



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

A FÍSICA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Manual do professor

Carlos Alberto Gonçalves da Conceição

Hugo Milward Riani de Luna

Marcos Binderly Gaspar

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Carlos Alberto Gonçalves da Conceição apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Janeiro de 2021

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Desperdício de Energia Elétrica.....	3
3. Roteiro.....	5

1. Introdução

Este material tem por objetivo auxiliar o professor na aplicação das atividades propostas no roteiro. Ao longo das atividades inseri alguns comentários que julguei pertinentes para que os colegas que venham a utilizar este material evitem os percalços pelos quais passei na aplicação do mesmo.

Lembro ainda que este material pode e deve adaptado por cada utilizador, uma vez que, como é de nosso conhecimento, as turmas têm dinâmicas diferentes.

A confecção do circuito foi descrita por Conceição (2021) no capítulo 3.

As atividades foram montadas de maneira que ao chegar ao final das mesmas o aluno seja capaz de compreender e sugerir correção para o fenômeno da queda no brilho das lâmpadas quando aparelhos elétricos de potência acentuada são ligados simultaneamente dentro da residência e se conscientizar sobre o uso responsável da energia elétrica.

Minha sugestão é que esta atividade seja aplicada em três aulas de dois tempos cada. Apliquei em duas aulas de dois tempos cada e infelizmente precisei adaptar as atividades devido à escassez de tempo, pois os alunos tiveram bastante dificuldade na execução dos cálculos e solicitavam constantemente e simultaneamente minha presença, o que consumiu muito tempo das aulas e comprometeu a finalização adequada das atividades. Ainda assim consegui aplicar as atividades de forma satisfatória.

2. Desperdício de Energia Elétrica

A primeira atividade consiste na leitura de dois textos que abordam o desperdício de energia elétrica. Eu, como dispunha de apenas duas aulas para a aplicação das atividades, optei por permitir a leitura dos textos em casa para “ganhar tempo”. Os links dos textos se encontram abaixo. Esses textos podem ser substituídos por outros que o professor julgue mais adequado, desde que tratem do tema do desperdício de energia elétrica.

Texto 1

<http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-atinge-r-617-bi-em-tres-anos/>

Texto 2

<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/de-2011-a-2015-brasil-desperdicou-energia-suficiente-para-um-ano-de-consumo-8bnk42j8ibd25of8e9yiw5h1/>

Os alunos receberam junto com os textos quatro perguntas que deveriam responder, de maneira individual, e entregar na próxima aula.

O objetivo desses textos é despertar os alunos para a importância do tema do desperdício de energia elétrica mostrando que é um tema atual, que está inserido na realidade deles, que afeta a vida deles e que, portanto, é um problema que merece atenção.

As perguntas estão descritas abaixo:

1ª Pergunta

Os textos chamam a atenção para um problema muito grave, relacionado ao uso da energia elétrica. Que problema é esse?

2ª Pergunta

De que maneira você acredita que o desperdício citado nos textos impacta na vida da sua família?

3ª Pergunta

Que ações você poderia implementar, na sua casa e na sua escola, para evitar o desperdício de energia elétrica?

4ª Pergunta

O furto de energia elétrica atingiu números alarmantes de acordo com um dos textos. De que maneira, na sua opinião, o furto de energia elétrica prejudica sua vida e a sociedade como um todo?

Esta etapa pode ser melhor aproveitada se os alunos realizarem um debate sobre os textos quando forem entregar as respostas. Infelizmente este debate demandaria um tempo que eu não dispunha e optei por apenas receber as respostas escritas e dar início as atividades do roteiro que se inicia com o pequeno texto.

3. Roteiro

Um fenômeno bastante comum nas instalações elétricas residências é a queda no brilho das lâmpadas da residência quando vários aparelhos elétricos são ligados simultaneamente dentro de casa. Uma outra forma de manifestação do mesmo fenômeno é a queda no rendimento dos ventiladores de chão quando vários aparelhos são ligados ao mesmo tempo.

- 1) Em que momento do dia, sua família gasta mais energia elétrica?

Nome do integrante	Momento do dia

- 2) Sobre o fenômeno descrito no texto anterior. O que o grupo acha que proporciona esta queda de rendimento de alguns aparelhos quando outros são ligados?

As perguntas introdutórias 1 e 2 foram para verificar as chances de os alunos testemunharem o fenômeno da queda no brilho das lâmpadas, uma vez que ele é percebido com mais facilidade durante a noite e para sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o fenômeno bem como para instigá-los a pensar sobre o mesmo

O Circuito Simples

- 1) Que elementos básicos um circuito elétrico precisa ter para funcionar corretamente e com segurança?

Apresentaremos agora um circuito simples em funcionamento. Fique atento!

Eu optei por fazer a montagem do circuito e manipulação do mesmo, uma vez que estamos trabalhando com corrente alternada. Mesmo o circuito não tendo partes “desencapadas” expostas, e os alunos estarem mais do que habituados a manipularem tomadas e interruptores em suas residências, eu sugiro bastante cautela. Realize você a manipulação do circuito.

- 2) Que elementos deste circuito também fazem parte das instalações elétricas de sua residência?
- 3) O professor precisa medir a tensão na lâmpada. Anote o valor encontrado, com sua respectiva unidade, e observe bem o brilho que a lâmpada apresenta.
- 4) O grupo está recebendo uma lâmpada igual a utilizada pelo professor. O valor da voltagem medida pelo professor corresponde ao nominal da lâmpada? Justifique.
- 5) O grupo agora deve, utilizando a lâmpada que receberam, preencher a tabela abaixo.

Tensão nominal	Potência nominal	Resistência elétrica	Corrente elétrica

Nesse momento os alunos apresentaram dificuldades na realização dos cálculos e da correta utilização das unidades de cada grandeza física. Todos me chamavam simultaneamente pedindo ajuda, o que tomou um tempo considerável da aula. Eu acabei permitindo o uso de máquinas de calcular.

Sugiro que, em aula anterior à aplicação do roteiro, o aluno seja orientado a levar uma máquina de calcular, caso necessite.

Associação de lâmpadas em série

Quando associamos mais de um aparelho elétrico, lâmpadas ou resistores em um mesmo circuito, podemos fazê-lo de três maneiras distintas:

- I. Em série.
- II. Em paralelo.
- III. Mista.

Neste momento associaremos duas lâmpadas iguais em série. Isto significa dizer que dispostemos as lâmpadas de maneira que elas sejam interligadas por um mesmo condutor. O professor montará o circuito e medirá a tensão elétrica nos terminais das duas lâmpadas.

- 1) Valor da tensão elétrica: L1 _____ L2 _____
 Anote o valor da tensão elétrica medida pelo professor nos terminais das duas lâmpadas. Compare com o valor medido na montagem anterior. O que o grupo percebeu?
- 2) Observe as lâmpadas acesas. Compare o brilho delas com o brilho da lâmpada na montagem anterior. O que você percebeu?
- 3) Neste momento da atividade qual a relação que o grupo consegue observar entre o valor da tensão elétrica que as lâmpadas estão submetidas e o seu brilho?
- 4) Peça ao professor que retire uma das lâmpadas do circuito. O que o grupo observa que acontece e qual a explicação daria para tal fato?
- 5) O professor substitui uma das lâmpadas por uma lâmpada queimada e liga o circuito. O que o grupo observa que acontece e qual explicação que daria para tal fato?
- 6) O grupo deve agora, comparando o circuito simples com o circuito em série, preencher a tabela abaixo.

Circuito Simples		Circuito em série	
Corrente Elétrica	Resistência Equivalente	Corrente Elétrica	Resistência Equivalente

Novamente os grupos apresentaram dificuldades na execução dos cálculos e utilização das unidades de medida corretas. O uso da calculadora foi autorizado.

- 7) Uma vez que o grupo já conhece a resistência elétrica de cada lâmpada e o valor da tensão elétrica nos terminais das mesmas preencha a tabela.

Potência Nominal	Potência Dissipada

Dificuldades para entender a diferença entre potência nominal e potência dissipada. Foi necessária intervenção do professor.

- 8) Como o grupo explicaria o resultado da tabela no item anterior?
- 9) Responda:
- a) Se as lâmpadas tivessem potências diferentes o brilho delas seria o mesmo? (Peça ao professor que realize o experimento e comprove).
- b) Se as lâmpadas tivessem potências diferentes a intensidade da corrente que passa por cada uma delas seria a mesma? Justifique.

Associação de lâmpadas em paralelo

Associaremos agora duas lâmpadas iguais em paralelo. Isto significa dizer que disporemos as lâmpadas de maneira que seus terminais da direita sejam interligados em um ponto e seus terminais da esquerda sejam interligados em outro ponto. O professor monta o circuito e mede a tensão elétrica nos terminais das duas lâmpadas.

- 1) L1_____ L2_____. Anote o valor da tensão elétrica medida pelo professor nos terminais das duas lâmpadas e compare com o valor medido na montagem anterior (circuito em série). O que o grupo percebe?
- 2) Observe as lâmpadas acesas e compare o brilho delas com o brilho das lâmpadas na montagem anterior (circuito em série). O que o grupo percebe?
- 3) Peça ao professor que retire uma das lâmpadas do circuito. O que o grupo observa que acontece com a outra lâmpada e qual a explicação que daria para tal fato?

4) O professor substitui uma das lâmpadas por uma lâmpada queimada e liga o circuito. Como o grupo explica o comportamento da lâmpada **que não foi trocada**?

5) O grupo deve agora, comparando o circuito em paralelo com o circuito em série, preencher a tabela abaixo.

Circuito Paralelo		Circuito em série	
Corrente Elétrica Total	Resistência Equivalente	Corrente Elétrica Total	Resistência Equivalente

O cálculo da resistência equivalente do circuito em paralelo, consumiu bastante tempo porque gerou muitas dúvidas. Mesmo com apenas duas lâmpadas e utilizando máquina de calcular os alunos tiveram bastante dificuldade em realizar os cálculos. Eu precisei ir de grupo em grupo para prestar auxílio, o que consumiu muito tempo da aula.

Associação mista de lâmpadas e aparelhos elétricos

Associaremos agora três lâmpadas iguais de 25 W e uma prancha de cabelo em paralelo com uma lâmpada de 42 W em série, o que significa que temos uma associação mista. Inicialmente temos uma lâmpada no ramo em série e o professor vai acrescentando as outras lâmpadas no ramo em paralelo. A medida que as lâmpadas vão sendo acrescentadas o professor vai realizando a medida da tensão elétrica nos terminais das lâmpadas. Fique atento aos brilhos.

1) A medida que mais lâmpadas vão sendo inseridas no ramo em paralelo o que o grupo percebe que acontece com o brilho e a tensão elétrica da lâmpada do ramo em série?

2) A medida que mais lâmpadas vão sendo inseridas no ramo em paralelo o que o grupo percebe que acontece com o brilho e a tensão elétrica das lâmpadas deste ramo?

3) No início das atividades nós fizemos referência a um fenômeno que ocorre nas residências: as luzes vão ficando cada vez mais fracas à medida que mais aparelhos vão sendo

ligados dentro de casa. Se pudermos comparar este circuito com a instalação elétrica de uma residência qual a parte do circuito estaria dentro da casa e qual estaria fora da casa?

- () As lâmpadas em paralelo dentro de casa e a lâmpada em série fora de casa.
- () As lâmpadas em paralelo fora de casa e a lâmpada em série dentro de casa.

4) Baseado nas atividades que realizamos até o momento você acha que as instalações elétricas de uma casa são um circuito elétrico?

- () SIM.
- () NÃO

Em caso positivo, qual tipo de circuito?

- () Circuito em série
- () Circuito em paralelo
- () Circuito Misto

Esta foi uma das etapas da atividade onde os alunos ficaram mais impressionados. Ver o brilho de uma lâmpada aumentando à medida que outras eram inseridas no circuito incitou muito a curiosidade deles e promoveu argumentações. Foi muito bacana. Esta etapa é uma etapa chave, pois é neste ponto que os alunos percebem/concluem que as instalações elétricas residenciais são um circuito elétrico misto.

Alterando a resistência do condutor do ramo em série

Agora substituiremos a lâmpada do ramo em série por condutores de cobre de espessura variável e depois por uma resistência elétrica de chuveiro, que nada mais é do que um condutor elétrico de níquel-cromo.

No ramo em paralelo colocaremos um ferro de passar roupas de potência 1000 W um secador de cabelos de potência 2000 W e uma prancha de cabelos. Vamos ver como esses condutores se comportam.

1ª Etapa

Condutor de cobre

- 1) No início o condutor estava bem esticado. O que o grupo percebeu que aconteceu com ele?

Permaneceu esticado.

Não permaneceu esticado.

Qual explicação o grupo daria?

2) Qual a intensidade da corrente elétrica que passa pelo condutor?

2ª Etapa

Condutor de cobre com metade da espessura do anterior

1) A corrente elétrica que passa pelo condutor tem a mesma intensidade que a corrente na primeira etapa? Justifique. Se tiver dúvida realize os cálculos.

2) Ouve alguma diferença no comportamento do condutor se comparado com a primeira etapa?

SIM.

NÃO.

Qual a diferença?

Qual explicação o grupo daria para tal diferença?

3) O aquecimento dos condutores com a passagem da corrente elétrica é chamado de Efeito Joule. De acordo com as atividades que acabamos de realizar o Efeito Joule se manifesta com maior intensidade em instalações elétrica que possuem condutores mais finos ou mais espessos?

Mais finos.

Mais espessos.

4) Você acredita que o Efeito Joule possa acarretar algum tipo de risco a sua segurança e de sua família? Que tipo de risco?

Nesta etapa os alunos perceberam que existe uma relação entre a espessura do condutor e o seu aquecimento. Quando a corrente elétrica passou pelo condutor e o mesmo se deformou e depois incandesceu os alunos ficaram maravilhados. Foi difícil controlar a turma. Muitas discussões e argumentações. Foi bem legal.

Além disso os alunos tiveram a oportunidade de entender que existe risco a sua segurança e de sua família quando os condutores se aquecem demais.

Atividade

Uma vez que você já sabe que a instalação elétrica de uma residência é um circuito elétrico misto possuindo, portanto, um ramo em paralelo (dentro de casa) e um ramo em série (fora de casa) vamos realizar agora uma atividade que permita a você calcular qual é a quantidade de energia dissipada pelo condutor do ramo em série a medida que vários aparelhos são ligados simultaneamente dentro de casa.

Abaixo são fornecidos alguns aparelhos elétricos de uma residência com suas respectivas potências e o tempo de uso diário destes aparelhos. A resistência elétrica dos condutores que ficam no ramo em série da instalação (condutores que ligam a casa ao "relógio" medidor de energia) vale $R = 0,034\Omega$ e o preço do KWh vale R\$ 0,80.

Aparelho	Potência (W)	Tempo uso diário (h)
Chuveiro elétrico	5400	1,5
Ar condicionado	1400	8
Microondas	1000	0,5
Secador de cabelos	2000	0,5

Obs: Todos os aparelhos estão submetidos a uma tensão elétrica de 127 volts.

- 1) Você deve calcular a corrente total gerada quando todos os aparelhos são ligados. **Dica: Basta calcular a corrente de cada um e somar.**
- 2) Você deve calcular a potência dissipada pelo condutor do ramo em série. Lembre-se que você já possui o valor de sua resistência e da corrente que passa por eles (calculada no item 1).
- 3) Agora que você possui a potência dissipada pelos condutores do ramo em série e o tempo de uso dos aparelhos, realize o cálculo de conta de luz e determine qual é a quantidade de energia mensal, em kWh, dissipada por esses condutores.
- 4) Uma vez que você conhece o preço do kWh calcule o quanto se pagará por esse desperdício.

5) Considerando as 3.825.523 unidades consumidoras atendidas pela LIGHT Serviços de Eletricidade, qual será o valor monetário total do desperdício, se cada uma dessas unidades desperdiçar o que você calculou para apenas uma delas.

Corrente Total (It)	Potência Dissipada pelo condutor (P)	Desperdício Mensal (kWh)	Custo para uma unidade consumidora (R\$)	Custo para todas as unidades consumidoras (R\$)

Esta etapa precisou ser adaptada. Apenas um aparelho elétrico da tabela fornecida foi utilizado devido à falta de tempo. Apenas dois grupos se dispuseram a realizar os cálculos. Neste dia os alunos estavam muito agitados e ansiosos para o termino da aula porque fez muito calor. As salas de aula recebem o sol da manhã, que adentra a sala causando enorme desconforto. As salas não possuem ar-condicionado.

Os dois grupos que realizaram os cálculos ficaram impressionados com as cifras encontradas devido ao desperdício de energia elétrica acarretado pelos cabos elétricos.

3ª Etapa

Condutor de níquel- cromo (resistência de chuveiro elétrico)

Obs: Acrescentamos agora uma lâmpada no ramo em paralelo.

1) O professor fecha o circuito tocando em dois pontos distintos do condutor (resistência de chuveiro). Quando ele considera todo o comprimento da resistência o que o grupo percebe que ocorre com o brilho da lâmpada e qual explicação forneceria para tal ocorrência?

2) Quando ele considera apenas uma parte do comprimento da resistência, o que o grupo percebe que ocorre com o brilho da lâmpada e qual explicação forneceria para tal ocorrência?

3) De acordo com o que você acabou de observar qual medida o grupo adotaria para corrigir o fenômeno da queda do brilho das lâmpadas que ocorre dentro de casa?

Abaixo temos uma proposta de atividade para que você verificar a importância do uso responsável da energia elétrica.

Nós acendemos e apagamos luzes o tempo todo. Em muitas ocasiões deixamos de apagar as lâmpadas de um ambiente quando saímos dele. Será que esse gesto tão simples impacta no orçamento da sua família? Vamos realizar alguns cálculos e verificar qual é o real impacto que o apagar das luzes acarreta no orçamento de uma casa, uma escola etc.

Atividade

- 1) Vocês se dividirão em grupos e cada grupo ficará responsável por uma parte da escola. Os grupos deverão contabilizar quantas lâmpadas têm no ambiente pelo qual é responsável.
- 2) Os grupos deverão verificar, com a ajuda do professor ou de um funcionário da escola, qual é a potência dessas lâmpadas.
- 3) Estimar o tempo que ficam ligadas e o tempo que deveriam ficar ligadas se fossem utilizadas de maneira responsável. Por exemplo, em nossa escola, que é uma escola de três turnos, as lâmpadas deveriam ficar ligadas das 7:00 h da manhã até as 22:00 h da noite, mas ficam ligadas 24 h por dia.
- 4) Você deverá calcular qual é o consumo dessas lâmpadas nas duas situações e depois, determinar o quanto se paga por esse consumo nas duas situações.
- 5) Cada grupo apresentará seus dados e cálculos de maneira que ao final teremos uma boa estimativa do total do desperdício de energia elétrica devido ao uso irresponsável dessas lâmpadas.

Nº lâmpadas	Potência (W)	Tempo de uso incorreto (h)	Custo mensal uso incorreto (R\$)	Tempo de uso correto (h)	Custo mensal uso correto (R\$)	Custo mensal do desperdício (R\$)

Embora eu considere esta atividade muito importante para conscientizar os alunos sobre o combate ao desperdício de energia elétrica, ela não foi realizada por falta de tempo e também porque eu já havia realizado uma atividade semelhante com eles anteriormente.

Estas foram as minhas impressões e principais dificuldades enfrentadas na aplicação das atividades.