



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS PARA O ENSINO
FUNDAMENTAL

Rojans Coqueiro Rodrigues

&

Marta Feijó Barroso

Material instrucional associado à
dissertação de mestrado de Rojans
Coqueiro Rodrigues, apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física, Instituto de Física, da Universidade
Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Dezembro de 2020

Sumário

Apresentação para o Professor	3
Apresentação para o Aluno	9
Atividade 1 – Lâmpada, pilha e fio.	10
Experiência 1	10
Trabalho de casa 1 – Circuitos simples	11
Definição 1 - Circuito	11
Atividade 2 – Acende ou não acende.	12
Experiência 1	13
Definição 2 - Condutores e isolantes (uma definição preliminar)	14
Trabalho de casa 2 – Condutores e isolantes na lâmpada e no soquete.	14
Atividade 3 – Fechado ou aberto.	15
Experiência 1	16
Experiência 2	18
Definição 3 - Corrente elétrica	18
Trabalho de casa 3 – Corrente elétrica.	19
Simbologia convencional de circuitos elétricos	22
Atividade 4 – Lâmpadas e mais lâmpadas	24
Experiência 1	24
Experiência 2	26
Trabalho de casa 4 – Lâmpadas em série e paralelo e continuidade da corrente elétrica.	27
Definição 4 - Resistividade, condutores e isolantes	29
Definição 5 – Resistência de um condutor	29
Definição 6 - Resistores	30
Atividade 5 – Medindo a Corrente elétrica	32
Experiência 1	35
Experiência 2	37
Experiência 3	37
Experiência 4	38
Trabalho de casa 5 – Princípio da conservação da corrente e Lei dos nós	40
Definição 4 - Conservação da corrente elétrica	40
Definição 5 – 1ª Lei de Kirchhoff (Lei dos nós)	41
Atividade 6 – Sapos, pilhas e baterias?	43
Experiência 1	45
Definição 6 - Tensão	46
Experiência 2	47
Definição 7 - Diferença de potencial (d.d.p.) ou queda de tensão	48
Experiência 3	48
Trabalho de casa 6 – Pilhas e mais pilhas	49
Atividade 7 - Potência	52
Definição 8 - Potência elétrica	53
Trabalho de casa 7 – Relação entre potência, tensão e corrente.	56
Equação 1 - Potência de um equipamento elétrico.	56
Atividade 8 – O que é cobrado na “conta de luz”?	58
Definição 9 – Conservação de energia elétrica em circuitos	58
Classificando os eletrodomésticos quanto à transformação de energia	59
Equação 2 – Quantidade de energia elétrica “consumida”	59
Trabalho de casa 8 – Quem é o vilão da conta?	62

Apresentação para o Professor

Caro colega,

Neste trabalho é apresentada uma sequência didática sobre circuitos elétricos para o 8º ano do Ensino Fundamental. Este tema é proposto pela unidade temática **Matéria e Energia**, para a qual os objetos de conhecimento e habilidades são apresentados no Quadro B.1. Entende-se que a sequência atende parcialmente estes direitos de aprendizagem, podendo ser complementada e/ou ajustada a cada contexto escolar, ou seja, não se pretende estabelecer um material único e definitivo.

OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Fontes e tipos de energia	(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. (EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.
Circuitos elétricos	(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
Transformação de energia	(EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).
Cálculo de consumo de energia elétrica	(EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.
Uso consciente de energia elétrica	(EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.

Quadro 1: Unidade temática Matéria e energia para o 8º ano do Ensino Fundamental.

Fonte: Brasil 2017, p. 348 – 349.

A sequência didática se detém apenas nos conceitos e fenômenos da eletrodinâmica, e possibilita o acesso a conhecimentos científicos historicamente construídos e a aproximação dos estudantes aos processos, procedimentos e práticas de investigação. Ela foi organizada em trabalhos práticos de construção circuitos simples e

análise de fenômenos. Nesse contexto, sob a sua orientação, pretende-se apoiar as atividades de manipulação e familiarização de componentes eletroeletrônicos pelos alunos, além de propiciar a observação de fenômenos e a formação gradual de modelos mentais que incorporem os conceitos científicos aceitos, através de raciocínios indutivos e dedutivos, aos já apresentados por eles.

Os roteiros e o *kit* foram desenvolvidos para aplicação em salas de aula com os alunos organizados em grupos com cerca de quatro alunos, visando a interação entre eles e o desenvolvimento da autonomia, e não é estabelecido um número padrão de alunos por turma para aplicação do material. Então, dependendo da estrutura física da escola e outros fatores, fica a seu critério a definição da quantidade mais adequada de alunos por grupo.

Novos componentes eletroeletrônicos são apresentados a cada etapa, a fim de facilitar a construção dos circuitos e a compreensão da função de cada um deles. Contudo, vale ressaltar que não se espera deles a redescoberta individual, ou em grupos, dos conceitos científicos, mas que sejam conduzidos num processo de comunicação, orientado por você, dos conhecimentos cientificamente aceitos, com apoio das atividades.

Na Tabela 1 são listadas as atividades, os componentes de circuitos que são apresentados em cada uma delas, bem como o conceito físico que as norteia e o número proposto de horas/aula.

Para realização das atividades experimentais propostas pela sequência didática, foi desenvolvido um *kit* com componentes elétricos e eletrônicos de pequenas dimensões. A escolha dos materiais se deu com os objetivos de facilitar a manipulação por parte dos alunos, de ser o mais intuitivo possível, para que eles dedicassem o máximo de tempo possível à análise dos fenômenos e discussões conceituais e não à simples manipulação dos materiais. A maior dificuldade no desenvolvimento do *kit* foi a obtenção de lâmpadas incandescentes com base roscada de baixa voltagem e seus respectivos soquetes. Estes itens caíram em desuso e sua comercialização é restrita a poucas empresas que ainda os possuem em estoque ou em sites de venda especializada. Por isto, se faz necessário a busca por materiais que atendem as especificidades didáticas das lâmpadas pingo d'água. A Figura 1 apresenta uma visão geral dos itens que compõe o *kit*, descritos na Tabela 2.

Os itens 1, 3, 4, 5, 6 e 8 são facilmente encontrados em lojas especializadas de componentes eletrônicos, e os conectores dos fios e do suporte de pilhas foram soldados

para facilitar a construção dos circuitos. Os motores DC são retirados de impressoras e foram comprados em uma loja de sucata eletrônica e as células fotovoltaicas em sites de comércio. Em todas as construções de circuitos com essas fontes são obtidas tensões da ordem máxima de 10 V, o que minimiza os riscos de choques elétricos.

ID	Atividade	Componentes de circuitos apresentados na atividade	Conceito abordado	Nº de aulas
01	Lâmpada, fio e pilha	pilha comum 1,5 V, lâmpada incandescente e fio flexível de cobre.	Circuito	1
02	Acende ou não acende	conectores jacaré, soquete, e objetos condutores e isolantes.	Condutores e isolantes	1
03	Fechado ou aberto	suporte para duas pilhas, interruptores, diodos retificadores.	Corrente elétrica e convenção de um sentido	2
04	Lâmpada e mais lâmpadas		Resistividade, resistência e resistores	2
05	Medindo a corrente elétrica	fio de níquel-cromo (filamento incandescente e reostato), amperímetro digital, motor elétrico, LED, <i>buzzer</i> .	Conservação da corrente elétrica e Lei dos nós	3
06	Sapos, pilhas e baterias?	voltímetro digital, célula fotovoltaica, gerador.	Tensão e diferença de potencial	2
07	Potência		Potência	1
08	O que é cobrado na “conta de luz”?		Consumo de energia elétrica	2

Tabela 1: Atividades da Sequência didática proposta.

Além dos itens apresentados na Figura 2, em atividades específicas são disponibilizados para cada grupo um multímetro digital, como o exemplificado na Figura 3, e um resistor variável construído com uma régua de madeira com 30 centímetros, dois bornes para pino banana, e um comprimento de fio de níquel cromo de 110 Ω/m , apresentado na Figura 4.

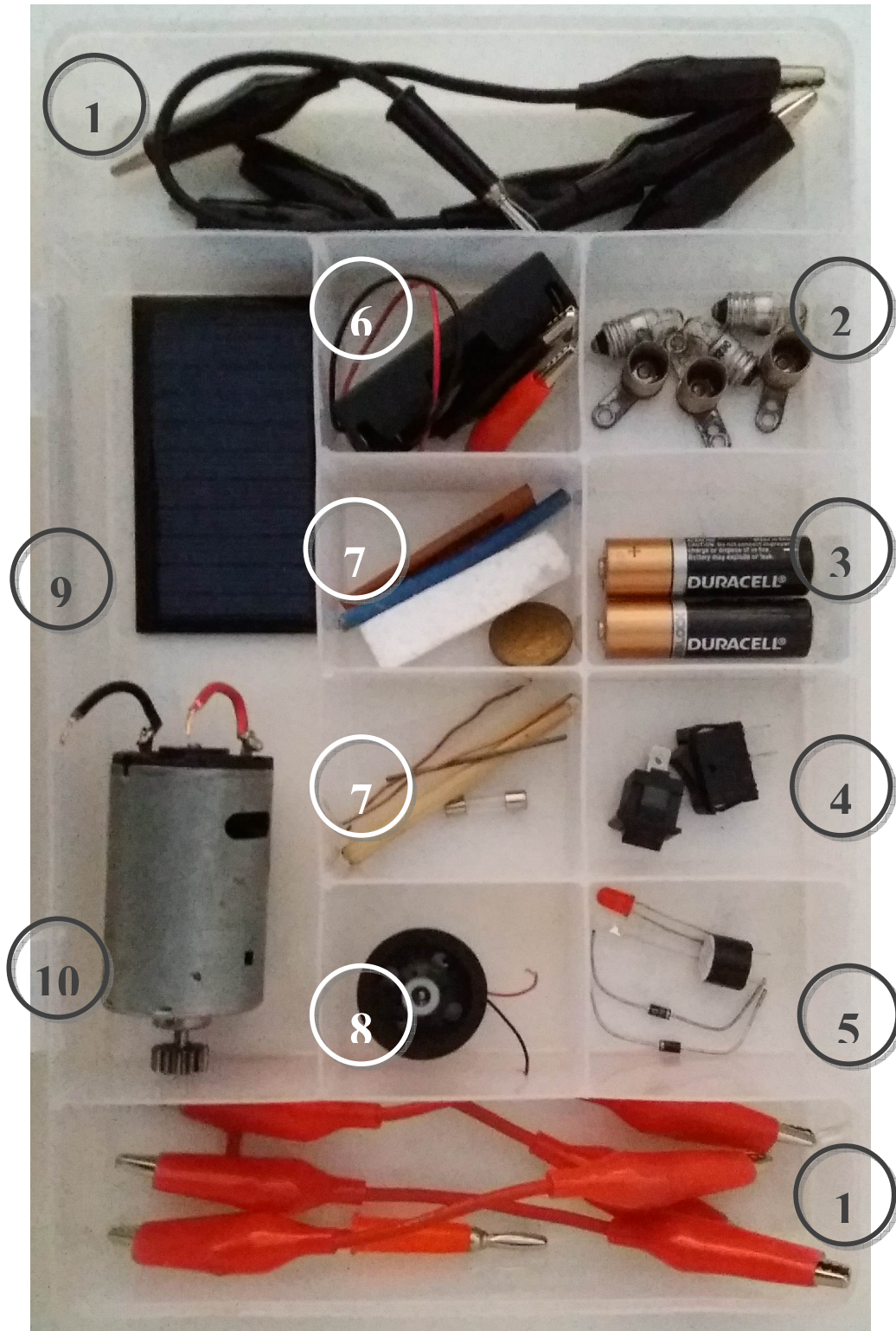


Figura 1: Itens do kit experimental.

ID	Descrição	Quant.
1	Fios de cobre banana/jacaré preto	1
	Fios de cobre banana/jacaré vermelho	1
	Fios de cobre jacaré/jacaré preto	3
	Fios de cobre jacaré/jacaré vermelho	3
	Fio de cobre com as pontas desencapadas	1
2	Lâmpadas pingo d'água de 2,5 V (Modelo GE 222)	3
	Soquete para lâmpada E10 tipo rosca	3
3	Pilhas alcalinas AA	2
4	Chave gangorra com 2 terminais	2
5	LED vermelho 5 mm	1
	LED branco 5 mm	1
	<i>Buzzer</i> ativo 5,0 V	1
	Diodos retificadores 1N4004	2
6	Suporte para 2 pilhas AA	1
7	Materiais condutores e isolantes diversos	
8	Motor DC 5,9 V	1
9	Mini célula fotovoltaica (aproximadamente 5V)	1
10	Motor DC 12 V	1

Tabela 2: Itens do kit experimental



Figura 3: Multímetro digital.



Figura 4: Resistor variável com fio de níquel cromo.

Apresentação para o Aluno

Caro aluno,

É provável que você esteja habituado com equipamentos elétricos do dia a dia; ligar uma lâmpada ou conectar um aparelho na tomada não deve lhe parecer uma tarefa complicada. Da mesma forma, palavras como **energia**, **corrente elétrica**, **condutores**, **tensão** devem lhe parecer familiares. Mas você teria a mesma facilidade para explicar como esses equipamentos funcionam? Conseguiria com a mesma agilidade acender lampadzinhas de lanterna com pilhas, fios? Ou, saberia diferenciar cada um dos termos sobre eletricidade citados acima?

Este material foi elaborado na forma de tutoriais para lhe auxiliar na realização de algumas atividades sobre eletricidade. Nelas você trabalhará em desafios práticos, construirá circuitos elétricos, observará fenômenos e registrará suas ideias que podem ou não ser confrontadas. Tudo isso de forma bem segura – não precisa ter medo de choques elétricos. Assim, você é agora convidado a participar ativamente dos problemas lançados, com ações e reflexões; e sob a orientação do seu professor, avançar na compreensão de equipamentos, fenômenos e conceitos elétricos, tão presentes e necessários atualmente. Você está pronto para este desafio?

Desejamos um bom trabalho!

Os autores

Atividade 1 – Lâmpada, pilha e fio



Esta primeira atividade tem por objetivo a construção de circuitos elétricos simples. Para tal, o seu grupo receberá uma pequena lâmpada incandescente de lanterna, uma pilha comum e um pedaço de fio flexível com as pontas desencapadas.



Figura 1.1: Materiais da Atividade 1

Experiência 1

Conecte os materiais recebidos de diversas maneiras, com a finalidade de acender a lâmpada. Desenhe no quadro abaixo o maior número de tentativas, separando-as em dois grupos: as que a lâmpada acendeu, e aquelas em que não acendeu.

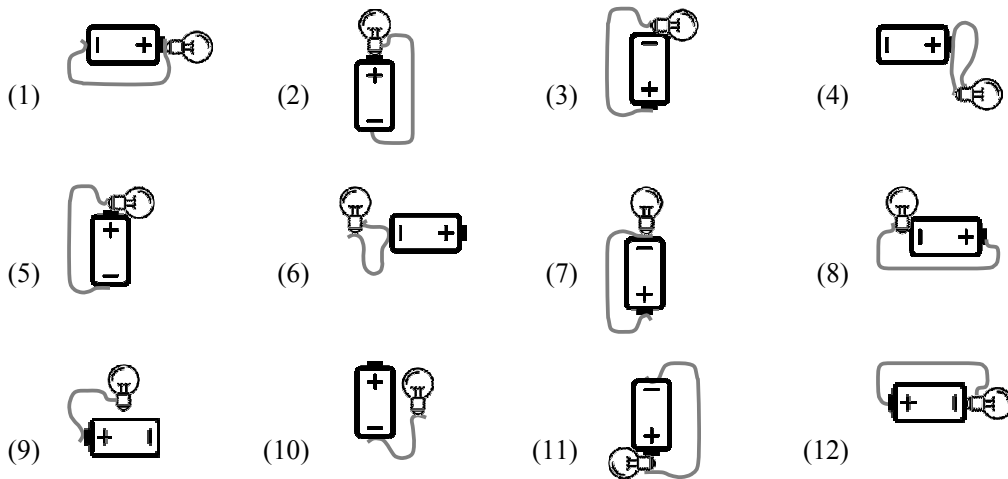
	

Questão 1 – Vocês deveriam ter encontrado ao menos quatro arranjos diferentes que acendem a lâmpada. Como esses arranjos se assemelham? Como eles diferem dos arranjos em que a lâmpada não acendeu?

Questão 2 – Aponte quais condições devem ser atendidas para que a lâmpada acenda.

Trabalho de casa 1 – Circuitos simples

Questão 1 – Observe os circuitos representados abaixo, compostos por uma pilha, um fio desencapado e uma lâmpada incandescente de lanterna; em seguida assinale em quais deles você considera que a lâmpada acenderá:



Definição 1 - Circuito

O dicionário Michaelis define o verbete circuito como:

1 Linha que limita inteiramente uma superfície; contorno, perímetro. - 2 A parte que circunda alguma coisa; cerco, cinto, cinturão. - 3 Espaço natural ou artificialmente delimitado ao redor de uma área; percurso, pista, volta. - 4 Movimento circular; giro, volteio.



Atividade 2 – Acende ou não acende

Nesta atividade será testado o funcionamento de um circuito elétrico simples quando nele é inserido um item de teste. Serão utilizados uma pilha comum, uma lâmpada incandescente de lanterna, um soquete compatível, dois fios com conectores jacaré e itens diversos para teste, que serão utilizados um a um.



Figura 2.1: Materiais da Atividade 2

Exercício 1 – Desenhe no quadro abaixo um esquema para o circuito que será construído pelo seu grupo. Ele deve ser composto por uma lâmpada incandescente enroscada no soquete, uma pilha, fios com conectores jacarés e um material de teste genérico.

 	
<small>(Ao desenhar os fios não represente os conectores, utilize apenas traços contínuos para indicá-los. Após desenhar, discuta a configuração do circuito com o professor.)</small>	

Experiência 1

Construa o circuito proposto por você na atividade anterior e teste cada material oferecido pelo *kit*, um por um; faça o mesmo com outros a que tiver acesso, e verifique o funcionamento da lâmpada em cada caso.

Quanto ao funcionamento da lâmpada, discuta com seu grupo possíveis classificações para os materiais testados.



ATENÇÃO

Mantenha a lâmpada acesa apenas pelo tempo necessário para observação. Deixá-la iluminando por um longo período causa o esgotamento precoce da pilha.

Questão 1 – Elabore um quadro no espaço abaixo agrupando os materiais conforme as classificações adotadas.

--

Questão 2 – Qual o comportamento da lâmpada em cada grupo?

Questão 3 – Defina, em equipe, uma nomenclatura para as classificações construídas.

Questão 4 – Dentro das classificações desenvolvidas por sua equipe, identifique em qual delas se enquadra o **ar**.

Questão 5 – O fato do item de teste estar mais próximo do terminal “ + ” ou “ - ” da bateria interfere nos resultados obtidos? Discuta esta questão com sua equipe e teste novamente.

Definição 2 - Condutores e isolantes (uma definição preliminar)

Materiais que permitem que uma lâmpada acenda, no circuito de teste utilizado na Atividade 2, são denominados de condutores. E, aqueles que mantêm a lâmpada apagada são isolantes.

Trabalho de casa 2 – Condutores e isolantes na lâmpada e no soquete.

Questão 1 – Observe cuidadosamente a Figura B.3 e classifique as partes da lâmpada como condutores ou isolantes.

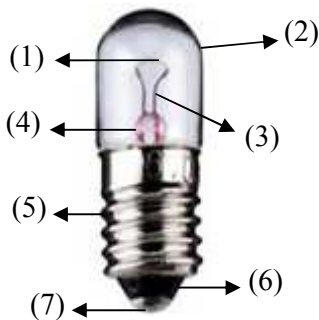


Figura 2.2: Detalhe de uma lâmpada incandescente

- (1) _____
- (2) _____
- (3) _____
- (4) _____
- (5) _____
- (6) _____
- (7) _____

Questão 2 – Observe cuidadosamente a Figura B.4 e classifique quais partes do soquete como condutores ou isolantes.

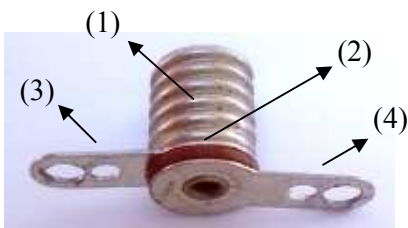


Figura 2.3: Detalhe de um soquete

- (1) _____
- (2) _____
- (3) _____
- (4) _____

Atividade 3 – Fechado ou aberto

Nas atividades anteriores, foram construídos circuitos formados por uma pilha, uma lâmpada com ou sem soquete e fios e, a partir do funcionamento da lâmpada, foi possível classificar alguns materiais como condutores ou como isolantes.

Agora observaremos o comportamento de circuitos quando inserimos outros componentes de circuito – chaves e diodos. Estão disponíveis para realização das experiências, além desses dois novos itens, uma lâmpada incandescente, soquete, fios, condutores genéricos e duas pilhas com suporte.



Figura 3.1: Materiais da Atividade 3

Exercício 1 – Observe as partes do suporte de pilha e assinale qual esquema melhor representa a instalação mais adequada de duas pilhas no suporte

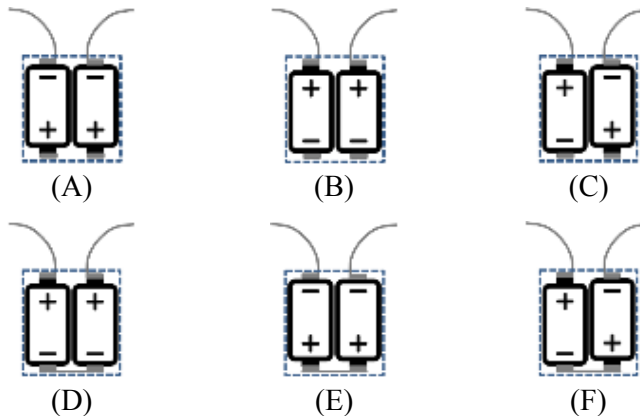


Figura 3.2: Detalhe de um suporte de pilhas

Exercício 2 – A figura a seguir apresenta uma chave tipo faca. Observe-a atentamente e identifique objetos similares no trailer de “Victor Frankenstein”

<https://www.youtube.com/watch?v=duE2Rp0c4W8>



Figura 3.3: Detalhe de uma chave tipo faca

A) Discuta com seu grupo a função deste equipamento em um circuito.

B) Você pode relacioná-la com algum objeto de seu cotidiano?

Experiência 1

Observe o circuito representado no Quadro 2. As Caixas A e B são espaços reservados para testar componentes eletrônicos, materiais condutores ou isolantes presos com as garrinhas. Construa o circuito com uma chave gangorra e um condutor nas Caixas A e B.

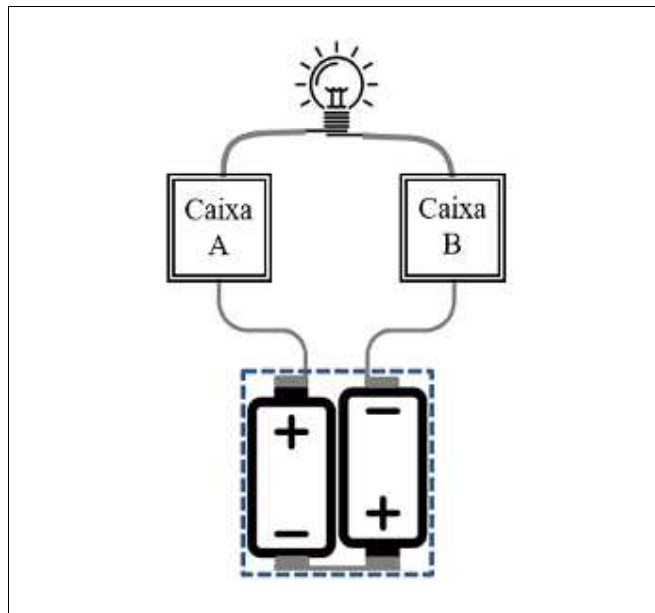


Figura 3.4: Circuito da Atividade 3

Questão 1 – Com o circuito montado, a lâmpada ficou acesa ou apagada? Dentre as classificações fechado ou aberto, qual melhor representa o estado do circuito? Justifique sua resposta.

(Confirme sua resposta com o professor.)

Questão 2 – Caso o circuito esteja fechado, o que pode ser feito para abri-lo, sem desfazer nenhuma conexão? E vice e versa?

Questão 3 – Em qual posição da chave o circuito permanece fechado: “O” ou “I”?



Questão 4 – O fato de a chave ser conectada na Caixa A ou na Caixa B interfere nos resultados obtidos? E inverter a chave numa mesma posição? Discuta estas questões com sua equipe e se desejar teste novamente.

Questão 5 – A partir das suas observações nas questões anteriores explique o funcionamento da chave gangorra.

Experiência 2

Construa o circuito da Figura 3.4 com um diodo e um condutor nas Caixas A e B. Em seguida, analise o funcionamento da lâmpada para diferentes instalações.

Questão 1 – Desenhe no quadro abaixo suas tentativas, separando-as em dois grupos: as que a lâmpada acendeu e aquelas em que não acendeu.

Questão 2 – Qual a função do diodo neste circuito? Faça inferências sobre o funcionamento deste componente eletrônico.

Definição 3 - Corrente elétrica

Com base nas observações feitas nas atividades anteriores, faremos as seguintes suposições:

- 1 - Há um fluxo, que denominaremos de corrente elétrica, que se estabelece em um ciclo completo formado por condutores conectados aos terminais de uma bateria (ou pilha) não esgotada.
- 2 - Para lâmpadas idênticas, a luminosidade emitida por cada uma pode ser usada com um indicador da intensidade da corrente elétrica através delas: quanto mais brilhante, maior a corrente.

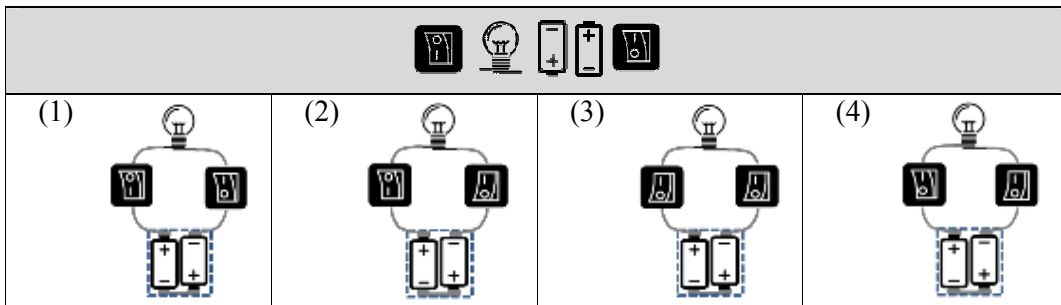
3 - Este fluxo percorre continuamente todos os componentes de um circuito completo – lâmpada, bateria, fios, chaves etc. – e é extinguido quando o circuito é aberto, independentemente da posição em que a interrupção é feita.

4 - Por conveniência, convencionou-se que o sentido da corrente elétrica é do terminal positivo para o negativo através do circuito.

Obs.: embora haja uma relação entre a intensidade corrente elétrica estabelecida e a quantidade de energia dispensada no circuito, essas duas grandezas não são iguais.

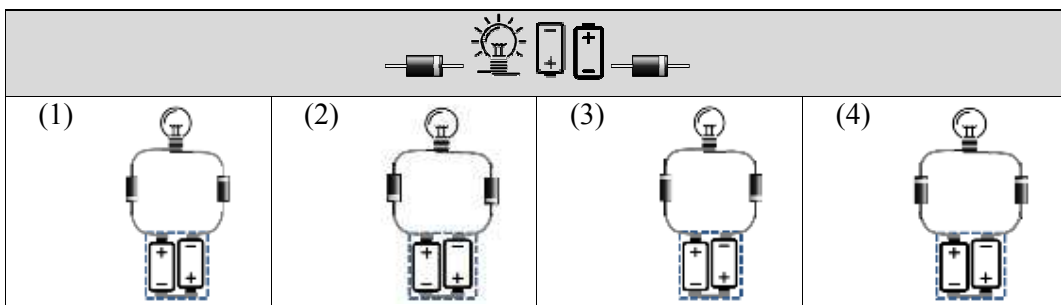
Trabalho de casa 3 – Corrente elétrica.

Exercício 1 – Observe os circuitos apresentados no quadro abaixo compostos por pilhas, uma lâmpada enroscada no soquete, duas chaves e fios para as conexões.



Em qual(is) montagem(ns) existirá corrente elétrica? Justifique.

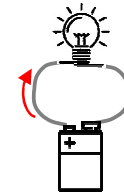
Exercício 2 – Observe os circuitos apresentados no quadro abaixo compostos por pilhas, uma lâmpada enroscada no soquete, dois diodos e fios para as conexões.



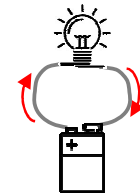
Em qual(is) montagem(ns) existirá corrente elétrica? Justifique.

Questão 1 – A partir das definições estabelecidas e das observações realizadas nos experimentos, considere o debate entre três estudantes sobre o funcionamento de um circuito elétrico, bem como, os esquemas produzidos por cada um deles. Qual deles sustenta um argumento adequado à definição de corrente elétrica desenvolvida?

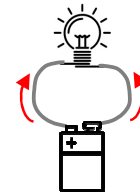
Estudante 1: *Existe um fluxo no circuito que é apenas da bateria para a lâmpada. Sabemos que é assim, porque uma bateria pode acender uma lâmpada, mas uma lâmpada não pode fazer nada sem uma bateria.*



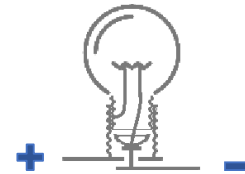
Estudante 2: *Quando a lâmpada está acesa, há um fluxo da bateria para a lâmpada. Há também um fluxo igual da lâmpada de volta para a bateria.*



Estudante 3: *Há dois fluxos da bateria para a lâmpada, um positivo (+) e um negativo (-). Quando os dois se encontram na lâmpada, geram uma descarga e fazem com que ela acenda.*



Questão 2 – Avalie os diferentes esquemas produzidos por estudantes sobre a corrente elétrica numa lâmpada incandescente conectada por meio de um soquete e fios condutores aos terminais de uma bateria.



<p>Estudante 1</p>	<p>Estudante 2</p>	<p>Estudante 3</p>
<p>Estudante 4</p>	<p>Estudante 5</p>	<p>Estudante 6</p>

Leia o texto abaixo e assista o vídeo, ambos disponíveis no mesmo endereço eletrônico, e responda ao que se pede.

Oxidação do filamento de tungstênio de uma lâmpada com bulbo quebrado.

Uma lâmpada é um objeto muito simples e comum. Entretanto para chegar a esse objeto um longo caminho foi percorrido. Thomas Edson foi o primeiro a construir uma lâmpada incandescente realmente funcional, com brilho e tempo de vida altos. Para isso ele teve que fazer vários e vários testes. O principal empecilho era a oxidação e ou fusão do filamento.



Quando uma corrente elétrica passa por um condutor, parte da energia elétrica é transformada em calor por um fenômeno conhecido como efeito Joule. Usando esse princípio Thomas Edson começou a fazer suas lâmpadas, primeiramente usando filamento de carvão, depois de bambu e por último de celulose que eram aquecidos por efeito joule até emitirem luz (incandescência). A grande sacada de Thomas Edson foi usar bulbos de vidro com vácuo; dessa forma os filamentos estavam parcialmente isolados do oxigênio da atmosfera e não oxidavam facilmente. Isso aumentou muito a vida útil das lâmpadas. Hoje em dia as lâmpadas são feitas com filamento de Tungstênio, um metal com ponto de fusão extremamente elevado (3000°C), que mesmo assim ainda precisa ficar isolado do oxigênio atmosférico.

Para isso é injetado um gás inerte, normalmente o argônio, a baixas pressões. O vídeo, em câmera lenta, mostra o efeito do oxigênio no filamento de tungstênio. Após o contato com a atmosfera o filamento dura poucos segundos, pois é completamente oxidado.

Texto 3.1: Oxidação do filamento de tungstênio de uma lâmpada com bulbo quebrado

Fonte: Ciência Tube (2009)¹

Questão 3 – Com base na leitura do texto, explique o que é efeito Joule e incandescência.

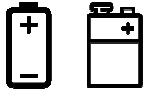
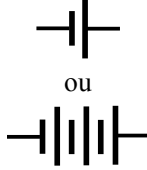

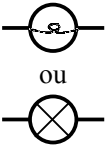








Questão 4 – O que ocorre com a corrente elétrica quando o filamento é completamente oxidado?

¹ Disponível em <<http://www.cienCIATube.com/2009/04/oxidacao-do-filamento-de-tungstenio-de.html>>.

Acessado em setembro de 2020

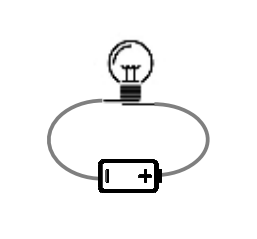
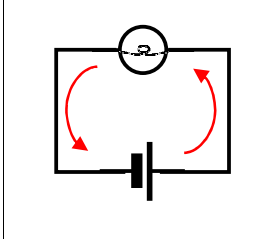
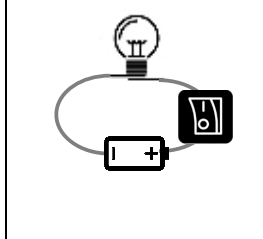
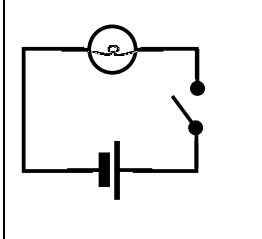
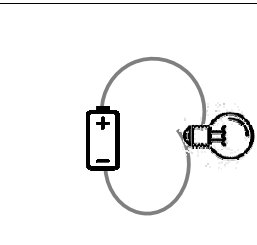
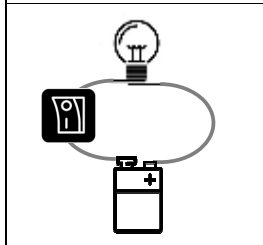
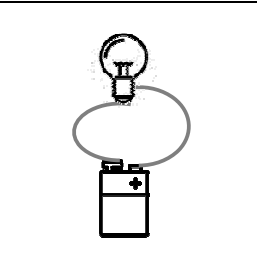
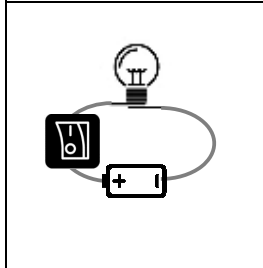
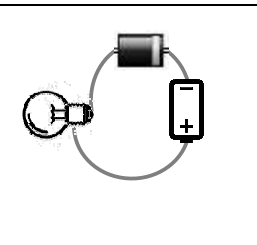
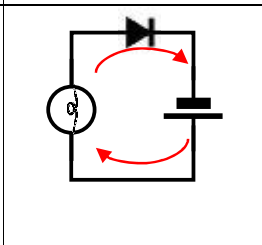
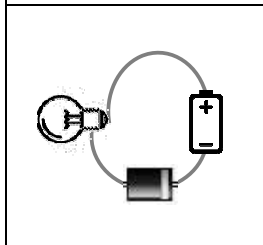
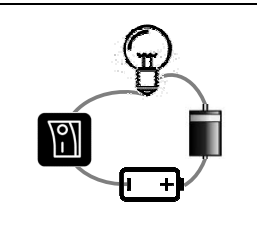
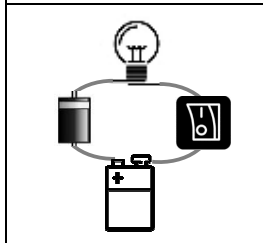
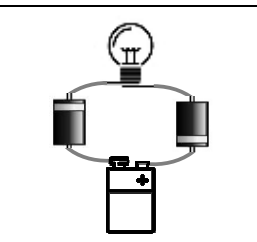
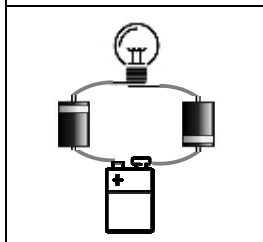
Simbologia convencional de circuitos elétricos

Observe atentamente as simbologias para os componentes de circuito elétrico já estudados:

COMPONENTE	DESENHO	SIMBOLOGIA CONVENCIONAL	OBSERVAÇÃO
Pilha e Bateria			As pontas de uma bateria (ou pilha) são denominados terminais. O traço longo na simbologia convencional representa o terminal positivo da bateria, e o traço curto o terminal negativo.
Lâmpada incandescente (sem e com soquete)			Os terminais da lâmpada correspondem à rosca metálica e à ponta inferior. Na simbologia convencional, não há distinção entre os terminais. E como as hastes de um soquete são meras extensões dos terminais da lâmpada quando nele é enroscada não há distinção entre o símbolo da lâmpada com ou sem soquete.
Fios e condutores			Componentes condutores como fios de cobre e alguns dos itens de teste da Atividade 2 são representados por linhas retas contínuas. Utiliza-se preferencialmente ângulos de 90° para indicar dobras no condutor ao longo do circuito. Os conectores são omitidos na simbologia convencional.
Chave aberta			As chaves utilizadas no <i>kit</i> têm a indicação “O” para aberto.
Chave fechada			As chaves utilizadas no <i>kit</i> têm a indicação “I” para fechado.
Diodo			O sentido de condução do diodo é representando em seu corpo por uma marca cinza, e em sua simbologia convencional por meio de uma seta com um traço.

Quadro 3.1: Simbologia convencional de elementos de circuitos elétricos

Exercício 1 – Represente os circuitos a seguir por meio da simbologia convencional; indique usando setas a corrente elétrica em cada trecho do circuito. Alguns circuitos já foram representados como exemplo.

DESENHO	SIMBOLOGIA CONVENCIONAL	DESENHO	SIMBOLOGIA CONVENCIONAL
			
			
			
			
			
			

Atividade 4 – Lâmpadas e mais lâmpadas

Experiência 1

Construa um circuito com duas lâmpadas idênticas conectadas uma após a outra, como mostrado no esquema ao lado. Quando as lâmpadas estão interligadas desta maneira dizemos que elas estão em *série*.

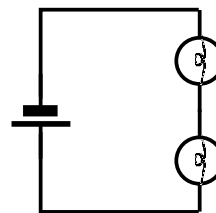


Figura 4.1: Circuito com duas lâmpadas idênticas em série

Questão 1 – Compare o brilho de uma lâmpada com o da outra. O que você pode concluir, a partir de suas observações, sobre a intensidade de corrente que atravessa cada uma delas?
(Considere apenas grandes diferenças nos brilhos; pequenas alterações ocorrem porque as lâmpadas não são perfeitamente idênticas.)



ATENÇÃO

Mantenha a lâmpada acesa apenas pelo tempo necessário para observação. Deixá-la iluminando por um longo período causa o esgotamento precoce da pilha.

Questão 2 – A corrente é “consumida” na primeira lâmpada, ou a corrente é a mesma através das duas lâmpadas? (Considere o brilho de cada lâmpada com um indicador da corrente elétrica que atravessa cada uma delas.)

Questão 3 – Se a ordem das lâmpadas for invertida, serão observadas alterações consideráveis no brilho? Confirme sua resposta.

Questão 4 – Compare o brilho dessas duas lâmpadas com o que é apresentado por uma idêntica em um circuito com apenas uma única lâmpada.

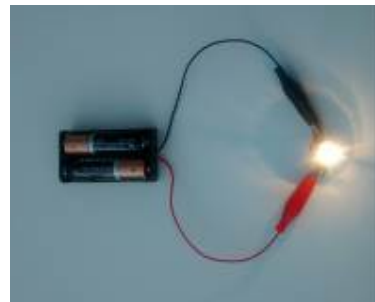


Figura 4.2: Circuito com uma única lâmpada

Questão 5 – Como você pode comparar a intensidade de corrente elétrica através de um circuito com apenas uma única lâmpada com a corrente em um outro circuito com duas lâmpadas idênticas conectadas em série? Justifique com base nas suas observações.

Questão 6 – Quando interligadas em série e acesas, o que ocorre com as outras lâmpadas se uma delas “queimar”? (Você pode simular uma lâmpada “queimada” desenroscando uma delas.)

Questão 7 – Se mais e mais lâmpadas idênticas às utilizadas forem instaladas em série no circuito, que previsão pode ser feita sobre a intensidade de corrente elétrica que atravessa o circuito?

Experiência 2

Construa um circuito com duas lâmpadas idênticas com seus terminais conectados como apresentado no esquema ao lado. Quando as lâmpadas estão interligadas desta maneira dizemos que elas estão em *paralelo*.

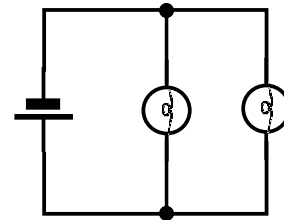



Figura 4.3: Circuito com duas lâmpadas idênticas em paralelo

Questão 1 – Compare o brilho de uma lâmpada com o da outra. O que você pode concluir, a partir de suas observações, sobre a intensidade de corrente que atravessa cada uma delas?

(Considere apenas grandes diferenças nos brilhos; pequenas alterações ocorrem porque as lâmpadas não são perfeitamente idênticas)

 **ATENÇÃO**

Mantenha a lâmpada acesa apenas pelo tempo necessário para observação. Deixá-la iluminando por um longo período causa o esgotamento precoce da pilha.

Questão 2 – O brilho de cada uma das lâmpadas em paralelo é maior, menor ou igual ao brilho apresentado em um circuito com uma única lâmpada?

Questão 3 – A partir de sua resposta do item anterior faça inferências sobre a intensidade da corrente elétrica que atravessa a bateria num circuito com apenas uma lâmpada, e num circuito com duas conectadas em paralelo. Justifique com base nas suas observações.

Questão 4 – Quando interligas em paralelo e acesas, o que ocorre com as outras lâmpadas se uma delas “queimar”?

Questão 5 – Se mais e mais lâmpadas idênticas às utilizadas forem instaladas em paralelo no circuito, que previsão pode ser feita sobre a intensidade de corrente elétrica que atravessa o circuito?

Trabalho de casa 4 – Lâmpadas em série e paralelo e continuidade da corrente elétrica.

Questão 1 – Considere um circuito elétrico composto por duas pilhas, uma lâmpada e um componente elétrico desconhecido encoberto por uma caixa fechada. A lâmpada está inicialmente acesa e com um certo brilho; em seguida o componente sobe a caixa é trocado por outro sem que possa ser visto o que foi feito. Entretanto, verifica-se que a lâmpada passa a brilhar mais intensamente.

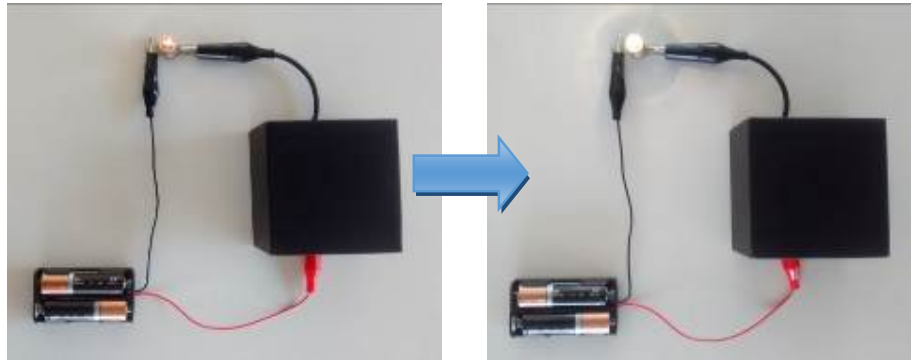


Figura 4.4: Lâmpada em série com um componente oculto por uma "caixa preta".

- A) O que se pode concluir sobre a corrente elétrica através da lâmpada? Ela aumenta, diminui ou permanece a mesma?

- B) A partir do brilho apresentado pela lâmpada em cada uma das situações, o que se pode concluir sobre a resistência (dificuldade) oferecida por cada circuito à passagem da corrente elétrica? Ela aumenta, diminui ou permanece a mesma? Justifique sua resposta.

Questão 2 – No circuito abaixo há dois percursos em paralelo e em cada um dele existe uma “caixa preta” que encobre um de circuito desconhecido e uma lâmpada. Sabe-se que as lâmpadas A e B são idênticas

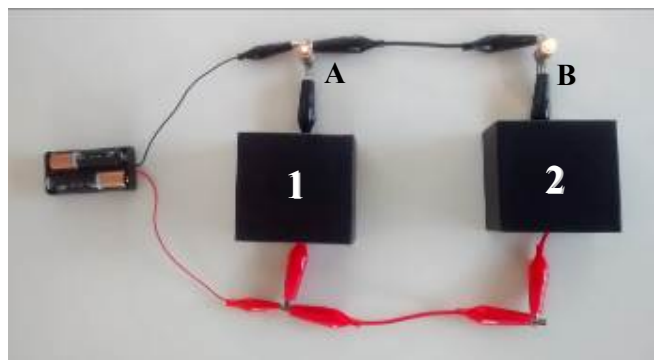


Figura 4.5: Circuito com dois percursos em paralelo com uma lâmpada e um componente oculto por uma “caixa preta” em cada.

A) Compare a intensidade da corrente elétrica que percorre a lâmpada A com a que percorre a lâmpada B.

B) Qual dos componentes ocultos pelas “caixas pretas” 1 e 2 apresenta maior resistência (dificuldade) à passagem da corrente elétrica?

Definição 4 - Resistividade, condutores e isolantes

A propriedade de um material em se opor a passagem da corrente é denominada *resistividade*. Classifica-se como *isolantes* os materiais com resistividade muito elevada e *condutores* os materiais com resistividade baixa.

Definição 5 – Resistência de um condutor

A *resistência* é a capacidade de um condutor se opor a passagem da corrente. Seu valor depende diretamente da resistividade do material do qual ele é feito e do comprimento; e depende inversamente da espessura.

Nas Questões 3 e 4 a seguir os circuitos são construídos com uma pilha comum, uma lâmpada de lanterna, fios de cobre com resistência desprezível e fios de mesma espessura de nicromo (composto metálico de níquel e cromo com resistividade considerável).

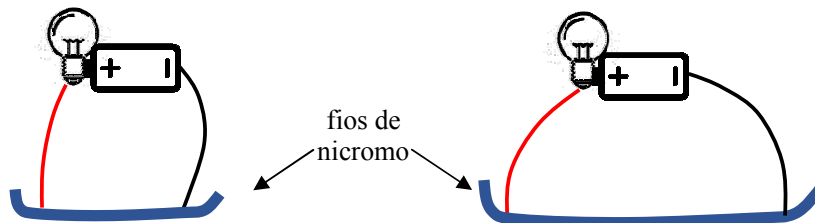


Figura 4.6: Circuito com fios de nicromo de comprimentos diferentes.

Questão 3 – Em qual circuito o fio de nicromo tem maior resistência? Justifique.

Questão 4 – Em qual circuito a lâmpada brilhará mais intensamente?

Nas Questões 5 e 6 a seguir, considere os circuitos construídos com uma pilha comum, uma lâmpada de lanterna, fios de cobre com resistência desprezível e fios de espessuras diferentes de nicromo.

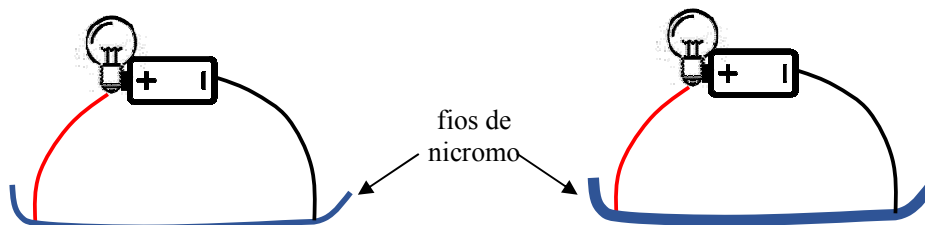


Figura 4.7: Circuitos com fios de nicromo com espessuras diferentes.

Questão 5 – Em qual circuito o fio de nicromo tem maior resistência? Justifique.

Questão 6 – Em qual circuito a lâmpada brilhará mais intensamente?

Definição 6 - Resistores

Um componente de um circuito elétrico que possui um valor considerável de resistência elétrica é denominado *resistor*. Esses emitem calor quando são percorridos por uma corrente elétrica, ou seja, realizam o efeito Joule.

Alguns aparelhos elétricos de uso doméstico, como exemplificado na Figura 4.7, possuem um resistor que é responsável pela dissipação de calor. Nesses equipamentos o resistor é normalmente um condutor metálico longo que pode ser enrolado.

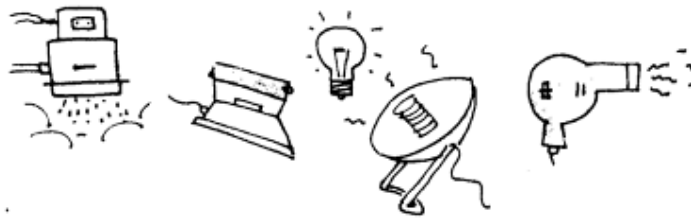


Figura 4.7: Exemplos de aparelhos resistivos. Fonte: Gref (1998, p. 9)²

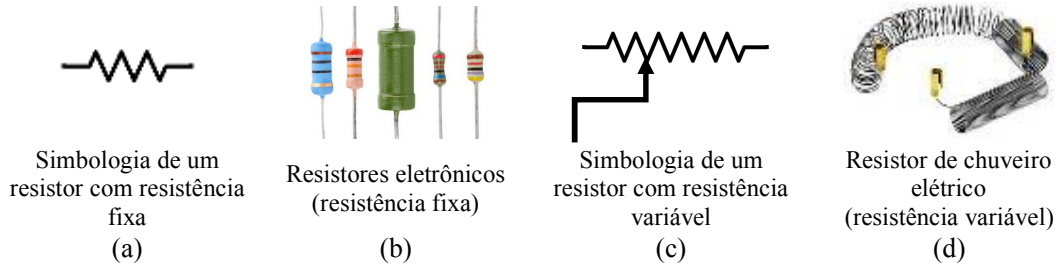
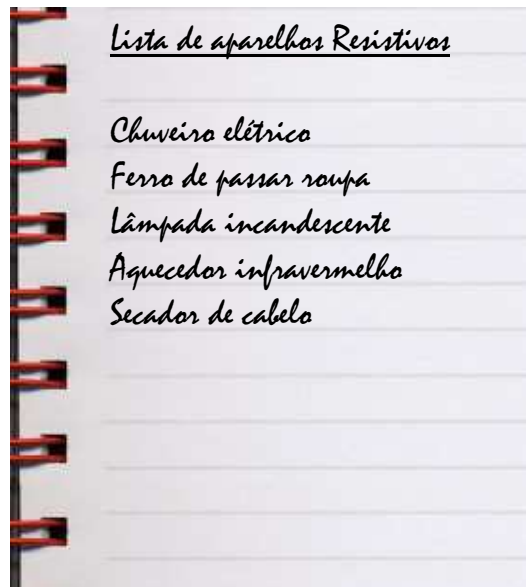


Figura 4.8: Resistores - simbologia convencional e fotografias

Questão 7 – Inclua na lista abaixo outros aparelhos resistivos.



² Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro1.pdf>; Acesso em setembro de 2020

Atividade 5 – Medindo a Corrente elétrica

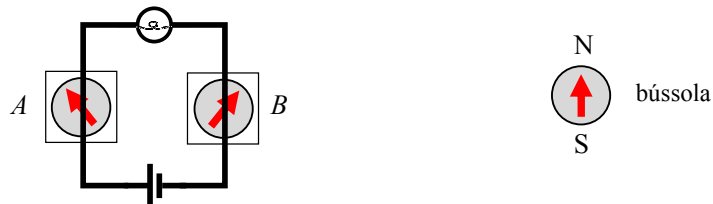
Nas atividades anteriores, a intensidade da corrente elétrica através dos circuitos era estimada pelos efeitos de brilho e aquecimento, causados em lâmpadas idênticas quando acesas, já que observa-se que é razoável supor que quanto mais intensa a corrente, mais brilhante fica a lâmpada. Mas seria possível estimar a corrente elétrica usando um componente que não faz parte do circuito? A corrente elétrica é capaz de gerar outros efeitos e algum desses pode ser externo ao circuito?

A resposta é sim. Um importante efeito da corrente elétrica foi observado pela primeira vez em 1820 pelo cientista dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851). Ao colocar uma agulha imantada de uma bússola próxima a um fio longo percorrido por uma corrente elétrica ele observou o desvio da agulha. Assim como a luz e o calor são emitidos por um filamento incandescente em todas as direções, Oersted acreditava que o efeito magnético poderia de maneira semelhante ser irradiada do fio.



Figura 5.1: Oersted apresentado a deflexão da agulha de uma bússola próxima de um fio percorrido por uma corrente elétrica.

Questão 1 – Se todos os cuidados experimentais necessários foram tomados na estimativa de corrente nos fios do circuito, como você espera que seja a relação, ou a comparação, entre valores da corrente em A da corrente em B?



Apesar da aparente facilidade em verificar a deflexão da agulha de uma bússola quando próxima de um fio percorrido por corrente elétrica, montar uma experiência capaz de comparar, com boa aproximação, a corrente elétrica em dois fios de um circuito não é tão trivial. Algumas precauções devem ser tomadas: a bússola deve estar sob, ou sobre, o fio e aproximadamente a 1 cm de distância; conectores como por exemplo os jacarés devem estar afastados dela, além de alguns outros cuidados.

Na Figura 5.2 é apresentada a deflexão da agulha de uma bússola sob ação da corrente estabelecida no circuito. O equipamento foi construído de forma que as condições pudessem ser aproximadamente replicadas nos dois fios do circuito. Na Figura 5.3 a bússola é posicionada sob o outro fio.

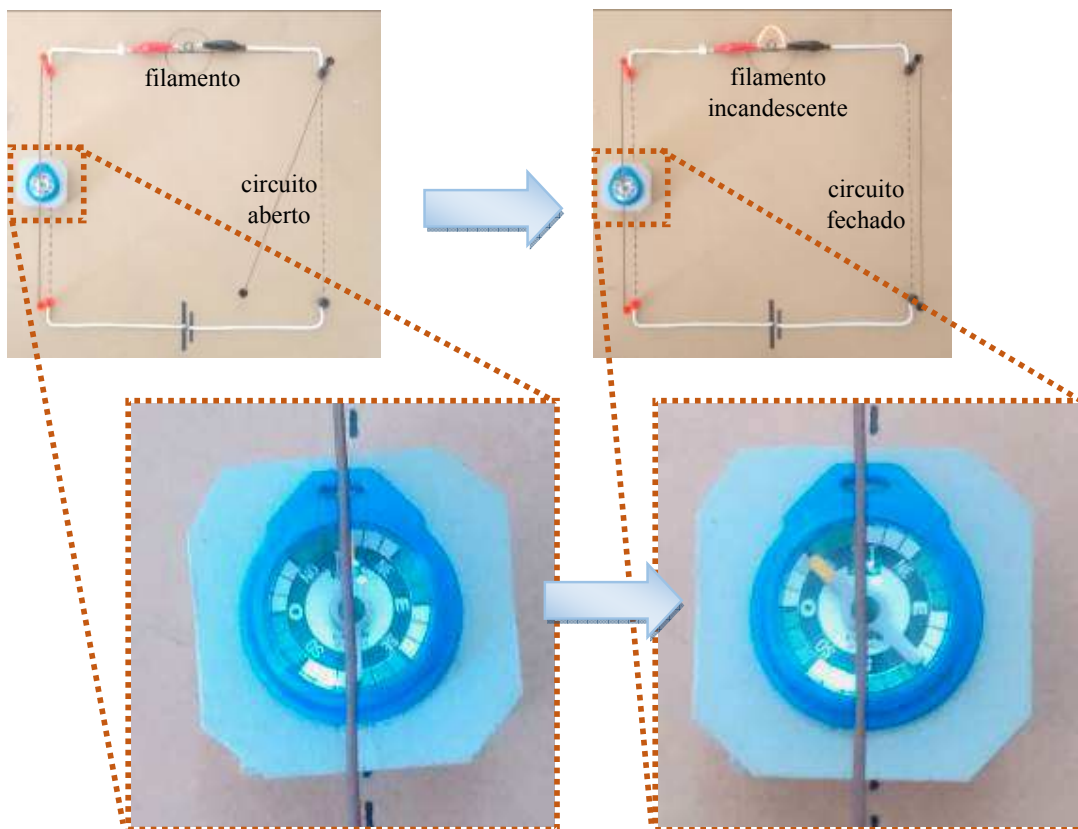


Figura 5.2: Efeito da corrente elétrica sobre a agulha de uma bússola

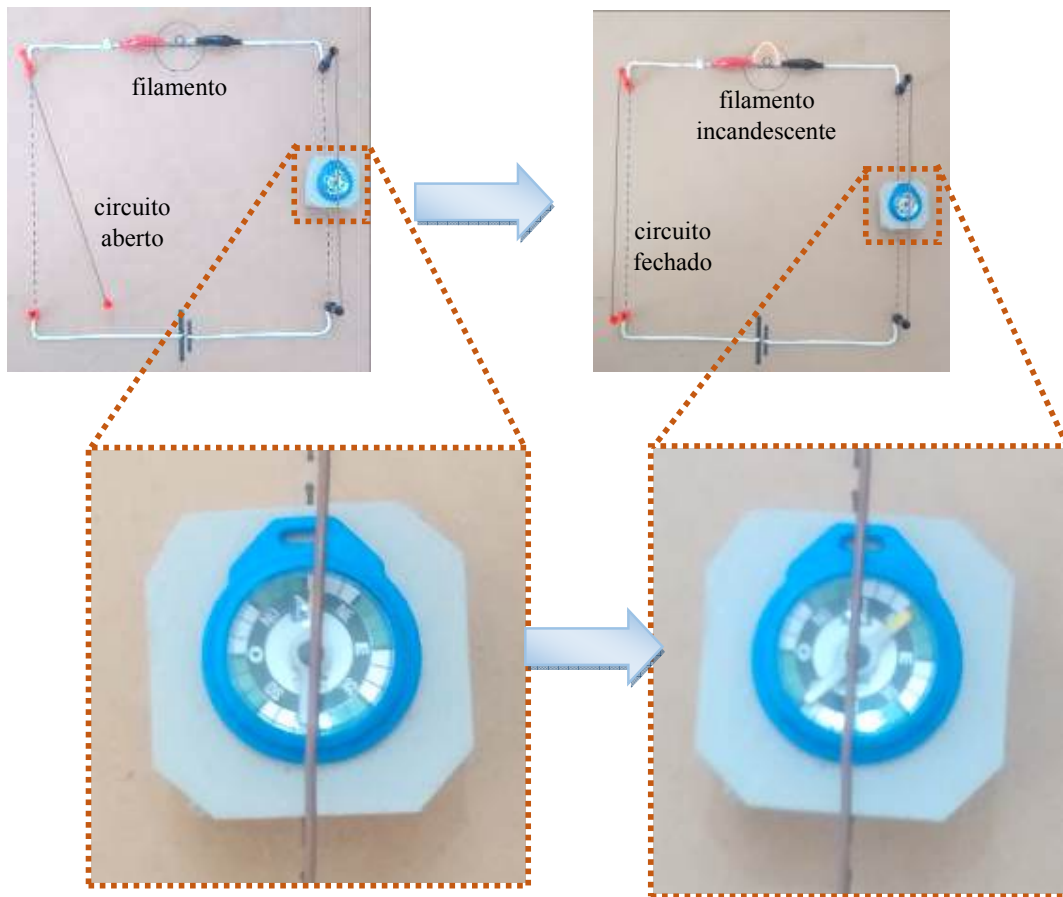


Figura 5.3: Efeito do corrente elétrica sobre a agulha de uma bússola

Questão 2 – Avalie a amplitude do desvio da agulha na Figura 5.2 e na Figura 5.3. A partir da hipótese de que as intensidades do desvio e da corrente elétrica são relacionadas, compare a intensidade de corrente no fio A com a do fio B.

O instrumento utilizado para medir a corrente elétrica é denominado *amperímetro*. Este equipamento tem uma resistência de valor muito pequeno, o que faz com que ao ser percorrido pela corrente elétrica não ocorra alteração significativa na resistência do circuito (desde que colocado corretamente no circuito). A unidade de medida de corrente elétrica é denominada *ampere* (A) em homenagem a André-Marie Ampère. O submúltiplo *miliampere* (mA), milésima parte do ampere ($1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$), também é usual. A intensidade de corrente elétrica é representada pela letra *i*.

Em nossas atividades utilizaremos um multímetro digital que, como sugere o nome, realiza medidas de diversas grandezas elétricas, inclusive corrente. A Figura 5.4 mostra um esquema de um multímetro digital regulado como amperímetro na escala de miliamperes (a) e amperes (b), bem como a simbologia convencional de um amperímetro (c).

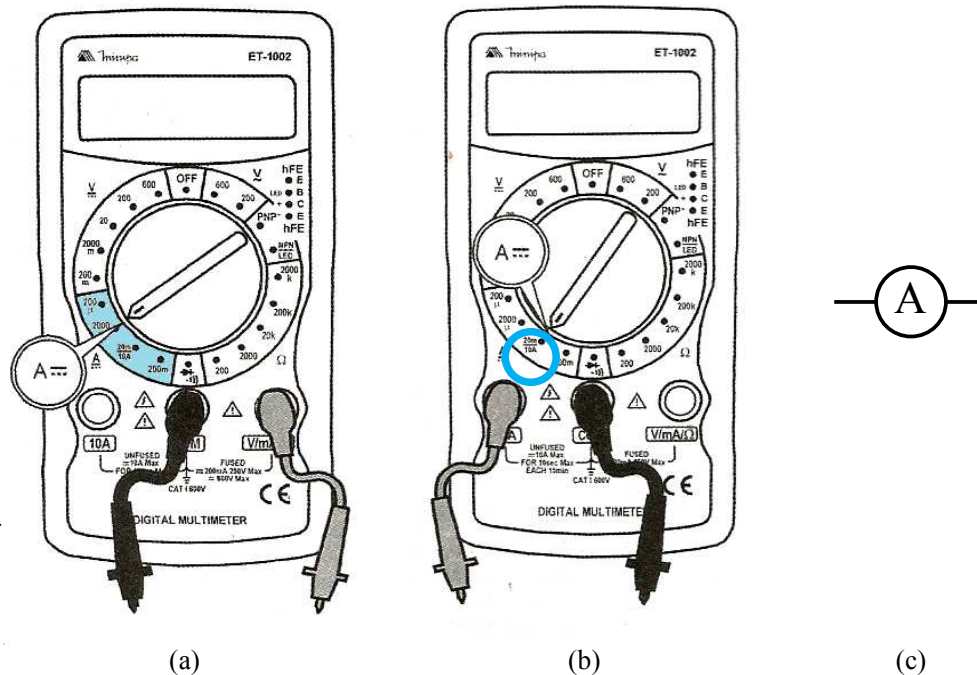



Figura 5.4: Amperímetro. Fonte: Autoria própria³

Experiência 1

Medindo a intensidade de corrente elétrica em um circuito com lâmpada.

Observe os materiais e diagramas na Figura 5.5. Em seguida, construa os circuitos (1) e (2) com um par de pilhas no suporte, uma lâmpada incandescente enroscada no soquete e o multímetro regulado como amperímetro na escala de amperes – chave rotativa indicando a

posição 20m/10A, fio vermelho plugado no encaixe à esquerda (10A) e fio preto no encaixe central (COM), como mostrado no detalhe da Figura 5.5(a). A conexão das ponteiros do multímetro no circuito deve considerar o sentido da corrente elétrica

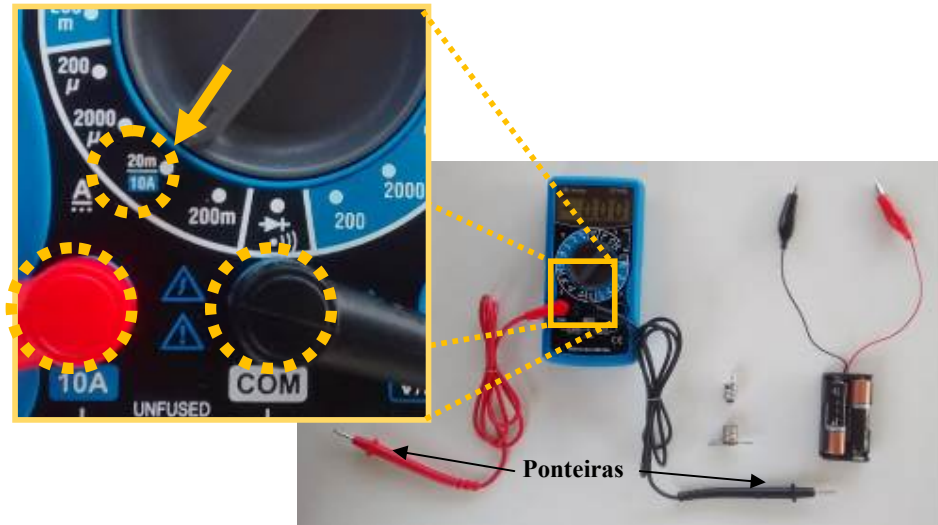


ATENÇÃO

Sempre que trabalhar com multímetro, monte o circuito com as pilhas fora do suporte. Só encaixe as pilhas quando o professor verificar o circuito.

³ Imagens (a) e (b) são digitalizações adaptadas do manual de instrução do multímetro digital Modelo ET-1002 da marca Minipa

estabelecida, e para facilitar, as cores são indicas nos diagramas da Figura 5.5(b); observe as posições relativas dos os componentes em cada circuito.



(a)



(b)

Figura 5.5: Materiais e circuitos da Experiência 1.

Questão 1 – Registre a intensidade de corrente elétrica medida pelo amperímetro em cada circuito. (Caso você obtenha medidas com de valores negativos de corrente, a conexões das ponteiras do multímetro foram realizadas inversamente)


$$i_1 = \text{_____ A} \quad i_2 = \text{_____ A}$$

Questões 2 – Como as medidas no amperímetro nos circuitos (1) e (2) se comparam? São elas significativamente diferentes?

Experiência 2

Corrente elétrica em um circuito com resistor

Construa um circuito com um par de pilhas, um multímetro regulado como amperímetro na escala de amperes (posição da chave rotativa e encaixes dos cabos conforme a Figura 5.5) e um resistor de nicromo com 30 cm de comprimento ligados em série (use as conexões vermelha e preta nos extremos da régua).

 **ATENÇÃO**

Sempre que trabalhar com multímetro, monte o circuito com as pilhas fora do suporte. Só encaixe as pilhas quando o professor verificar o circuito.

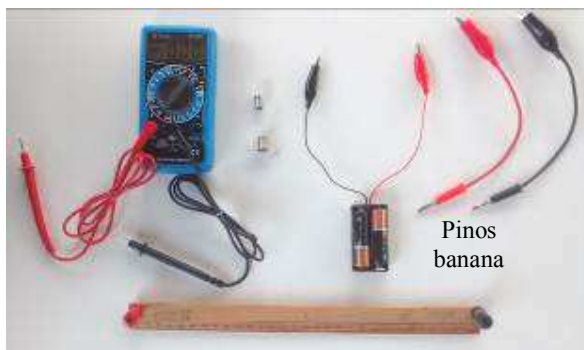
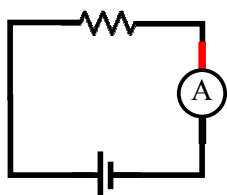


Figura 5.6: Diagrama do circuito e materiais da Experiência 2.


Questão 1 – Anote o valor da intensidade de corrente elétrica através do circuito montado, mensurada no equipamento.

$$i = \underline{\quad\quad} \text{ A}$$

Experiência 3

Corrente elétrica em um circuito com resistor de comprimento variável

A partir do circuito da experiência anterior, solte o pino banana, ou ponteira, que está conectado ao terminal do resistor na posição 30 cm e pressione-o contra o fio de nicromo nas posições solicitadas na tabela, como mostra a Figura 5.6 (se a leitura no visor do multímetro for nula, o contato entre a ponteira e o fio não foi realizado adequadamente).

 **ATENÇÃO**

Sempre que trabalhar com multímetro, monte o circuito com as pilhas fora do suporte. Só encaixe as pilhas quando o professor verificar o circuito.

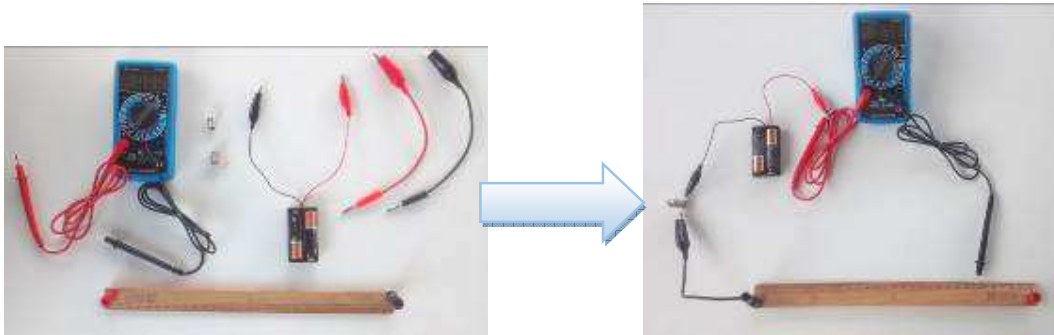
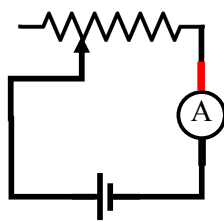



Figura 5.7: Exemplo de circuito para a Experiência 3.



Comprimento do fio de nicromo (cm)	Corrente elétrica i (A)
30 cm	
25 cm	
20 cm	
15 cm	
10 cm	
5 cm	



ATENÇÃO

Não feche o circuito com comprimentos do fio de nicromo menores de 5 cm

Experiência 4

Corrente elétrica em circuitos com outros componentes

Nesta experiência você construirá circuitos elétricos similares aos da Experiência 1, mas substituirá a lâmpada por outros componentes eletrônicos. Na Figura 5.8 são apresentados os materiais que serão utilizados.

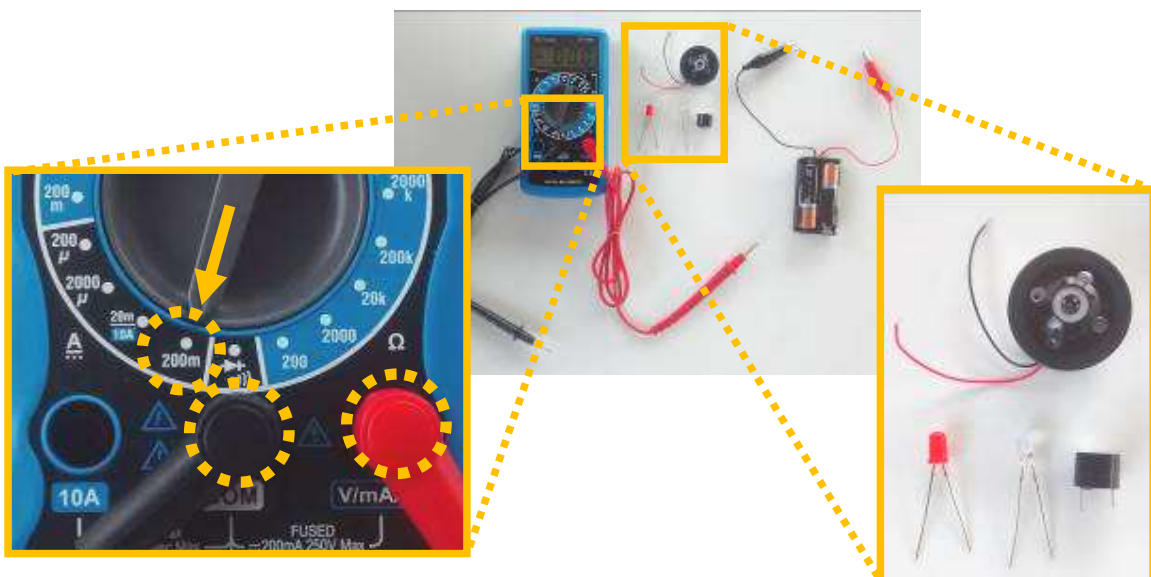


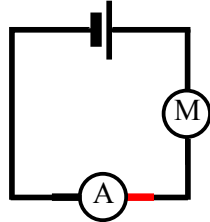


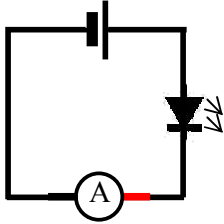


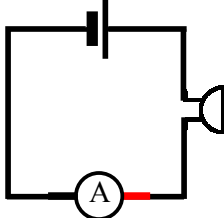


Figura 5.8: Montagem da Experiência 4.

Construa os três circuitos representados pelos diagramas abaixo, um de cada vez, e tome nota das medidas de corrente elétrica em cada caso. Regule previamente o multímetro para funcionar como amperímetro na escala de miliamperes, observe que na Figura 5.7 o cabo vermelho está conectado no terminal de entrada à direita (V/mA/Ω) e a chave rotativa aponta para 200 mA; isso significa que nessa regulagem o amperímetro pode realizar medições de até 200 mA, valor correspondente à 0,2 A.

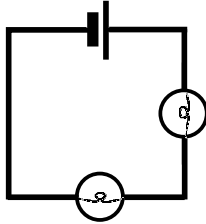
COMPONENTE UTILIZADO	SIMBOLOGIA CONVENCIONAL DO COMPONENTE	CIRCUITO
<p><i>Motorzinho elétrico</i></p> 		
<p><i>LED (Light-Emitting Diode) (Diodo emissor de luz)</i></p> 		
<p><i>Buzzer (Campainha)</i></p> 		

Questão 1 – Complete a tabela abaixo com os respectivos valores de corrente elétrica em miliamperes (mA) e em amperes (A); lembre-se que 1 mA equivale a 0,001 A.

COMPONENTE (cm)	CORRENTE ELÉTRICA (mA)	CORRENTE ELÉTRICA (A)
Motorzinho elétrico		
LED vermelho		
LED branco		
Campainha		

Trabalho de casa 5 – Princípio da conservação da corrente e Lei dos nós

Questão 1 – Leia as afirmações de dois estudantes sobre a corrente em um circuito com duas lâmpadas em série. Assinale a mais adequada às observações experimentais e definições já estabelecidas.



1º Estudante - A corrente elétrica não é consumida nas lâmpadas, elas são igualmente brilhantes, portanto, deduz-se que ambas são percorridas pela mesma intensidade de corrente elétrica. Como o circuito tem um único percurso, a corrente elétrica que percorre a bateria tem também a mesma intensidade.

2º Estudante - Nesse circuito, a corrente elétrica flui da bateria para a primeira lâmpada, onde parte é consumida. O restante flui para a segunda lâmpada, onde toda a corrente restante é consumida.

Definição 4 - Conservação da corrente elétrica

Com base nas suposições e observações até agora realizadas, é possível sustentar que em um circuito elétrico composto por um único percurso (circuito em série) a corrente elétrica flui continuamente e tem a mesma intensidade em todos os pontos do circuito. Esta é uma consequência direta de um princípio que denominaremos de *conservação da corrente elétrica*.

Mas como este princípio pode ser estendido para um circuito em paralelo onde existe mais de um percurso possível? O que ocorre se for utilizada a situação indicada na Figura 5.9(a), em que três ou mais condutores se conectam, formando um nó?

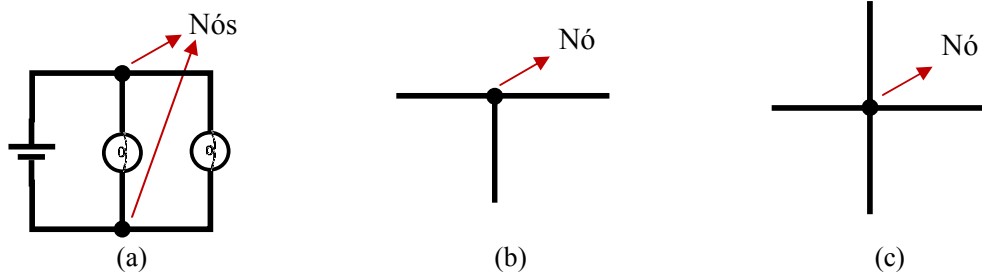
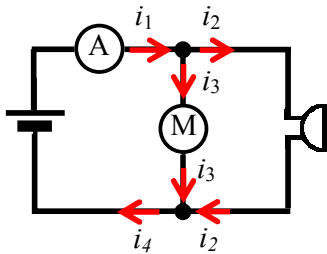


Figura 5.9: Exemplos de nós

Definição 5 – 1ª Lei de Kirchhoff (Lei dos nós)

Com correntes elétricas fluindo continuamente em diferentes percursos de um circuito elétrico a soma das correntes que entram em um nó é igual a soma das que deixam este nó.

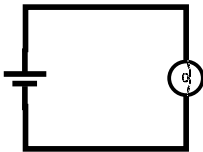
Exemplo – O diagrama abaixo representa um circuito que interliga em paralelo um par de pilhas, um motorzinho e uma campainha. O amperímetro é conectado em série com as pilhas e percorrido pela corrente i_1 que adentra o nó superior do diagrama. As correntes elétricas indicadas por i_2 e i_3 saem do mesmo nó, atravessam respectivamente a campainha e o motorzinho e adentram o nó inferior do diagrama do qual sai a corrente i_4 .



Pela Lei dos nós, $i_1 = i_2 + i_3$ e $i_2 + i_3 = i_4$, ou seja, podemos concluir que $i_1 = i_4$.

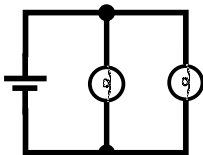
Retorne à Experiência 4 da Atividade 5 e verifique a corrente que percorria a campainha e o motorzinho quando instalados em um circuito simples; esses valores correspondem respectivamente à i_2 e i_3 . Em seguida calcule a corrente através do amperímetro.

Questão 3 – Leia as afirmações de dois estudantes sobre a corrente em dois circuitos, o primeiro com uma única lâmpada (a) e o outro com duas em paralelo (b). Assinale a mais adequada às observações experimentais e definições já estabelecidas.



(a)

1º Estudante – A corrente através da bateria em cada circuito é a mesma. No circuito (b), a corrente da bateria é dividida entre as duas lâmpadas – de modo que cada lâmpada possui metade da corrente que a lâmpada no circuito (a) tem através dela.



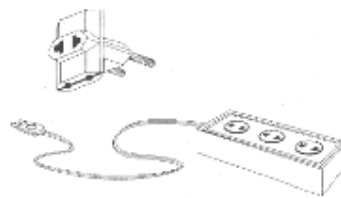
(b)

2º Estudante – Sabemos que a corrente através de cada lâmpada no circuito (b) é a mesma da lâmpada no circuito (a). Deduzimos isso pois as lâmpadas têm aproximadamente o mesmo brilho. Portanto, o fluxo através da bateria no circuito (b) é maior do que aquele através da bateria no circuito (a).

Leia o texto abaixo e responda ao que se pede

Mais de um aparelho numa tomada e extensões

O uso do "benjamim" ou adaptador para diversos plugues de modo a permitir a ligação de mais de um aparelho numa mesma tomada é generalizado em nosso país. Na figura temos alguns tipos comuns de "benjamins" e extensões encontrados em supermercados, casas de material elétrico, etc..



Entretanto, a maneira como tais dispositivos têm sido usados não pode ser considerada das mais apropriadas, pois normalmente não existe critério algum com o que vai ser conectado, o que pode causar a instalação de muitos aparelhos em um único adaptador. O resultado é a sobrecarga, perigo de curtos, deformações pelo superaquecimento e até o funcionamento anormal.

O uso do benjamim deve ser feito com critério, de modo a não superar a capacidade de fornecimento de corrente da tomada em que ele será ligado. A soma das correntes em aparelhos ligados a esta tomada não deve ser superior à sua capacidade (normalmente em torno de 10 A).

Texto 5.1: Mais de um aparelho numa tomada e extensões.

Fonte: Newton C. Braga (2010)⁴. Adaptado

Questão 1 – Ao conectar mais de um aparelho em um “benjamim” ou extensão eles se conectam em paralelo um ao outro, similarmente ao motorzinho e lâmpada no exemplo anterior. Portanto, assim como no amperímetro do exemplo, a corrente total que circula nos pinos/fios dos adaptadores e na tomada é a soma da corrente elétrica em cada aparelho neles ligados.

APARELHO	CORRENTE ELÉTRICA
liquidificador	4,5 A
espremedor de frutas	0,5 A
sandueira	7,0 A
cafeteira	4,5 A
multiprocessador de alimentos	6,5 A
batedeira	2,5 A

Fonte: Autoria própria⁵

Numa bancada de cozinha existe apenas uma única tomada com um “benjamim”; ambos suportam uma corrente máxima de 10 A. Dos equipamentos listados na tabela ao lado quais podem ser utilizados de forma segura e simultaneamente nessa instalação? (faça ao menos duas combinações)

⁴ Texto completo disponível em: <<https://www.newtonbraga.com.br/index.php/ideias-dicas-e-informacoes-uteis/264-eletrica/2644-el029>>

⁵ Valores de corrente elétrica próximos aos calculados a partir da potência indicada nos aparelhos e na tensão eficaz da rede elétrica local.

Atividade 6 – Sapos, pilhas e baterias?

Leia o texto abaixo e responda ao que se pede

Os experimentos de Galvani e a eletricidade animal

No início da década de 1780, Galvani dedicou esforços a desenvolver experimentos que o auxiliassem a investigar a estimulação de nervos e músculos [...] e destacou ter observado que rãs penduradas em um terraço a céu aberto em grades de metal por ganchos de ferro acoplados às suas medulas espinhais sofriam contração muscular. Essas contrações ocorriam não apenas durante tempestades, mas também em condições meteorológicas mais estáveis. Para explorar esses resultados, ele desenvolveu experiências dentro de sua sala. Em uma dessas experiências, colocou uma rã em um prato de metal e pressionou um gancho de ferro contra ela, observando contração muscular. Verificou que ao colocar um isolante elétrico entre o nervo e o músculo, a contração não mais ocorria [...]. Porém, em outubro de 1786, Galvani [...] escreveu que seus estudos o levaram a acreditar que os efeitos observados estariam relacionados aos animais e não aos metais [...]. Em resumo, as principais conclusões apresentadas por Galvani em [...] 1792 apontavam que a contração observada com as rãs ocorria quando um músculo era interligado ao nervo correspondente, através de arcos formados por condutores elétricos e que o efeito era mais forte se esses condutores fossem de materiais distintos [...]. Análises experimentais de Galvani foram constantemente usadas por ele para sustentar a tese da existência de um fluido animal, diferente da eletricidade ordinária, a denominada eletricidade animal.



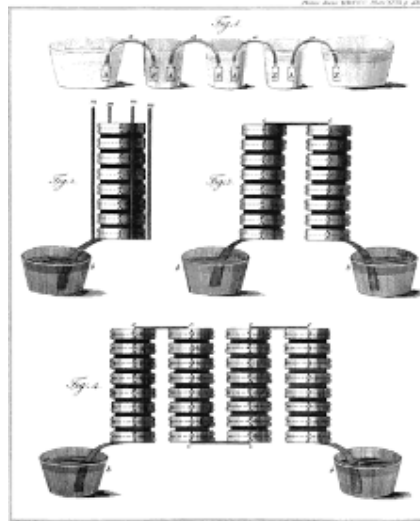
Alessandro Volta e a eletricidade animal

Após as publicações de Luigi Galvani acerca dos experimentos com rãs, no início da década de 1790, Volta desenvolveu trabalhos a partir de réplicas desses experimentos e seguiu as conclusões do anatomista italiano ao considerar que os corpos das rãs produziam um tipo especial de eletricidade. No entanto, ao longo da condução dos experimentos com rãs direcionou seu foco para os metais usados no arco condutor, uma vez que o efeito era mais intenso quando os metais que formavam o arco eram de materiais diferentes. Em maio de 1793, Volta escreveu uma carta a um membro da Royal Society de Londres na qual afirmou que os efeitos elétricos observados por Galvani não poderiam ter outra causa senão a eletricidade ordinária e que nervos e tecidos teriam apenas um papel passivo de conduzi-la. Confrontar essas conclusões com os experimentos realizados gerava um problema, pois, naquele contexto, não havia nenhum aparato (além dos tecidos vivos) capaz de medir pequenas intensidades de efeitos elétricos [...]. Volta se dedicou a esse problema e, em 1796, desenvolveu um condensador sensível aos efeitos de um par metálico [...]

Com esse instrumento, Volta detectou efeitos elétricos provenientes de pares prata-zinco conectados por um condutor úmido. [...] A partir dessas informações, alguns historiadores inferem que Volta acreditou que a discussão acerca da natureza da “eletricidade animal” terminara e que suas hipóteses haviam sido comprovadas. [...]

Com vistas a melhorar as observações pretendidas, Volta se utilizou de vários pares de prata e zinco conectados em série, o que, a princípio, não o levou a maiores efeitos do que os obtidos com um único par. Apesar do aparente insucesso, ele não abandonou a ideia de empilhar pares de prata e zinco [...]. Após reformular seus estudos e tomar conhecimento de outros trabalhos sobre instrumentos científicos [...], ele desenvolveu outro arranjo baseado em copos de água salgada, interligados por condutores metálicos, que, segundo ele, era capaz de gerar efeitos elétricos contínuos.

Em 20 de março de 1800, Volta enviou para o então presidente da Royal Society, Joseph Banks (1743-1820), uma carta em francês que seria a primeira das duas partes sobre seus estudos iniciais com a bateria, que viria a ser conhecida como pilha de Volta [...]. Esta foi largamente acolhida por muitos cientistas e leigos, que se apropriaram do aparato, sem necessariamente discutirem a causa pela qual era gerado o efeito elétrico.



Texto 6.1: Os experimentos de Galvani e a eletricidade animal

Fonte: Jardim e Guerra (2018). Texto Adaptado

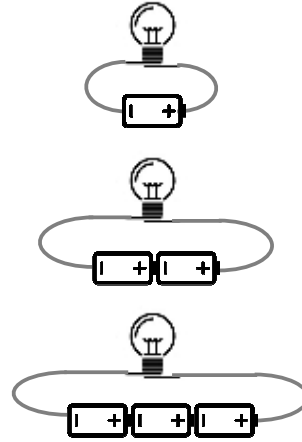
Questão 1 – Quanto à fonte dos efeitos elétricos observados pela contração muscular da rã, qual era a divergência entre Galvani e Volta?

Questão 2 – Qual a dificuldade experimental enfrentada por Volta para confrontar a “eletricidade animal” de Galvani? E como ele a solucionou?

Experiência 1

Construa um circuito contendo pilhas, uma lâmpada enroscada no soquete e cabos para as conexões.

- I. Conecte uma pilha aos outros componentes e observe o brilho emitido.
- II. Conecte uma segunda pilha em série com a primeira e observe o brilho emitido.
- III. Conecte uma terceira pilha em série com as duas primeiras e observe o brilho emitido.



Questão 1 – O que ocorre com o brilho da lâmpada quando pilhas são adicionadas ao circuito?

Questão 2 – Como o acréscimo de pilhas no circuito altera a corrente?

Definição 6 - Tensão

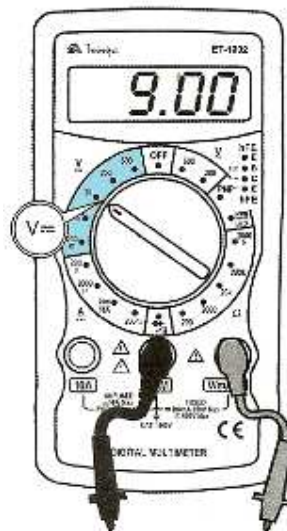
A *tensão* indica a capacidade de uma pilha ou bateria de transformar energia química em energia elétrica fornecida a um circuito quando uma determinada corrente elétrica é nele estabelecida. Pilhas / baterias têm um valor de tensão praticamente constante, o que implica numa relação entre a taxa de transformação de energia e a corrente; neste caso, quanto maior a corrente através da pilha / bateria, maior a taxa de transformação de energia química em energia elétrica.

Obs.: embora haja uma relação entre a intensidade corrente estabelecida e a quantidade de energia dispensada no circuito, essas duas grandezas não são iguais.

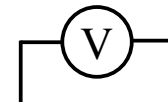
O instrumento utilizado para medir a tensão através de uma pilha ou bateria é denominado *voltímetro*. As medidas de tensão são expressas em *volts* (V), unidade intitulada em homenagem a Alessandro Volta. Um voltímetro deve possuir uma resistência interna tão elevada que, quando conectado aos terminais de uma pilha ou bateria, não permita a circulação de corrente elétrica através dele.



(a)



(b)



(c)

Figura 6.1: Voltímetro. Fonte: Autoria própria⁶

⁶ Imagem (b) é uma digitalização adaptada do manual de instrução do multímetro digital Modelo ET-1002 da marca Minipa

Experiência 2

I - Posicione a chave rotativa do multímetro na posição 20 V, conecte o pino banana do cabo preto na posição central (COM) e o vermelho à direita (V/mA/Ω). Pressione as ponteiros contra os terminais da pilha.

Questão 1 – Compare a tensão medida por você com a que é expressa no corpo da pilha. Elas são iguais, aproximadas, ou muito diferentes?

Questão 2 – Preveja qual tensão será medida no voltímetro com duas pilhas idênticas as anteriores conectadas em série.

II – Mantenha a configuração do multímetro e meça a tensão através de duas pilhas em série.

Questão 3 – Compare a tensão medida por você com a previsão realizada na questão anterior.

III – Mantenha a configuração do multímetro e meça a tensão da célula fotovoltaica.

Questão 4 – Compare a tensão medida da placa quando exposta diretamente à luz solar com a obtida quando na sombra.

IV – Mantenha a configuração do multímetro e meça a tensão através do gerador.

Questão 5 – O que pode ser feito no gerador para que sejam obtidos valores maiores de tensão?

Questão 6 – O que pode ser feito no gerador para inverter o sinal da tensão medida?

O voltímetro não mede apenas a tensão entre os terminais de pilhas e bateria; se for conectado aos terminais de qualquer componente do circuito que é percorrido por uma corrente ele também indicará um valor em volts. Esta grandeza é denominada de diferença de potencial (na forma abreviada d.d.p.) ou queda de tensão, e é representada pela letra U .

Definição 7 - Diferença de potencial (d.d.p.) ou queda de tensão

Grandeza que indica a capacidade de um componente do circuito, quando percorrido por uma determinada corrente, transformar energia elétrica em outra forma de energia.

Experiência 3

Posicione a chave rotativa do multímetro na posição 20 V, conecte o pino banana do cabo preto na posição central (COM) e o vermelho à direita (V/mA/Ω), conforme indicado na Figura 6.2. Em seguida, construa um circuito simples formado por uma pilha, uma lâmpada enroscada no soquete e dois fios para as conexões, como indicado na Figura 6.3.



Figura 6.2: Detalhe do multímetro ajustado como voltímetro

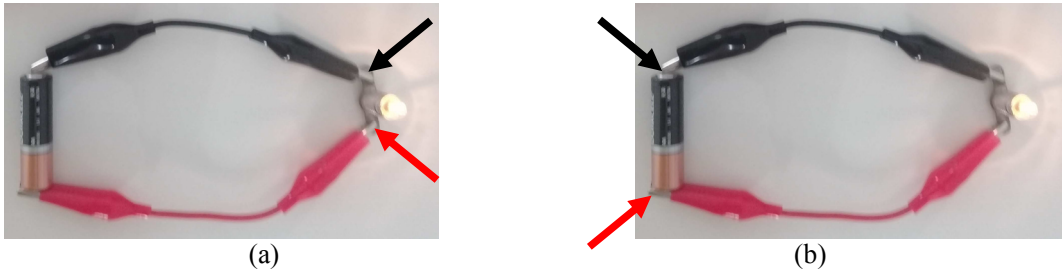


Figura 6.3: Montagens para a Experiência

Com a corrente elétrica estabelecida, evidenciada pelo brilho da lâmpada, posicione as ponteiros do multímetro nos pontos numerados para medir a queda de tensão entre eles. Caso seja observada uma indicação negativa no multímetro inverta as posições das ponteiros.

Questão 1 – Registre nas lacunas abaixo as medidas de d.d.p. realizadas entre os pontos:

- a) 1 e 2: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V
- b) 2 e 3: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V
- c) 3 e 4: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V

Questão 2 – Qual a queda de tensão ocorrida nos fios de conexão? Conseqüentemente, qual a taxa de transformação de energia elétrica nesses componentes?

Questão 3 – Qual a queda de tensão ocorrida na lâmpada?

Questão 4 – Com o circuito montado e corrente elétrica estabelecida, meça a tensão da pilha (ponteiros na posições 1 e 4) e compare com a queda de tensão na lâmpada.

Trabalho de casa 6 – Pilhas e mais pilhas

Volta verificou que o efeito elétrico observado por Galvani nos experimentos com as rãs era gerado pelo par metálico, conectado por meio de um condutor úmido, que poderia ser uma cortiça umedecida com água salgada, os tecidos de uma rã, ou até

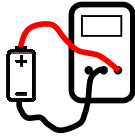
mesmo um limão, como nas fotos da Figura 6.4.. Foram fincados no limão um fio de cobre e um arame galvanizado (aço revestido com uma camada de zinco), ambos com 10 cm de comprimento. Em seguida, um outro limão com os mesmos materiais fincados foi conectado em série (arame com fio), e depois um terceiro. Para medir a tensão através desta “bateria” foi utilizado um multímetro regulado para operar como voltímetro na escala de até 20 V.

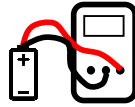


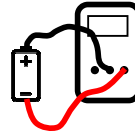
Figura 6.4: Baterias com limões

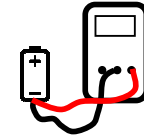
Questão 1 - Estime quantos limões devem ser conectados a esta “bateria” para se obter uma medida próxima da tensão de um carregador de celular (5V).

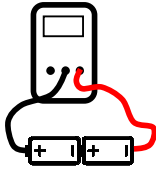
Questão 2 – Considerando que a tensão nominal das pilhas abaixo seja de 1,5 V, qual deve ser o valor indicado pelo voltímetro em cada caso?

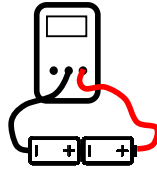


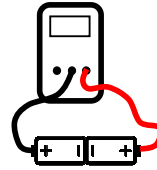


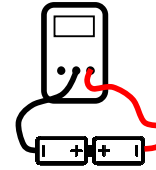












Questão 3 – Observe o circuito abaixo:



Coloque o valores de d.d.p. entre o pontos

1 e 2: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V

2 e 3: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V

3 e 4: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V

Atividade 7 - Potência

Leia o texto abaixo e responda ao que se pede.

Venda de lâmpadas incandescentes está proibida no país a partir de hoje

O modelo deve ser substituído por versões mais econômicas, como as de LED

Publicado em 30/06/2016

A partir de hoje (30), está proibida a venda de lâmpadas incandescentes no Brasil. O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) começa a fiscalizar amanhã (1º), por meio dos Institutos de Pesos e Medidas (Ipem) estaduais, estabelecimentos comerciais que ainda tenham à disposição lâmpadas incandescentes com potência de 41watts (W) até 60W. Quem não atender à legislação poderá ser multado entre R\$100 e R\$1,5 milhão.

A restrição foi estabelecida pela Portaria Interministerial 1.007/2010, com o objetivo de minimizar o desperdício no consumo de energia elétrica. Uma lâmpada fluorescente compacta economiza 75% em comparação a uma lâmpada incandescente de luminosidade equivalente. Se a opção for por uma lâmpada de LED, essa economia sobe para 85%.

A troca das lâmpadas incandescentes no Brasil começou em 2012, com a proibição da venda de lâmpadas com mais de 150W. Em 2013, houve a eliminação das lâmpadas de potência entre 60W e 100W. Em 2014, foi a vez das lâmpadas de 40W a 60W. Este ano, começou a ser proibida também a produção e importação de lâmpadas incandescentes de 25W a 40W, cuja fiscalização ocorrerá em 2017.

Fiscalização - Segundo o responsável pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do Inmetro, engenheiro Marcos Borges, a fiscalização tem caráter educativo, porque os comerciantes foram orientados sobre a proibição desde o ano passado. “Por isso, entendemos que o impacto não é brusco para os comerciantes, porque eles já vêm sendo instruídos nesse sentido desde a assinatura da portaria, em 2010.”

Borges informou que, desde o apagão de 2001, o Inmetro desenvolve um programa de educação do consumidor brasileiro, no qual mostra que as lâmpadas incandescentes duram menos e consomem muito mais energia do que, por exemplo, a lâmpada fluorescente compacta. “Ficou claro para o consumidor que a lâmpada fluorescente compacta era muito mais econômica que a incandescente.”

Economia - Ele citou, como exemplo, o caso de uma casa com dois quartos que usaria em todos os cômodos lâmpadas incandescentes de 60W. “Elas gerariam valor em um mês de R\$ 20 a R\$ 25 para iluminar a casa. Ao trocar por uma lâmpada equivalente fluorescente compacta, essa conta cairia para R\$ 4 ou R\$ 5 em apenas um mês. O consumidor entendeu isso e, ao longo do tempo, já vai deixando de usar esse material.”

Números do Inmetro mostram que, em 2010, 70% dos lares brasileiros eram iluminados pelas incandescentes. Agora, somente 30% das residências usam esse tipo de lâmpada, que não podem mais ser comercializadas no Brasil, seguindo recomendação da Agência Internacional de Energia (AIE).

Texto 7.1: Venda de lâmpadas incandescentes está proibida no país a partir de hoje.

Fonte: Agência Brasil (2016).⁷

⁷ GANDRA, Alana. Venda de lâmpadas incandescentes está proibida no país a partir de hoje. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro 30 de jun. de 2016. Disponível em <<https://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2016-06/inmetro-inicia-fiscalizacao-no-varejo-de-lampadas-incandescentes-de-41-w-60-w>>. Acesso em março de 2020.

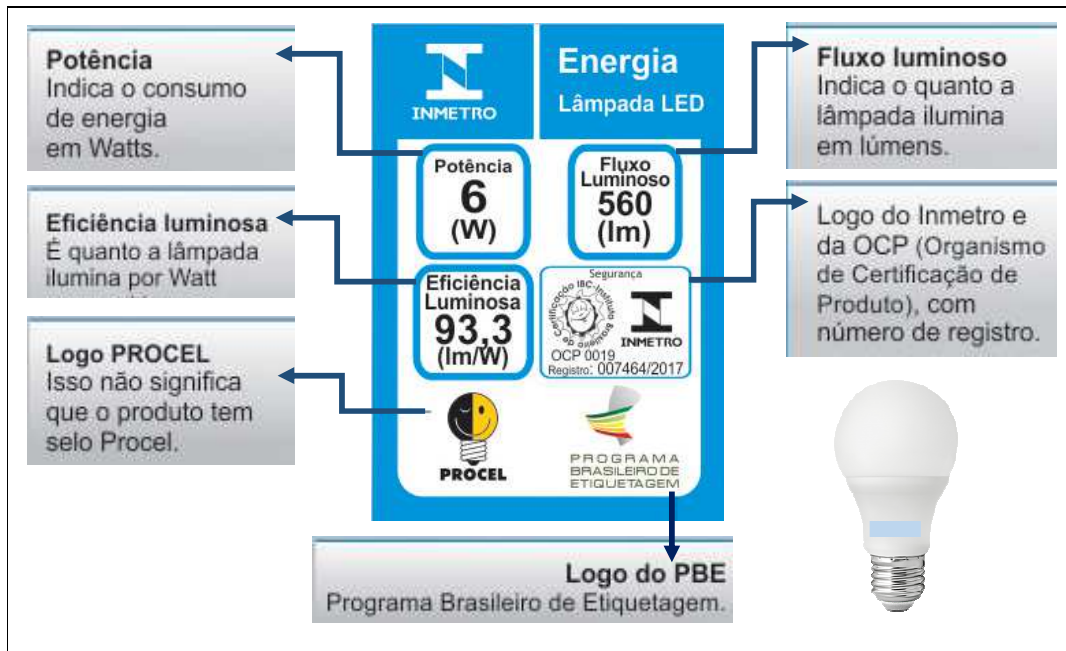
Questão 1 – Qual o motivo da restrição da venda de lâmpadas incandescentes com potência superior a 40W?

Questão 2 – Deseja-se substituir uma lâmpada incandescente comum de 50W de potência por uma de LED de luminosidade equivalente. Considerando o percentual de economia nesta troca, qual deve ser a potência da lâmpada LED a ser adquirida?

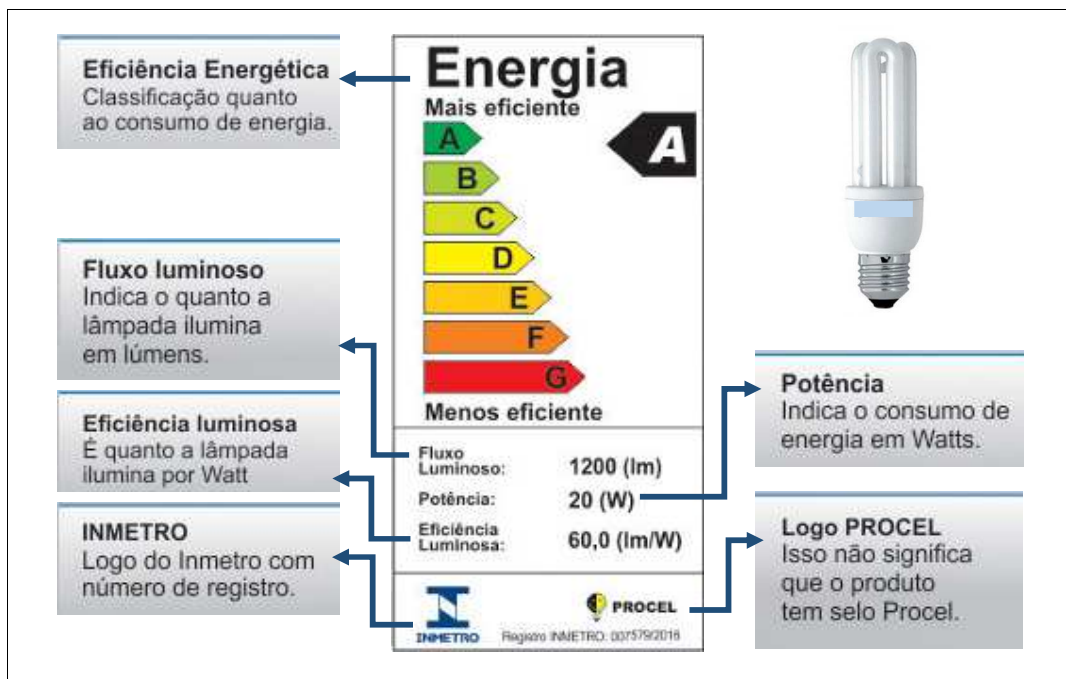
Definição 8 - Potência elétrica

A potência elétrica corresponde à taxa de “consumo” de energia elétrica de um equipamento por unidade de tempo durante seu funcionamento, ou seja, quando ele é percorrido por uma corrente elétrica. Por exemplo, uma lâmpada incandescente que tem potência de 60 W “consome” três vezes mais energia elétrica do que uma fluorescente compacta de 20 W, quando ambas permanecem acesas durante um mesmo intervalo de tempo.

Leia os Textos abaixo e responda ao que se pede.

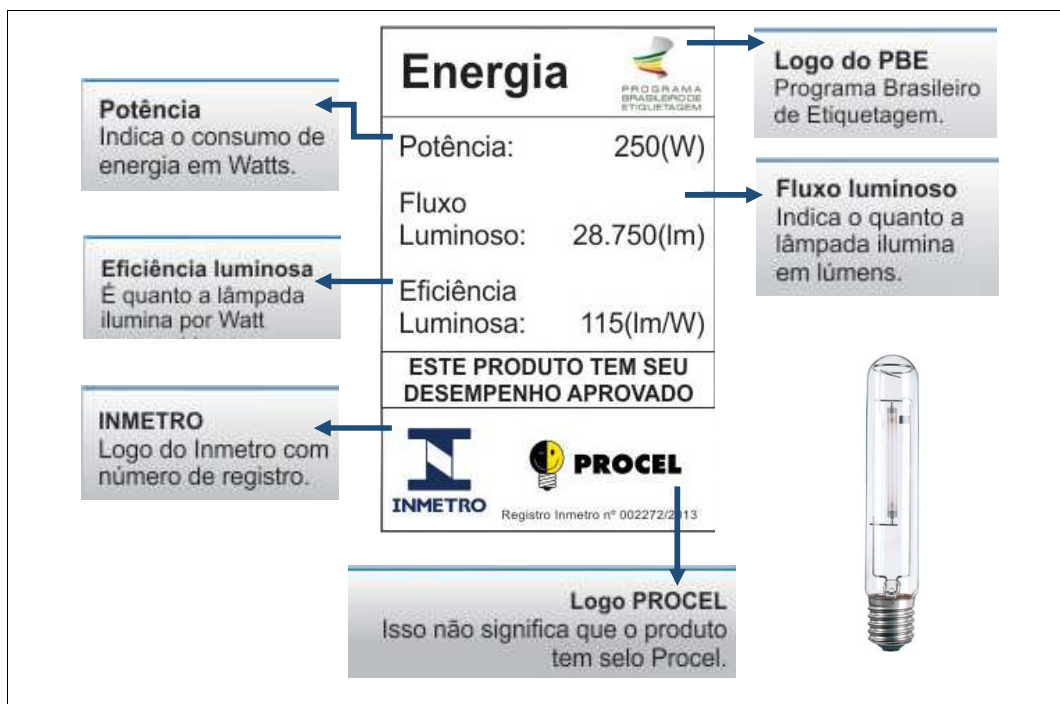


Texto 7.2: Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE) de uma lâmpada LED.
Fonte: Blog da Kian⁸



Texto 7.3: ENCE de uma lâmpada fluorescente compacta (LFC).
Fonte: Blog da Kian

⁸ Disponível em: <<https://www.kian.com.br/blog/item/35-ence-x-procel>> Acesso em março de 2020



Texto 7.4: ENCE de uma lâmpada vapor de sódio
 Fonte: Blog da Kian

Questão 3 – Complete quadro abaixo com as informações contidas nas etiquetas.

Tipo de lâmpada	Potência em watts	Fluxo luminoso em lúmens	Eficiência luminosa em lúmens por watts

Questão 4 – Indique que lâmpada, quando em funcionamento, “consome” a menor quantidade de energia por unidade de tempo.

Questão 5 – Qual das três lâmpadas é a mais apropriada para iluminar grandes áreas públicas? Justifique sua resposta.

Trabalho de casa 7 – Relação entre potência, tensão e corrente.

Equação 1 - Potência de um equipamento elétrico.

A potência desenvolvida por um equipamento elétrico que impõe uma queda de tensão através de seus terminais, quando percorrido por uma corrente, pode ser expressa pela fórmula:

$$\text{Potência} = \text{queda de tensão} \times \text{corrente}$$

ou

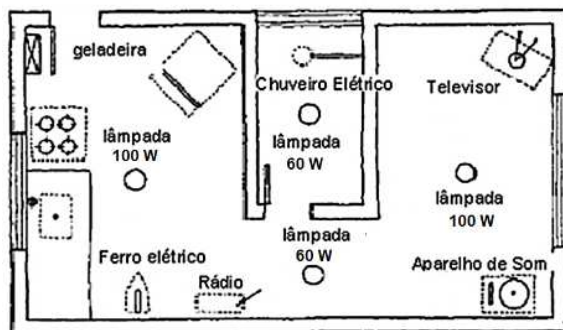
$$P = U \times i$$

Leia o texto abaixo e responda ao que se pede

A instalação elétrica de uma casa envolve várias etapas, desde a alocação dos dispositivos, instrumentos e aparelhos elétricos, até a escolha dos materiais que a compõem, passando pelo dimensionamento da potência requerida, da fiação necessária, dos eletrodutos, entre outras. Para cada aparelho elétrico existe um valor de potência associado. Valores típicos de potências para alguns aparelhos elétricos são apresentados no quadro seguinte:

Aparelho	Potência (em watts)
Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50

A planta baixa fornecida indica a disposições desses aparelhos elétricos em uma residência conectada à rede elétrica de 110 V, além das lâmpadas com os valores de potência.



Texto 7.5: Aparelhos elétricos em uma residência. **Fonte:** Adaptado da questão 19 da prova do ENEM de 2009⁹, caderno azul.

⁹ Disponível em:

http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2009/dia1_caderno1_azul.pdf. Acesso em março de 2020

Questão 1 – Considerando as informações contidas no Texto 7.5, calcule a intensidade de corrente elétrica de cada aparelho listado e complete adequadamente o quadro abaixo.

Aparelho	Potência (em watts)	Corrente (em amperes)
Aparelho de som		
Chuveiro elétrico		
Ferro elétrico		
Televisor		
Geladeira		
Rádio		
Lâmpadas (todas acessas)		

Questão 2 – Considerando todos os aparelhos em funcionamento, inclusive as lâmpadas, qual a potência total em watts desta residência?

Leia o texto abaixo e responda ao que se pede.

Os disjuntores são dispositivos que se destinam à proteção de um circuito contra excesso de corrente, como o que ocorre no caso de um curto-circuito. Ligados em série com o circuito ou dispositivo que devem proteger, eles “abrem” o circuito no caso de a corrente superar um determinado valor, para o qual é especificado. Os disjuntores são utilizados principalmente em instalações elétricas domiciliares, comerciais e industriais, mas não em veículos, onde prefere-se o fusível. Os tipos mais comuns são os térmicos onde uma lâmina bimetálica se deforma com o aquecimento provocado pela corrente, provocando o desarme do dispositivo e conseqüente interrupção do circuito.



Figura 7.1: Disjuntores. Fonte: Newton C. Braga¹⁰

Questão 3 – Um eletricitista deseja instalar um disjuntor geral para proteger o circuito desta residência. Dada a tensão da rede elétrica e a potência máxima, ou seja, com todos os aparelhos e lâmpadas em funcionamento; e que ele disponha de disjuntores com as seguintes intensidades máximas de corrente elétrica: 20 A, 30 A, 40 A e 50 A.

Qual dos disjuntores é o mais adequado para esta instalação? Justifique sua resposta.

¹⁰ Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/almanaque/861-disjuntor.html>. Acesso em março de 2020

Atividade 8 – O que é cobrado na “conta de luz”?

O modelo de corrente elétrica indica que existe um ciclo – algo que se estabelece entre a pilha, o circuito e a bateria. A corrente não é consumida nos componentes do circuito, entretanto, existem evidências de que algo é fornecido pela pilha e se esgota conforme o circuito permanece em funcionamento: a luz e o calor emitido pela lâmpada, o movimento do motorzinho, o som produzido no *buzzer*, além do próprio esgotamento da pilha. Esta quantidade “consumida” é denominada *energia potencial elétrica*, ou apenas, *energia elétrica*.

REF. MÊS / ANO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
MAR/2019	10/04/2019	R\$ 340,00

ENERGIA ATIVA	MEDIÇÃO ATUAL	MEDIÇÃO ANTERIOR	Const. Medidor	CONSUMO KWh	Nº DIAS
	Data	Data			
Tarifa Convencional	03/04/19 12513	03/03/19 12119	1	394	31

Unidade	Quant.	Preço Unit R\$	Valor R\$
kWh	394	0,85	334,90

ITENS DA FATURA:	CFPO	Unidade	Quant.	Preço Unit R\$	Valor R\$	Tarifas em R\$ kWh (sem impostos)
Energia Elétrica kWh		kWh	394	0,85	334,90	
Contrib. Custeio Ilum. Pública					5,10	

Figura 8.1: Fragmento de uma conta de energia elétrica
Fonte: Captura de tela de vídeo instucional da Light¹¹

Definição 9 – Conservação de energia elétrica em circuitos

Em um circuito a energia é sempre conservada. A quantidade total de energia elétrica transformada em outros tipos de energia pelos componentes do circuito (por exemplo, em luz e calor pela lâmpada, em movimento pelo motor ou em som pelo *buzzer*) é a mesma que é lançada no circuito pelas fontes de tensão, a partir da transformação de uma forma de energia (por exemplo, da energia química na pilhas, da energia luminosa na célula fotovoltaica, da energia do movimento no gerador).

Portanto, não se pode considerar que corrente elétrica e energia elétrica são grandezas físicas sinônimas. Enquanto a corrente não é consumida no circuito, a energia elétrica é “consumida”, ou melhor, transformada em outras formas de energia em cada componente do circuito. No caso dos eletrodomésticos de uma residência, o “consumo” de energia elétrica é registrado pela companhia distribuidora e cobrado na popularmente denominada “conta de luz”.

¹¹ Vídeo disponível em <https://www.facebook.com/lightclientes/videos/504829319995171/>

Classificando os eletrodomésticos quanto à transformação de energia

TRANSFORMA ENERGIA ELÉTRICA EM ...

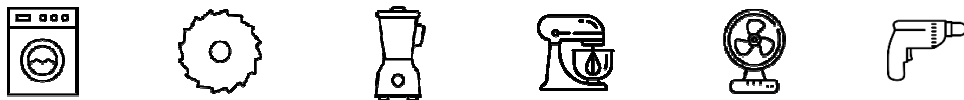
... ENERGIA SONORA E ENERGIA LUMINOSA (IMAGEM)



... ENERGIA LUMINOSA



... ENERGIA MECÂNICA (MOVIMENTO)



... ENERGIA TÉRMICA (AQUECIMENTO)



... ENERGIA TÉRMICA (REFRIGERAÇÃO)



Equação 2 – Quantidade de energia elétrica “consumida”

A quantidade de energia elétrica transformada por um aparelho elétrico em outra forma de energia é determinada por sua potência e pelo tempo que permanece em funcionamento.

$$\text{Energia} = \text{potência} \times \text{tempo}$$


ou

$$E = P \times t$$

A unidade usual para quantidade de energia elétrica é o quilowatt-hora (kWh), obtido pelo produto de 1 quilowatt (kW), equivalente a 1000 watts, por uma hora.

Exemplo 1 – “Consumo” e custo mensal de energia elétrica de alguns eletrodomésticos.

Ventilador de mesa de 80 watts funcionando 6 horas por dia



$$80 \text{ watts} \times 6 \text{ horas/dia} = 480 \text{ watts-hora/dia}$$

$$480 \text{ watts-hora/dia} \times 30 \text{ dias} = 14.400 \text{ watts-hora}$$

$$\frac{14.400 \text{ watts-hora}}{1.000} = 14,4 \text{ quilowatts-hora (kWh)}$$

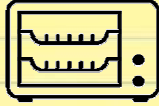
$$14,4 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,85/\text{kWh} = \text{R\$ } 12,24$$

Questão 1 – Complete os cálculos de “consumo” mensal de energia elétrica, em quilowatts-hora, e o respectivo custo em reais.

Forno elétrico de 1600 watts ligado por 2 horas, duas vezes por semana.

$$1600 \text{ watts} \times (2 \times 2) \text{ horas/semana} = \text{_____} \text{ watts-hora/semana}$$

$$\text{_____} \text{ watts-hora/semana} \times 4 \text{ semanas} = \text{_____} \text{ watts-hora}$$

$$\frac{\text{_____} \text{ watts-hora}}{1.000} = \text{_____} \text{ quilowatts-hora (kWh)}$$



$$\text{_____} \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,85/\text{kWh} = \text{R\$ } \text{_____}$$

Questão 2 – Qual dos dois equipamentos, ventilador ou forno elétrico, tem maior impacto no custo mensal da conta de energia elétrica? Proponha uma mudança na rotina de utilização de um, ou dos dois equipamentos, para reduzir o “consumo” de energia elétrica.

Exercício 1 – Troca de lâmpadas

Numa residência há seis lâmpadas fluorescentes compactas que permanecem acesas três horas por dia, em média. Com o objetivo de economizar na conta de energia elétrica, os moradores pretendem realizar a troca dessas lâmpadas pela mesma quantidade de lâmpadas do tipo LED, mais eficientes, sem modificar os padrões de utilização.


Observe a estimativa do “consumo”, diário e mensal, de energia elétrica das lâmpadas fluorescentes, como também do custo mensal em reais.



6 lâmpadas fluorescente de 20 watts acesas por 3 horas por dia, em média.

$$6 \times 20 \text{ watts} \times 3 \text{ horas/dia} = 360 \text{ watts-hora/dia}$$
$$360 \text{ watts-hora/dia} \times 30 \text{ dias} = 10.800 \text{ watts-hora}$$
$$\frac{10.800 \text{ watts-hora}}{1.000} = 10,8 \text{ quilowatts-hora (kWh)}$$
$$10,8 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,85/\text{kWh} = \text{R\$ } 9,18$$

6 lâmpadas LED de 12 watts acesas por 3 horas por dia, em média.



Questão 4 – Estime o “consumo” mensal, em quilowatts-hora, das seis lâmpadas LED’s de 12 watts acesas pela mesma quantidade diária de horas.

Questão 5 – Estime o custo mensal, em reais, de utilização dessas lâmpadas de LED com a tarifa de R\$ 0,85 por cada kilowatt-hora.

Trabalho de casa 8 – Quem é o vilão da conta?

Com o objetivo de economizar na conta de luz a família de Juliana decidiu reduzir a utilização de alguns eletrodomésticos. Como acabara de aprender nas aulas de ciência a calcular do consumo dos aparelhos, ela verificou a potência ou consumo de alguns suspeitos e o tempo de uso de cada um deles. Observe os dados obtidos.



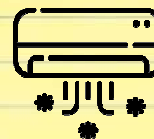
Lavadora de roupas e secadora automática – 0,25 kWh por lavagem
Uma lavagem por dia, todos os dias.

Ferro de passar roupas – 1200 W.
30 minutos (0,5 horas) a cada dois dias.



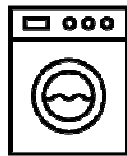
Chuveiro elétrico na posição verão – 2.400 W
3 pessoas tomam 2 banhos aquecidos, de 15 minutos cada, por dia.

Condicionador de ar 9.000 Btu/h – 855 W
Funcionando 8 horas por dia, todos os dias.



Questão 1 – A partir dos dados obtidos por Juliana, estime a quantidade mensal de energia “consumida” por cada aparelho, em quilowatts-hora.

Lavadora de roupas



_____ kWh

Ferro de passar roupas



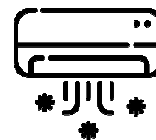
_____ kWh

Chuveiro elétrico



_____ kWh

Condicionador de ar



_____ kWh

Questão 2 – Estime o custo mensal com energia elétrica de cada um dos equipamentos, com base no “consumo” calculado na questão anterior e no valor unitário de R\$ 0,85 para cada quilowatt-hora.

Lavadora de roupas



R\$ _____

Ferro de passar roupas



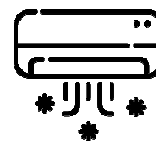
R\$ _____

Chuveiro elétrico



R\$ _____

Condicionador de ar



R\$ _____

Questão 3 – Proponha uma mudança de hábito, quanto a utilização de um ou mais desses equipamentos, que totalize uma economia de pelo menos R\$ 40,00 por mês. Não descarte a utilização de nenhum dos equipamentos. Justifique sua escolha a partir do cálculo do “consumo” economizado com o novo hábito.

(Por exemplo, você pode reduzir o tempo de funcionamento, utilizar em menos dias por mês ou qualquer outras ações que economize energia elétrica, exceto não utilizar algum deles.)
