



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



MNPEF

Uma aula sobre potência elétrica e brilho de lâmpadas

Gabrielle Barbosa Aragão

Hugo Milward Riani de Luna

Carlos Eduardo Aguiar

Material instrucional associado à
dissertação de mestrado de Gabrielle
Barbosa Aragão, apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ensino de Física da
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

Fevereiro de 2020

Caro(a) professor(a), o material apresentado a seguir é uma sugestão de aula sobre potência elétrica, passando pelos conceitos de voltagem e corrente elétrica, culminando em luminosidade (medida do brilho de uma fonte luminosa) com uso de analogias. Os slides que fazem parte desta aula serão apresentados a seguir sempre comentados. Essa aula foi planejada para ser ministrada em 2 tempos de aula de 45min cada.

Como medir o brilho de uma lâmpada?

Nossa aula começa com uma pergunta instigadora e cuja resposta não é trivial para os alunos. Dê um tempo para os alunos sugerirem repostas para a pergunta.



(preço, potência elétrica e formato), você quer a ajuda deles para determinar qual a melhor opção para você adquirir.

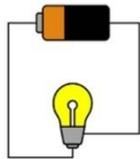
Conte uma história aos seus alunos. A sugestão que damos é dizer que você precisa trocar uma lâmpada na sala da sua casa e que você quer escolher uma lâmpada que ilumine bem o ambiente, mas que não gaste muita energia elétrica. Como temos todas essas opções no mercado e elas são diferentes



Discuta com os alunos que para escolher uma lâmpada, primeiro precisa-se entender o que faz a lâmpada brilhar.

A partir daqui vamos começar a discutir circuitos elétricos.

O que faz uma lâmpada brilhar?



Aqui é feita a primeira abordagem sobre a conexão entre as lâmpadas e circuitos elétricos. O primeiro elemento que os alunos irão mencionar é que a lâmpada deve estar ligada a uma fonte de energia, neste esquema nossa fonte está representada pela pilha e de fios, nossos condutores de corrente elétrica. É interessante fazer uma observação de que a

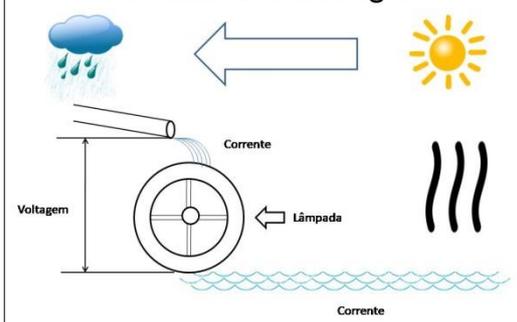
lâmpada possui pólos, assim como a pilha, e é preciso que cada fio seja conectado em um pólo diferente.

Fazendo uma analogia



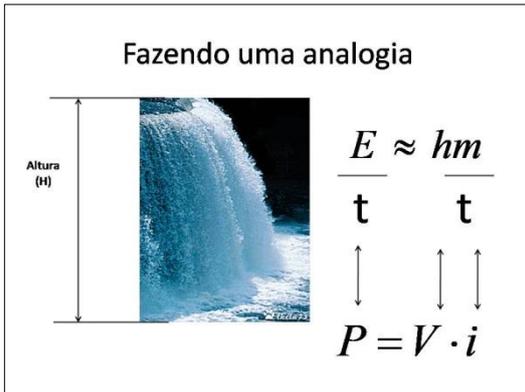
A partir daqui vamos usar a analogia de um circuito elétrico com uma roda d'água. Como toda analogia, a ideia é comparar os dois. Então, uma sugestão é que você diga que o circuito anterior é muito parecido com a roda d'água apresentada na figura. Esta comparação gerará um “choque” nos alunos.

Fazendo uma analogia



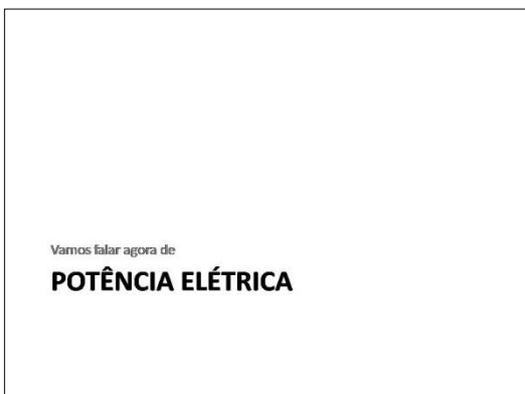
Uma versão esquemática da roda d'água é apresentada na figura ao lado. Aqui faremos as conexões entre o circuito elétrico e nossa analogia. A corrente d'água representa a corrente elétrica, a voltagem corresponde à queda d'água e a lâmpada é representada pela roda d'água, que é o elemento queremos que funcione.

Acrescentamos o ciclo da água para que nosso circuito feche. Você pode justificar o uso desse ciclo, argumentando que o Sol é como uma bomba de aquário que impulsiona a água do próprio aquário da parte de baixo para a parte de cima assim como no circuito onde a fonte também faz o papel de impulsionar os elétrons a voltarem para ela.



Para introduzir o conceito de potência elétrica vamos precisar de uma segunda analogia, preferencialmente dentro da mesma temática. Escolhemos uma queda d'água para traçar uma correlação entre voltagem, corrente elétrica e potência elétrica de forma que a introdução do conceito de potência elétrica se dê de forma

natural. Usamos a analogia com uma cachoeira e a ideia de que a mudança da altura da queda d'água muda a “força” com a qual a água impacta o corpo que está embaixo. A altura da queda segue a mesma ideia da analogia anterior a essa, sendo a voltagem. O volume de água (nossa massa por unidade de tempo) faz o papel da corrente elétrica, uma vez que a corrente elétrica é definida matematicamente como carga por unidade de tempo, sendo assim um bom paralelo. E por último utilizamos a ideia de que a energia da queda d'água é diretamente proporcional a altura da queda e ao volume de água, que combina bem com a definição de potência.



Como potência é um conceito que não havia sido comentado antes mas é uma palavra conhecida dos alunos, vamos passar alguns slides contextualizando este conceito.



Potência elétrica talvez não seja um conceito conhecido para os alunos, mas a ideia é mostrar que em nosso mundo tecnológico praticamente todos os aparelhos que os alunos usam vão ter sua potência especificada. Na figura temos um carregador de iPhone, um selo do Inmetro de chuveiro

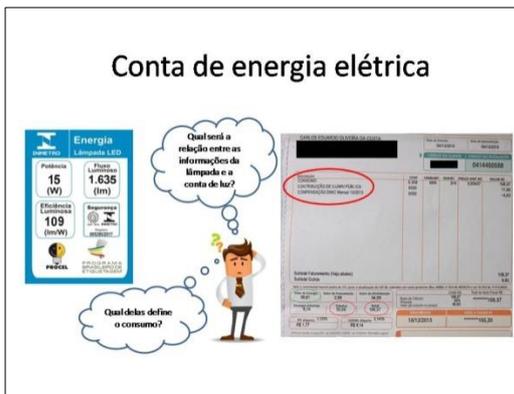
elétrico e uma etiqueta de um refrigerador, sempre destacado em cada imagem a potência do aparelho, para mostrar que esta informação está sempre presente nos aparelhos que são ligados a rede de energia elétrica.

Potência elétrica

- Definimos potência elétrica como a energia consumida por algum dispositivo por unidade de tempo.
- Por exemplo: uma lâmpada de 60W consome 60J (joules) de energia por segundo.

É importante reforçar o que alcançamos com a segunda analogia, então passamos a definição formal de potência elétrica, e um exemplo prático do cotidiano do aluno.

Conta de energia elétrica



Um ponto de interesse dos alunos nas aulas sobre potência elétrica é sempre quando falamos da conta de luz. Para fazer uma conexão com os slides anteriores e dar sequência ao assunto, propomos que a turma seja questionada sobre a conexão entre o que foi trabalhado até agora e a conta de luz. Mas especificamente o que é importante saber

sobre a conta de luz e o que estamos de fato pagando. Nossa sugestão é que pergunte aos alunos qual das informações do selo do Inmetro tem ligação direta com a conta de luz. Também mostre o cálculo da conta de luz ($E = Pot \times tempo$) e explique que o que se paga na conta de luz é a energia consumida.

Tipos de lâmpadas



Aqui acontece um resgate do tema inicial da aula. Começamos nossa discussão com os alunos a partir do tema lâmpadas. A proposta deste slide é falar um pouco sobre o funcionamento de cada tipo de lâmpada presente no mercado e o porquê da lâmpada incandescente ter sido proibida de ser comercializada.



Começando a “amarrar” nosso assunto. Este slide mostra que alguns fabricantes de lâmpadas LED mostram em suas embalagens a equivalência entre as lâmpadas LED, fluorescente e halógena. E esta é a forma mais prática de se comparar as lâmpadas, através da sua potência. Na teoria, os brilhos das lâmpadas comparadas seriam os mesmos.

A partir deste ponto vamos precisar do aparato experimental descrito no material complementar a este, intitulado “Uma atividade experimental sobre eficiência luminosa utilizando o smartphone” (que pode ser encontrado na página do Instituto de Física da UFRJ), que são as instruções da montagem experimental do aparato utilizado a seguir.

Vamos utilizar a montagem experimental para mostrar de forma prática a eficiência luminosa, deixando que os alunos cheguem à conclusão de qual lâmpada é mais eficiente (entre uma halógena e uma LED).

Os próximos slides são orientações da atividade experimental para medir a luminosidade de lâmpadas. Para isto precisaremos que os alunos saibam utilizar alguns instrumentos de medida. Também será necessário que os alunos sejam separados em grupos e que para cada grupo haja um kit com o aparato experimental (consultar material complementar citado acima) e um smartphone *Android* com um aplicativo de luxímetro instalado.



Apresentamos o multímetro aos alunos e explicamos rapidamente seus possíveis usos. Dependendo da montagem que você vai utilizar em aula será necessário que os alunos saibam utilizar e fazer a leitura dos dados em um multímetro. Uma rápida explicação já é suficiente para nosso experimento.

Atividade:
Medindo a potência de lâmpadas

- Utilizando a fonte de tensão variável.



Será preciso também uma fonte de tensão variável. Utilizamos esta da foto pois fazia parte do acervo da escola onde esta aula foi aplicada. No entanto se você não possuir uma fonte tensão variável existe um anexo na dissertação da qual este material faz parte com instruções para a montagem de uma fonte caseira de tensão variável de 0 a 12V e

1A. Será necessário ensinar aos alunos a operarem a fonte de forma que eles não “queimem” as lâmpadas utilizadas durante o experimento.

Atividade:
Medindo a potência de lâmpadas

- Vamos precisar de 1 smartphone por grupo e faremos o download do aplicativo Luxímetro.



Será preciso um smartphone de sistema *Android* que possua um sensor de luz ambiente com um aplicativo de luxímetro instalado. Utilizamos este da foto que tem o nome de Luxímetro e pode ser encontrado gratuitamente na *Play Store* da *Google*. O interessante seria a utilização do smartphone de um aluno de cada grupo, caso

seja possível. Aqui é importante explicar brevemente como esse sensor funciona, sua localização no smartphone e o que mediremos com ele.

O luxímetro é um medidor de luminosidade e tem como unidade de medida o lux. Luminosidade é potência luminosa por metro quadrado. O luxímetro é utilizado em smartphones para medir a luminosidade ambiente e mudar o brilho da tela automaticamente gerando uma economia de bateria. No smartphone quem faz o papel de luxímetro é o sensor de luz ambiente, este tenta imitar a sensibilidade do olho humano para luz e ajustar o brilho de acordo com o que seria mais agradável para os olhos do usuário.



para economizar tempo de aula. A fonte e a necessidade dos multímetros irão depender da montagem que você executar com eles.

Atividade:
Medindo a potência de lâmpadas

- Vamos utilizar para o nosso experimento duas lâmpadas:
- uma halógena de 10W e 6V
- uma LED 3W e 3V

A montagem do equipamento experimental deve ficar similar ao da foto do slide ao lado. É interessante colocar uma foto do aparato montado por você para que os alunos saibam como deve ser a montagem que eles devem executar. Uma sugestão é já deixar o equipamento montado previamente sobre as mesas faltando apenas o smartphone

Vamos medir a luminosidade de duas lâmpadas, uma LED e uma halógena. As lâmpadas utilizadas aqui podem ser encontradas em lojas de eletrônica. Para fotos das lâmpadas utilizadas ver o material complementar de montagem do experimento.

O importante sobre as lâmpadas que serão utilizadas é que estas tenham o valor da potência o mais próximo possível. É importante também que a lâmpada LED seja de LED único, o maior valor de potência que encontramos para este tipo de lâmpada foi de 3W.

A atividade experimental começa neste ponto. Existe um relatório que acompanha este experimento e que se encontra no final deste material. Ele contém as instruções para que os alunos executem a prática experimental proposta e é importante que cada grupo tenha uma cópia.

Atividade:
Medindo a potência de lâmpadas

- Utilizando o aparato experimental anote a voltagem, a corrente elétrica e a potência luminosa em 10 pontos.
- Comece colocando uma das lâmpadas numa distância de 30cm do sensor de luz ambiente do celular.
- *Os pontos escolhidos para tomar os dados serão os pontos de menor valor de voltagem (de forma crescente) onde houver estabilidade de valores para a voltagem.*

É bom que algumas instruções sejam reforçadas mesmo que já estejam descritas no relatório da atividade, como por exemplo pedir aos grupos que anotem os valores da corrente elétrica, da voltagem e da

luminosidade (valor mostrado em lux no aplicativo do smartphone) de 10 pontos distintos conforme eles aumentam o valor da voltagem.

Atividade:

Medindo a potência de lâmpadas

- Lembre-se de **não ultrapassar** a voltagem de 6V para a lâmpada halógena.
- Para a lâmpada LED tente tomar os valores de forma que o último **não ultrapasse** 3V.
- Após tomar os dados faça um único gráfico de $i \times Pot$ para as duas lâmpadas.

Cada lâmpada tem um valor máximo de voltagem. Com a lâmpada halógena ultrapassar esse valor fará com que ela queime. Com a lâmpada LED é possível ultrapassar em 1V este valor mas é recomendado não fazê-lo. Pois também pode ocasionar a queima da lâmpada.

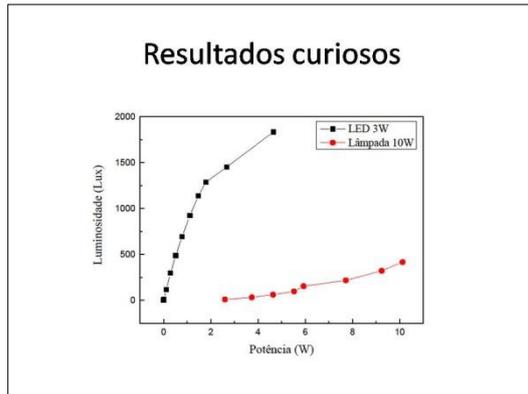
Seria interessante que os alunos produzirem um gráfico após a tomada de dados, mas a escala deste gráfico teria que ser dada previamente, pois é trabalhoso encontrar uma escala que comporte todos os dados em um mesmo gráfico, caso este seja feito em papel milimetrado. Uma opção é fazer o gráfico no Excel, mas sabemos que na maioria das escolas não será possível. Na aplicação realizada desta aula, mesmo sem a produção do gráfico, os alunos conseguiram chegar aos resultados esperados.

Atividade:

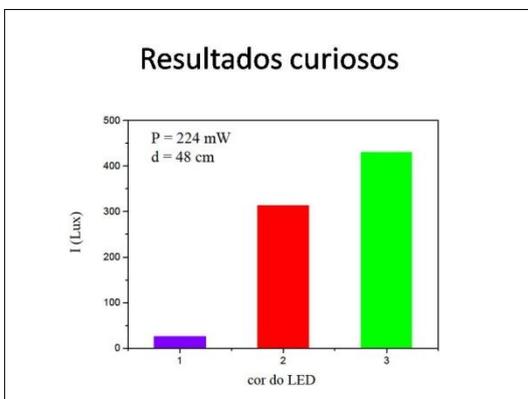
Medindo a potência de lâmpadas

- Definimos eficiência de uma lâmpada como a razão entre a luminosidade produzida e consumo energético (potência \times tempo). Quanto menor o consumo de eletricidade para a produção de luminosidade mais eficiente é a lâmpada.
- Com base no gráfico que você montou qual das lâmpadas é mais econômica? Por quê?

Após o preenchimento do roteiro da atividade é importante a aula ter uma conclusão. Sugerimos que seja uma discussão com toda a turma sobre os resultados encontrados por eles.



O gráfico que eles devem encontrar ao final do relatório é semelhante a este ao lado. Mesmo que você opte por não pedir que os alunos construam o gráfico mostre este para fins de comparação de resultados.



Um resultado curioso que pode gerar algumas discussões com a turma é este ao lado. Note como a luminosidade do LED verde é bem maior que os outros LEDs. Isto por que o sensor utilizado imita o olho humano e nós temos maior sensibilidade a cor verde por ser o pico de emissão do espectro do Sol.

Você pode reproduzir esse último experimento com os seus alunos, para isto basta utilizar o mesmo aparato experimental que você acabou de utilizar e 3 LEDs coloridos (um de cada cor), escolher uma distância fixa e medir a luminosidade de cada um deles colocando aproximadamente a mesma corrente elétrica e a mesma voltagem, para que todos sejam medidos sob a mesma potência elétrica. Observe que a potência dos LEDs utilizados é bem pequena, então tenha bastante cuidado ao explorar o uso dos LEDs coloridos.

Nota dos autores: Caro(a) professor(a), caso você possa dispor de mais 2 tempos de aula para aplicação da aula e atividade proposta sugerimos que a aula seja separada nas seguintes etapas:

- a) Aula inicial com a apresentação das grandezas físicas;
- b) Atividade intermediária sobre montagens de circuitos elétricos. Sugerimos que seja uma atividade prática.
- c) Sugestões de como fazer as medições das grandezas voltagem, corrente elétrica, potência elétrica e luminosidade pelos alunos;
- d) Montagem final com o equipamento descrito nos slides e volta da questão “como medir o brilho de uma lâmpada?”

Finalizando a aula com a discussão dos resultados encontrados por eles, podendo se estender ao questionamento se os alunos concordam com o banimento das lâmpadas incandescente do mercado.

Nomes: _____ Turma: _____

ATIVIDADE: Comparando eficiência de lâmpadas: LED vs. Halógena

Nesta atividade iremos comparar a eficiência de lâmpadas a partir do gráfico entre o consumo de energia elétrica e a luminosidade emitida por 2 tipos de lâmpadas: uma halógena e outra de LED.

1. Material:

Para esta atividade precisaremos de:

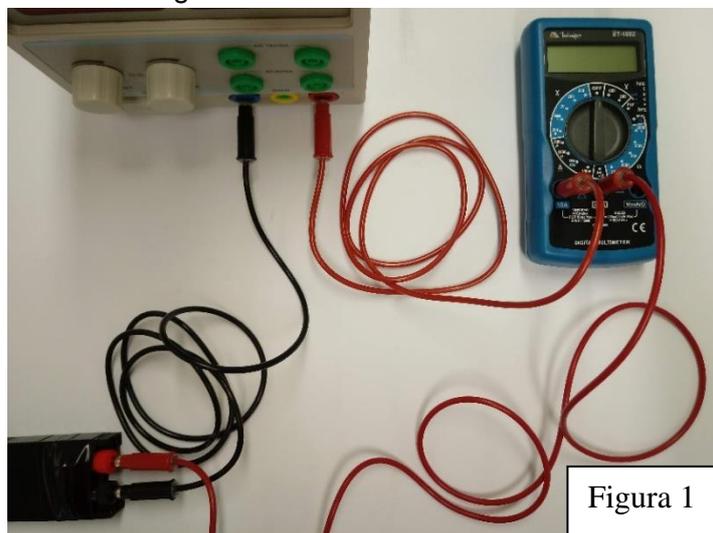
- 1 trilho eletrificado de 60cm
- 1 smartphone com o aplicativo Luxímetro instalado
- 1 fonte de tensão DC variável
- 1 lâmpada LED de 3W e 3V
- 1 lâmpada halógena de 10W e 6V
- 1 suporte para o smartphone
- 1 suporte para lâmpadas
- 1 multímetro
- 3 cabos banana-banana

Leia com atenção as instruções a seguir ANTES de realizar a atividade.

2. Procedimento experimental:

Antes de começar a atividade faremos alguns ajustes:

- a) Certifique-se que a fonte se encontra desligada.
- b) Posicione o smartphone no suporte com o aplicativo já aberto.
- c) Posicione o suporte para lâmpadas no trilho a uma distância de aproximadamente 30cm do smartphone.
- d) Posicione uma das lâmpadas no suporte de lâmpadas que já deve estar encaixado no trilho.
- e) Use as travas da base dos suportes para fixá-los no trilho caso já não estejam.
- f) Conecte os fios conforme figura 1.



- g) Podemos relacionar tensão (V) e corrente elétrica (i) para obter a energia gasta por unidade de tempo. Nomeamos essa relação como potência dissipada e ela pode ser escrita como:

$$Pot = V \cdot i .$$

Utilize a equação para calcular a potência de cada um dos pontos que você mediu no item anterior e preencha a tabela a seguir:

Medidas	Pot (W)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- h) Troque a lâmpada e refaça as medidas. Preencha as tabelas a seguir com os dados da segunda lâmpada. Não esqueça de identificar em cada tabela qual lâmpada foi utilizada.

Tenha cuidado para que o valor da tensão não ultrapasse 3V para a lâmpada LED e 6V para a lâmpada halógena.

Lâmpada			
Medidas	i (A)	Tensão (V)	Luminosidade (lux)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medidas	Pot (W)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- i) Trace um único gráfico i (eixo x) x Pot (eixo y) para ambas as lâmpadas no papel milimetrado que você recebeu.

4. Discutindo os resultados:

- a) A partir das grandezas medidas anteriormente (V, i, Pot e Lux) invente uma grandeza para “quantificar” a eficiência das lâmpadas, qual seria a unidade desta sua grandeza?
- b) Baseando-se nesta sua grandeza qual lâmpada você levaria para casa? Por quê?
- c) Você percebeu que nas lâmpadas a energia elétrica é transformada em energia luminosa. Então se para iluminar seu quarto de forma equivalente uma lâmpada gasta mais energia elétrica que outra, para onde deve estar indo este “desperdício” de energia?