material a ser usado como resistor leva em conta a temperatura que ele deverá atingir, lembre-se de que ele não pode derreter, e também a sua capacidade de resistir à corrente elétrica. Essa capacidade é diferente para cada tipo de material e, por isso, ela é denominada de **resistência específica**. O valor da resistência específica do material vai dizer se ele é bom condutor ou não: quanto maior for esse valor, maior será a resistência que ele oferece à corrente:

resistência específica ALTA	mau condutor elétrico
resistência específica baixa	bom condutor elétrico

A tabela a seguir ilustra os valores de alguns materiais:

uso	materiais	resistência específica*
instalação residencial	cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$
antena	alumínio	$2,8 \cdot 10^{-8}$
lâmpada	tungstênio	$5,6 \cdot 10^{-8}$
chuveiros	níquel-cromo	$1,1 \cdot 10^{-6}$
capas de fios	borracha	10^{13} a 10^{16}
suporte de fios em postes	madeira	10^8 a 10^{14}
apoio de fios em postes	vidro	10^{12} a 10^{14}

*materiais a 20°C, medido em volt x metro/ampère

É através do controle da corrente que se pode graduar o aquecimento produzido pelos aparelhos resistivos.

Escolhendo um material para ser o resistor, uma espessura e um comprimento adequados, a resistência elétrica do resistor fica determinada e assim o valor da corrente elétrica pode ser controlado.

Existe uma fórmula que permite o cálculo da resistência elétrica. Adotando-se:

- R** para a resistência elétrica do resistor;
- ρ** (lé-se rô) para resistência específica do material;
- l** para o comprimento do resistor;
- A** para a área de sua espessura;

podemos escrever que:

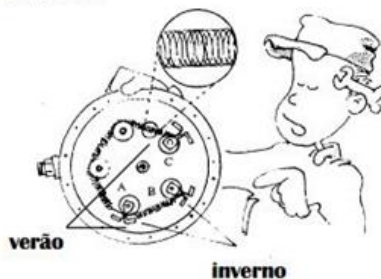


$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Nesta expressão matemática podemos obter um valor numérico para a resistência elétrica do resistor dos aparelhos resistivos como o filamento da lâmpada, do chuveiro, dos aquecedores, os fios de ligação, etc.

Note que esta expressão está de acordo com a forma como as lâmpadas são construídas, pois, quanto maior for a espessura do filamento, maior será a sua área e menor será a resistência elétrica (lembre-se que ela aparece no denominador da fórmula).

Consequentemente, maior será a corrente e a potência. O mesmo se pode dizer para os chuveiros: como o comprimento aparece no numerador da fórmula, quanto maior ele for, maior será a resistência elétrica e, portanto, menor será a corrente e a potência. Isso corresponde à posição verão.



Atenção

Esta expressão permite o cálculo da resistência elétrica de um resistor na temperatura em que a resistência específica foi obtida o seu valor. Isso quer dizer que se tivermos o comprimento e a área da espessura do resistor do chuveiro e conhecermos o material utilizado, podemos calcular a sua resistência elétrica. O valor encontrado, entretanto, pode não ser aquele que o resistor do chuveiro vai ter ao funcionar.

desligado > ligado

A temperatura do resistor muda bastante quando por ele está passando corrente elétrica e, consequentemente, o valor de sua resistência elétrica também se altera: ele aumenta muito. Isso acontece porque o valor da resistência específica depende da temperatura.

O filamento de uma lâmpada de 40W-110V, por exemplo, tem resistência elétrica de aproximadamente 30 unidades quando está desligada. Acesa, a temperatura do filamento chega a 2200°C e o valor de sua resistência passa a ter o valor de aproximadamente, 302,5 unidades.

Existe uma fórmula que permite o cálculo da resistência de um resistor em funcionamento:

$$\text{Resistência elétrica} = \frac{\text{tensão elétrica}}{\text{corrente elétrica}}$$

ou seja:

$$R = U/i$$

Unidade:

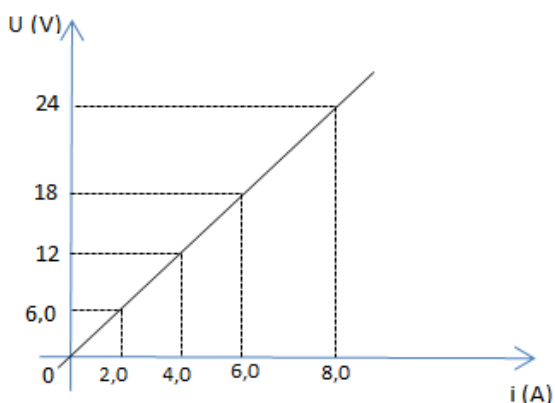
Quando a tensão é medida em volt e a corrente em ampère, a resistência é medida em volt/ampère (V/A).

Os alunos farão uma leitura do texto e em seguida o professor irá apresentar o problema exemplar a seguir, que relaciona a 1ª Lei de Ohm.

Em um circuito, uma lâmpada foi ligada em uma fonte ideal, que mantém entre os seus terminais uma tensão $U = 12V$. Qual é a resistência dessa lâmpada?

Depois desse exercício, o professor irá discutir com os alunos o conceito de componentes ôhmicos e não ôhmicos. Em seguida, apresentará o seguinte exercício para os alunos resolverem sozinhos e depois o professor fazer o exercício com eles na lousa.

Um fio metálico foi submetido a várias tensões U . O gráfico a seguir mostra o valor de U em função da corrente que percorre o fio.



Calcule a resistência no fio.

Aula 6 (tempo total estimado: 45 minutos)

- Circuito elétrico em série (Tempo estimado: **20 minutos**)

O professor iniciará essa aula relembrando com os alunos os conceitos vistos na aula anterior. Depois disso, irá mostrar o seu circuito* em série, especificando aos alunos o que caracteriza um circuito em série e mostrando que há mais de uma lâmpada que possui resistência. Com isso, o professor irá apresentar o conceito de resistor equivalente para a configuração de resistores em série utilizando esquemas que serão desenhados na lousa para representar o seu circuito montado.

Em seguida, o professor irá fazer na lousa um exercício exemplar de resistência equivalente, como apresentado a seguir:

Dois resistores idênticos, de 45Ω cada um, associados em série a uma bateria de 9 V. determine a resistência equivalente do circuito.

Logo após, o professor irá aplicar para os alunos dois exercícios que envolvam resistores equivalentes. (Tempo estimado: **10 minutos**)

- *Dois resistores, de 30Ω e 60Ω , são associados em série e ligados a uma bateria de 9,0 V. Determine a resistência equivalente do circuito.*
- *Três resistores, de 100Ω , 150Ω e 250Ω , são associados em série e ligados a um gerador de 12 V. Determine a resistência equivalente.*

Depois, irá fazer a correção destes dois exercícios na lousa. (Tempo estimado: **10 minutos**).

-Eventuais discussões – (tempo estimado: **5 minutos**)

Aula 7 (tempo total estimado: 45 minutos)

- Circuito elétrico em paralelo (tempo estimado: **20 minutos**)

No início da aula, o professor retomará o tipo de circuito estudado na aula anterior (aula 6). Em seguida, mostrará aos alunos o seu circuito em paralelo já montado, mostrando a diferença na disposição das lâmpadas e dos fios em relação ao circuito em série. Feito isso, utilizando a lousa, apresentará a resistência equivalente para as lâmpadas no circuito em paralelo, escrevendo a relação matemática para este circuito.

No momento seguinte, o professor fará um exercício exemplar utilizando o conceito de resistores em paralelo.

- *Dois resistores, um de resistência 10Ω e outro de 30Ω , associados em paralelo, ligados a uma fonte geradora de $9,0 \text{ V}$. Determine a resistência equivalente da associação.*

Depois disso, o professor aplicará exercícios de mesma família para os alunos, deixando alguns minutos para eles pensarem/resolverem os exercícios e depois fará a correção destes exercícios na lousa (tempo estimado: **20 minutos**).

- *Dois resistores, de 20Ω e 60Ω , associados em paralelo a uma fonte de 12 V . Determine a resistência equivalente da associação.*
- *Dois resistores idênticos, de 20Ω cada um, associados em paralelo, a uma bateria de 9 V . Determine a resistência equivalente do circuito.*

A partir dessas explicações e exercícios, o professor mostrará a diferença do brilho das lâmpadas entre as duas configurações de circuitos diferentes - em série e em paralelo - apresentando de maneira clara na lousa e matematicamente a diferença entre os dois tipos de circuitos. (tempo estimado: **5 minutos**).

Atividade 4

Tema: Mão na massa 2 - Tirando medidas e fazendo os cálculos

Objetivo

Esta atividade tem por finalidade permitir que os alunos consigam ver na prática a relação entre resistência, corrente e tensão. Além de proporcionar uma discussão que permita o aluno, identificar a diferença de um sistema ôhmico para um não ôhmico.

Motivação

Proporcionar aos alunos a habilidade de apropriação e utilização da primeira Lei de Ohm.

Recursos instrucionais: multímetro, giz e lousa.

Aula 8 (tempo total estimado: **45 minutos**)

- Refazendo os circuitos

No primeiro momento da aula o professor pedirá para os grupos se reunirem, com o intuito de que eles refaçam ou façam os circuitos, ou seja, os grupos que conseguiram montar o circuito, durante a

aula, em certa configuração terá que montar em outra configuração enquanto os grupos que não conseguiram montar os circuitos da maneira como foi proposto no desafio iram montar os circuitos, como foi proposto. (tempo estimado: 25 minutos).

No segundo momento o professor distribuirá, para cada grupo, os multímetros e em seguida explicará para toda a turma como medir a corrente e a tensão usando o multímetro. (tempo estimado: 20 minutos)

Comentários: Recomenda-se que o professor faça a explicação, de como usar o multímetro, para toda a turma, pois, de grupo em grupo, gasta muito tempo. É aconselhável fazer uma explicação para toda a turma e depois, para auxiliá-lo os grupos passe de grupo em grupo orientando-os. Os dados medidos pelos alunos devem ser guardados, porque na próxima aula esses valores serão utilizados, para realizar cálculos, usando a primeira Lei de Ohm. O professor poderá anotar os dados na lousa e pedir para que os alunos anotem em seus cadernos, além dele mesmo também guardar os dados para possíveis imprevistos.

Aula 9

- Fazendo os cálculos (tempo total estimado: **45 minutos**)

Nesta aula o professor irá anotar, na lousa, as medidas da tensão, da resistência e da corrente, obtidas pelos alunos na aula anterior, com o uso de um multímetro. Depois ele pedirá aos alunos que encontrem a resistência equivalente do circuito, usando a primeira Lei de Ohm e os dados fornecidos na lousa. (Tempo estimado: **15 minutos**). Em seguida pedirá aos alunos que verifiquem se a Lei é respeitada ou não, ou seja, verificar se o sistema é ôhmico ou não ôhmico, fazendo o cálculo teórico da resistência do LED, com os valores já conhecidos das tensões da fonte e valores da corrente nominal. (tempo estimado: **15 minutos**). Depois o professor deverá resolver os exercícios na lousa e fazer uma breve discussão dos resultados obtidos. (tempo estimado: **15 minutos**)

Pilha		1,5 V
Corrente do LED	do	20 ~ 25mA

Atividade 5

Tema: A Cidade: o grande circuito

Objetivo

Esta atividade tem o objetivo de retomar a questão problematizadora, e de promover uma discussão entre os alunos utilizando os conteúdos de circuito em série e em paralelo e relacionando-os com imagens, vídeos e notícias do dia a dia.

Motivação

Esta atividade tem o propósito de expandir o tema estudado, fazendo com que os alunos possam ter um olhar mais dinâmico a cerca deste conteúdo em relação ao cotidiano.

Recursos instrucionais: imagens, vídeos e textos.

Aula 10 (tempo total estimado: **45 minutos**)

Para esta aula, o professor levará os alunos para uma sala de vídeo que tenha disponível um computador e Datashow. Em seguida, os alunos ficarão dispostos em forma de roda de discussão e, a partir daí, o professor retoma a pergunta problematizadora feita na primeira atividade (aula 1): "*Como faço para acender várias lâmpadas ao mesmo tempo com um mesmo interruptor?*". Os alunos deverão responder a esta pergunta com base nas aulas aplicadas desse módulo, de forma que o professor interaja com os estudantes mostrando que em nossas casas, e em quaisquer outros lugares que estejam providos do uso de energia elétrica, há circuitos com o tipo de ligações que foram estudadas, principalmente as ligações em paralelo. Em consequência disso, o professor lançará a seguinte questão: *Qual é a fonte de energia para as nossas casas?* E por meio desta pergunta, os alunos deverão chegar na conclusão de que a fonte pode ser uma usina de energia elétrica. (tempo estimado: **10 minutos**)

Feito isso, o professor apresentará um vídeo acessando o link:

<https://www.youtube.com/watch?v=iRvarkUewlc>

Este vídeo mostra o anoitecer de uma cidade em Minas Gerais e o ligar das luzes públicas e das casas. O vídeo tem uma duração de 44 segundos. Depois de apresentar o vídeo, o professor mostrará a imagem a seguir.



Esta imagem é de uma reportagem. Trata-se da Região de Cotia em uma noite que houve falta de energia. O professor distribuirá esta à reportagem (que está em anexo) para os alunos lerem. Depois da leitura, lançará a seguinte questão: *Uma cidade é composta de que tipo de circuito: paralelo ou em série? Por que quando falta energia parte da cidade a outra parte ainda tem energia?* Estas questões tem o intuito de que os alunos cheguem à conclusão de que a cidade é composta por um grande circuito que contém tanto ligações em série quanto em paralelo e apresentar a eles o conceito de circuito misto. (tempo estimado: **20 minutos**)

Além disso, nesta etapa o professor abordará a questão na iluminação pública com os alunos, discutindo com eles a estrutura de funcionamento e com isso abordar temas como planejamento urbano de iluminação, citando o apagão ocorrido em 2009 e situações como o famoso "gato" e consequências de uma rede elétrica de transmissão subterrânea. (tempo estimado: **15 minutos**)

ANEXOS

Anexo 1: Questionário para os alunos - aula 1

Este questionário tem por objetivo saber quais conceitos e coisas do dia-a-dia que as palavras a seguir estão relacionadas.

Para responder esse questionário, não é necessário se basear nas aulas de física.

1) O que você entende por CORRENTE?

2) O que você entende por TENSÃO?

3) Pra você, qual o significado da palavra CIRCUITO?

Anexo 2: Montagem dos circuitos - aula 2 e 3

Instruções para a montagem dos circuitos

O intuito deste experimento é trabalhar os conceitos de circuito em série e circuito em paralelo. Para isso sugerimos neste módulo que os grupos a serem formados em sala de aula tenham de propósito quantidades de pilhas diferentes entre si para que as ligações feitas entre as lâmpadas de pingo d'água ou LEDs sejam apenas em série ou em paralelo. Para uma turma de 40 alunos, propomos a seguinte distribuição (tendo em vista que em alguns grupos a distribuição se repita):

- (i) 2 LEDs e 4 pilhas - 3 grupos; (configuração em série)
- (ii) 2 LEDs e 3 pilhas - 2 grupos; (configuração em série)
- (iii) 3 LEDs e 2 pilhas - 2 grupos. (configuração em paralelo)

Caso o professor relmente queira trabalhar com os LEDs, orientamos que indique aos alunos o sentido correto dos LEDs, pois que este tipo de dispositivo possui uma polaridade. O professor poderá desenhar na lousa o esquema de polarização do LED:



Imagem 1: Esquema de polaridade de um LED. Fonte: www.gentetuning.es, imagem modificada.

A imagem a seguir exemplifica uma montagem em série para o grupo quem estiver com uma montagem do tipo (i):



Imagem 2: Foto de um circuito em série utilizando LEDs.

A imagem 2 exemplifica o circuito em paralelo, correspondente ao caso (iii):



Imagem 3: Circuito em paralelo, utilizando apenas 2 LEDs.

Na aula 9 haverá uma discussão sobre o LED não ser um material ôhmico. Para isso, disponibilizamos uma leitura a respeito de diodos no anexo 6. Lembrando que caso o professor não trabalhe com LED, essa discussão pode ser desconsiderada, a menos que leve um circuito já pronto com LEDs, mostrando o sua diferença em relação a lâmpada incandescente.

Anexo 3: Montagem dos circuitos do professor - aula 6 e 7

A seguir apresentaremos uma imagem exemplo de circuito em série para o professor montar e levar em sala de aula para a atividade 3 (aula 6). Nesta montagem o professor utilizará:

- Fita adesiva
- 3 Lâmpadas pingo d'água
- Soquetes para lâmpadas pingo
- Suporte de papelão ou isopor
- 2 Pilhas de 1,5 V

O professor fará as ligações entre os soquetes conectando os fios e fixando-os com fita adesiva. Fixará os soquetes com as lâmpadas e a fonte com fita adesiva no suporte de papelão ou isopor. Na imagem 4 utilizamos um papelão e o encapamos com um papel presente.

Para ligar as lâmpadas, basta conectar os fios dos soquetes nos terminais da pilha utilizando as mãos.



Imagem 4: Circuito em série utilizando lâmpadas pingo d'água.

A seguir apresentaremos uma imagem exemplo de circuito em paralelo para o professor montar e levar em sala de aula para a atividade 3 (aula 7). Nesta montagem o professor utilizará:

- Fita adesiva
- 3 Lâmpadas pingo d'água
- Soquetes para lâmpadas pingo
- Suporte de papelão ou isopor
- 2 Pilhas de 1,5 V

De maneira semelhante ao circuito em série mostrando anteriormente, o professor fará as ligações entre os soquetes conectando os fios e fixando-os com fita adesiva e os fixará no suporte. Aqui, a ligação também será feita utilizando as mãos para conectar os fios do soquete nos terminais da pilha.



Imagem 5: Circuito em paralelo utilizando três lâmpadas e apenas uma pilha.

Anexo 4: Avaliação da atividade - aula 10

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

O professor quer, por meio dessa avaliação, identificar o que você entendeu dessa sequência de aulas.

1) O que você conseguiu entender dos conjuntos de atividades realizadas pelas estagiárias sobre eletricidade e circuitos?

2) Das atividades trabalhadas, alguma coisa não ficou clara? Se sim, quais?

3) O que mais te chamou a atenção nas atividades? Por quê?

4) As atividades trabalhadas despertou algum interesse em você pelo assunto? Por que? Você pesquisou sobre o tema ou realizou alguma atividade semelhante em casa?

cotidiano

Colunista da Folha relata falta de energia por 48 horas em Cotia

ANTONIO PRATA
COLUNISTA DA FOLHA

16/01/2015 © 02h00

Terça, 17h30. Chove forte, a luz acaba. Ligo pra Eletropaulo. A gravação me atende. É aquele cara bonzinho que conheço de outros carnavais, acho que da NET. Antes, ele dizia, "entendi, você digitou três, comprar jogos, vamos lá!", e sua voz terna fazia eu me sentir menos só neste mundo hostil. Agora, não é diferente: ele informa que pelo número do meu telefone já sabem do problema e equipes estão trabalhando para restabelecer a energia "o mais rápido possível". Fico tranquilo. Que empresa eficiente!

Terça, 20h33. A luz não voltou, o que me faz pensar que "o mais rápido possível" talvez diga mais sobre a possibilidade do que sobre a rapidez. Amyr Klink levou cem dias pra cruzar o Atlântico num barquinho a remo e tenho certeza de que veio "o mais rápido possível". Ligo outra vez pro amigão. Ele tem boas novas. A equipe já está trabalhando no local e a volta da luz está prevista pras 21h. Ótimo!

Terça, 21h13. A luz não voltou. Ligo de novo. "Se você quer reportar queda de energia, digite 2". Como assim, amigão? Sou eu, aquele da NET, aquele cuja energia ia voltar às nove, esqueceu? Não me reconhece mais? Cadê a minha equipe?



Terça, 23h31. Nada de luz. A bateria do celular tá no vermelho. A do laptop, na metade. Ligo outra vez. Nova previsão, 1h30. Antes de dormir, otimista, plugo o celular no carregador. Espero acordar de madrugada com aquele "plim" do início da recarga. (Gargalhadas).

Quarta, 6h? 8h? Não sei, a luz não voltou e o celular morreu. Acordo com o choro da minha filha. Dou a mamadeira (fria), saio pra comprar gelo e aproveito pra carregar o celular no carro. Ligo pro amigão. A previsão é 11h30. Nenhuma explicação, nenhum "ao contrário do previsto", nenhum pedido de desculpas, picas. Boto panelas com gelo na geladeira e no freezer. Às 11h, o laptop também me abandona. Vou trabalhar na minha irmã? Melhor esperar um pouco. A luz já deve estar voltando. Eles não iam errar na previsão tantas vezes, iam? (Gargalhadas históricas).

Quarta, 13h27. O amigão vem com aquele papo de "o mais rápido possível". Regredimos na relação, novamente. Sinto saudades de atendentes mal-humoradas com vozes anasaladas dizendo "sem previsão, senhor". O nome daquilo, percebo agora, era transparência.

Quarta, 16h42. Nova previsão: 18h. Quarta, 18h30. Saio pra comprar mais gelo. Minha mulher me faz jurar que vou parar de ligar pro amigão. Isso já não é mais ansiedade, é síndrome de Estocolmo. Quebro o juramento. Continuo ligando pro amigão. A cada duas horas, mais ou menos, ele me diz que a luz voltará dali a duas horas.

Quinta, 8h30, enchemos uma mala térmica com o gelo que sobrou, botamos dentro todo o conteúdo do freezer, pegamos os laptops e vamos trabalhar na casa dos outros. A energia só é restabelecida lá pelas 17h, 48 horas depois. Voltando pra casa, umas duas esquinas antes de chegar, vejo o homem que vende frutas, poltroninhas, minimacacões de F1 e, na Copa, vendia bandeirolas e camisas da seleção; ele agora oferece lampiões a pilha. Ótima ideia. Péssimo sinal. (Gargalhadas aflitas). ★★

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/01/1575899-colunista-da-folha-relata-falta-de-energia-por-48-horas-em-cotia.shtml>

Anexo 6: Sobre o funcionamento dos LEDs

Os LEDs são diodos que emitem luz quando conectados a uma fonte. A parte física de um LED é composta por um material semicondutor. Quando ligamos um LED, os elétrons fluem apenas para um direção, pulando de uma camada para a outra. Para uma melhor explicação, selecionamos o texto a seguir da página *howstuffworks*:

Um **diodo** é o tipo mais simples de semicondutor. De modo geral, um semicondutor é um material com capacidade variável de conduzir corrente elétrica. A maioria dos semicondutores é feita de um condutor pobre que teve **impurezas** (átomos de outro material) adicionadas a ele. O processo de adição de impurezas é chamado de **dopagem**.

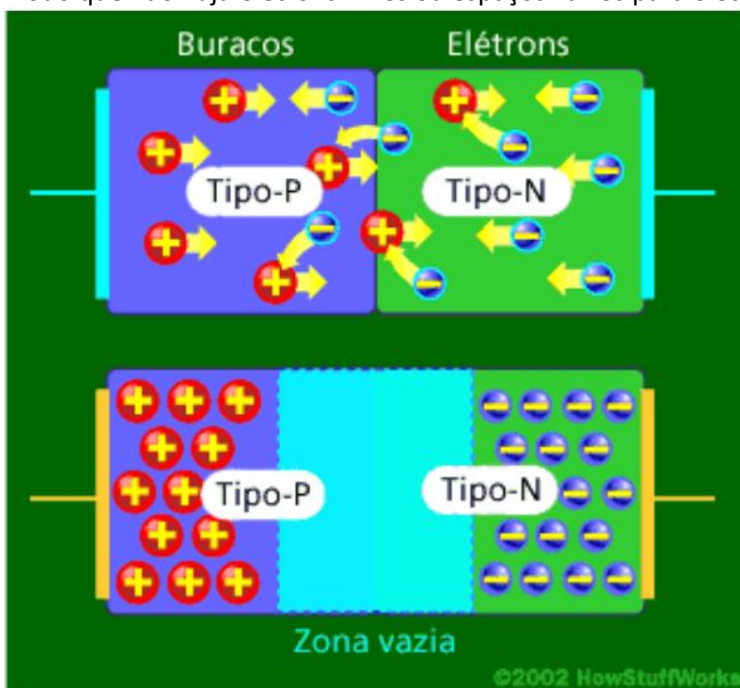
No caso dos LEDs, o material condutor é normalmente **arseneto de alumínio e gálio** (AlGaAs).

No arseneto de alumínio e gálio puro, todos os átomos se ligam perfeitamente a seus vizinhos, sem deixar **elétrons** (partículas com carga negativa) livres para conduzir corrente elétrica. No material dopado, átomos adicionais alteram o equilíbrio, adicionando elétrons livres ou criando **buracos** onde os elétrons podem ir. Qualquer destas adições pode tornar o material um melhor condutor.

Um semiconductor com elétrons extras é chamado **material tipo-N**, já que tem partículas extras carregadas **negativamente**. No material tipo-N, elétrons livres se movem da área carregada negativamente para uma área carregada **positivamente**.

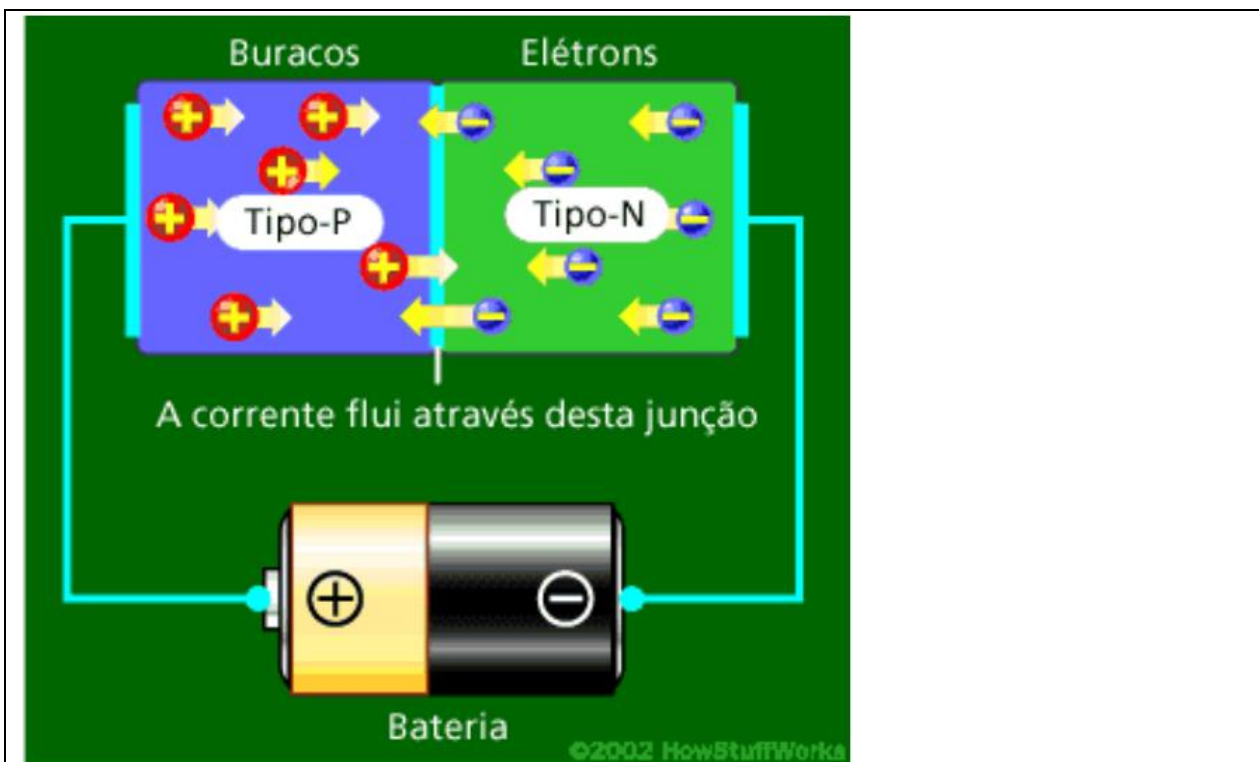
Um semiconductor com buracos extras é chamado **material tipo-P**, já que ele efetivamente tem partículas extras carregadas positivamente. Os elétrons podem pular de buraco em buraco, movendo-se de uma área carregada negativamente para uma área carregada positivamente. Como resultado, os próprios buracos parecem se mover de uma área carregada positivamente para uma área carregada negativamente.

Um diodo é composto por uma seção de material tipo-N ligado a uma seção de material tipo-P, com eletrodos em cada extremidade. Essa combinação conduz eletricidade apenas em um sentido. Quando nenhuma voltagem é aplicada ao diodo, os elétrons do material tipo-N preenchem os buracos do material tipo-P ao longo da **junção** entre as camadas, formando uma **zona vazia**. Em uma zona vazia, o material semiconductor volta ao seu **estado isolante** original - todos os buracos estão preenchidos, de modo que não haja elétrons livres ou espaços vazios para elétrons, e assim a carga não pode fluir.



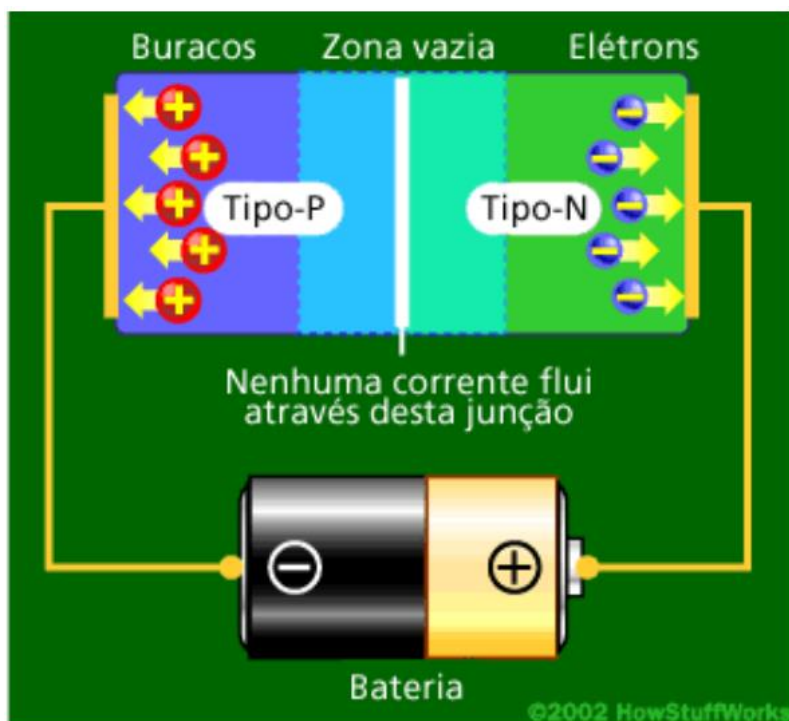
Na junção, elétrons livres do material tipo-N preenchem buracos do material tipo-P. Isto cria uma camada isolante no meio do diodo, chamada de zona vazia.

Para se livrar da zona vazia, você precisa que elétrons se movam da área tipo-N para a área tipo-P e que buracos se movam no sentido inverso. Para fazer isto, você conecta o lado tipo-N do diodo ao terminal negativo do circuito e o lado tipo-P ao terminal positivo. Os elétrons livres no material tipo-N são repelidos pelo eletrodo negativo e atraídos para o eletrodo positivo. Os buracos no material tipo-P se movem no sentido contrário. Quando a diferença de potencial entre os eletrodos é alta o suficiente, os elétrons na zona vazia são retirados de seus buracos e começam a se mover livremente de novo. A zona vazia desaparece e a carga se move através do diodo.



Quando o terminal negativo do circuito é preso à camada tipo-N e o terminal positivo é preso à camada tipo-P, elétrons e buracos começam a se mover e a zona vazia desaparece

Se você tentar mover a corrente no sentido oposto, com o lado tipo-P conectado ao terminal negativo do circuito e o lado tipo-N conectado ao pólo positivo, a corrente não fluirá. Os elétrons negativos no material tipo-N são atraídos para o eletrodo positivo. Os buracos positivos no material tipo-P são atraídos para o eletrodo negativo. Nenhuma corrente flui através da junção porque os buracos e os elétrons estão cada um se movendo no sentido errado.



Quando o terminal positivo do circuito está ligado à camada tipo-N e o terminal negativo está ligado à camada tipo-P, elétrons livres são coletados em um terminal do diodo e os buracos são coletados em outro. A zona vazia se torna maior.

Para mais informações, acesse: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/led.htm>

Referências bibliográficas

- Ilustração da capa:
<http://blogdacs.wordpress.com>;
<http://www.archdaily.com.br>
- Imagens dos símbolos do circuito foram tiradas dos seguintes sites:
http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/corrente/circulo_eletrico/;
<http://www.geocities.ws/saladefisica8/eletrodinamica/serie.html>; ;
http://www.mocho.pt/search/local.php?info=local/fisica/8ano/electricidade/c_e.info;
<http://www.paulobrites.com.br/wp-content/uploads/2014/02/L%C3%A2mpada-s%C3%A9rie.png> (com alterações) .
- Referente à imagem do circuito simples:
<http://vicvinprojetos.blogspot.com.br/2013/06/circuitos-simples.html>

CrITÉRIOS

ESCALA 1 a 4

Organização geral e fluxo	4
Clareza e detalhamento das orientações	4
Qualidade das atividades	4
Diversidade das atividades	4
Apoio ao professor	3
Qualidade do texto	4
Estimativa temporal	4
total - 27 pt - 9,6	