

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
Polo **ufscar** Sorocaba



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

### **SEQUÊNCIA DE EXPERIMENTOS (APLICADOS REMOTAMENTE) DE ELETRICIDADE E MAGNETISMO**

**SUZANA AGUERA DE MELLO E ALBUQUERQUE SANTOS**

**ORIENTADOR: PROF. DR. MARCO AURÉLIO EUFLAUZINO MARIA**

Sorocaba - SP  
Janeiro 2023

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>SUGESTÃO DE CRONOGRAMA .....</b>	<b>7</b>
<b>CIRCUITO ABERTO, FECHADO E EFEITO JOULE EM UM CIRCUITO .....</b>	<b>9</b>
<b>VERIFICAÇÃO DA CORRENTE E TENSÃO EM CIRCUITO SIMPLES, SÉRIE E EM PARALELO .....</b>	<b>13</b>
<b>EQUILIBRANDO MOEDAS – POLOS MAGNÉTICOS .....</b>	<b>20</b>
<b>QUESTIONÁRIOS .....</b>	<b>24</b>
<b>ROTEIRO DOS ALUNOS .....</b>	<b>32</b>
<b>SUGESTÃO DE SLIDES.....</b>	<b>39</b>
<b>TABELAS DE CUSTOS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

# INTRODUÇÃO

---

*“O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” (AUSUBEL, et al., 1980)*

A realização dos experimentos descritos neste caderno tem como referencial teórico as ideias apresentadas por David Ausubel com relação à aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; PELIZZARI et al., 2002), considerando as abordagens de experimentações propostas por Araújo e Abib (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Para Ausubel o fator de maior relevância para a aprendizagem é considerar que ela está relacionada aos conhecimentos prévios (denominados subsunçores) do aprendiz (estudante), sendo este o principal ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos. A aprendizagem significativa é aquela que expressa a interação do conhecimento já existente com ideias novas, as quais se ancoram na estrutura cognitiva do aprendiz. O aprender torna-se um processo ativo, e quando este acoplamento entre um novo conhecimento e o conhecimento já existente ocorre, as informações criam significados novos (AUSUBEL, 2003, p.106); o conhecimento ocorre pela atribuição de significado para o indivíduo que aprende, o qual detém as informações de modo mais consolidado, diferentemente do que ocorre da aprendizagem mecânica, na qual as informações ficam mais suscetíveis ao esquecimento.

Uma das possíveis formas de se acessar e explorar os conhecimentos prévios é partir de atividades experimentais, pois essas atividades facilitam o aprofundamento de conteúdo ao relacionar conhecimentos prévios dos alunos, e os aproximam da realidade do conhecimento científico (CAMPOS et al., 2012).

Para que as atividades experimentais de fato se tornem estratégias relevantes para a aprendizagem é necessário compreender quais são as possíveis formas de abordagem, considerando suas vantagens e desvantagens. Utiliza-se nesse trabalho a classificação citada por Araújo e Abib (2003) às atividades experimentais, sendo essas organizadas em demonstrativas, verificativas e investigativas. As características de cada classificação são apresentadas a seguir.

**Experimentos demonstrativos:** são aqueles executados pelo professor enquanto os alunos apenas observam. Podem ser apresentados no início da aula com o intuito de motivar, ou despertar o interesse do aluno ao tema a ser tratado, ou no final da aula como forma de relembrar os conceitos abordados. Geralmente estas atividades têm por finalidade elucidar um fenômeno físico ou alguns aspectos abordados em aula (ARAÚJO; ABIB, 2003) e possuem a vantagem de demandar pouco tempo de realização e não requerer muitos materiais e espaço físico para sua execução. Como desvantagem há o fato de que não há garantia que todos os alunos se envolvam mediante somente à observação do fenômeno.

**Experimentos verificativos:** são aqueles que buscam validar e confirmar alguma lei (de algum conteúdo de Física, por exemplo). Devido ao papel ativo dos estudantes para a execução da experimentação, esse tipo de atividade pode facilitar a interpretação dos sistemas físicos e seus parâmetros, além de contribuir para o processo de aprendizagem ao promover a interação entre o estudante e a lei a ser validada. A possibilidade de verificação da compreensão dos alunos, através de explicações dos mesmos, é uma das principais vantagens dessa abordagem, que possui como desvantagem a previsibilidade dos resultados esperados, o que pode não estimular a curiosidade.

**Experimentos investigativos:** permitem que o estudante atue diretamente em todas as etapas do experimento, desde a interpretação e execução até uma possível resolução do mesmo, tendo a possibilidade de analisar a situação-problema, coletar os dados necessários, sugerir hipóteses, discutir, argumentar e modificar (SUART; MARCONDES, 2008, p.4). Devido ao seu formato, essa modalidade naturalmente permite que os alunos assumam uma posição mais ativa para a sua aprendizagem, explorando sua criatividade, respeitando seus conhecimentos prévios e propiciando a aquisição de novos conteúdos procedimentais e atitudinais. Apesar desses pontos positivos, experimentos investigativos normalmente exigem um tempo maior de realização e por vezes requerem algum grau de experiência dos alunos com a realização de práticas experimentais.

A versatilidade das atividades experimentais pode ajudar os estudantes a desenvolver diversas habilidades, atitudes e novos conteúdos, cabendo ao professor escolher a modalidade de experimentação mais adequada à sua realidade e aos seus objetivos de aprendizagem.

---

Nesse caderno, as atividades experimentais de demonstração, verificação e investigação são sugeridas a serem aplicadas de forma remota através de plataformas educacionais. Para o enfoque demonstrativo é proposto um experimento cujo tópico principal é a análise de circuito aberto e fechado e o Efeito Joule em um circuito utilizando-se uma salsicha. No enfoque verificativo é proposto o uso de um simulador on-line e gratuito para avaliar as características de circuitos resistivos em série e em paralelo. Para explorar a investigação na experimentação é proposta uma prática que trata do equilíbrio estático de moedas a partir da ação de um ímã, observando a ação do mesmo sobre outros materiais além das moedas.

# SUGESTÃO DE CRONOGRAMA

A tabela a seguir sugere um simples cronograma de como podem ser aplicados os questionários e as aulas experimentais. Caso o professor opte em aplicar de forma presencial, os questionários podem ser entregues em sala de aula. Entretanto, se a escolha for remota, o professor poderá criar um formulário virtual com as questões e enviar o link ou código QR aos alunos.

**Questionários Prévios:** Questionário deve ser aplicado antes do experimento para que o professor observe os conhecimentos prévios dos alunos.

**Experimentos:** Semana no qual os experimentos podem ser aplicados

**Questionários Pós-experimento:** O mesmo questionário deve ser aplicado depois de cada experimento para que o professor possa avaliar se houve aprofundamento dos conhecimentos prévios ou conhecimento adquirido.

Semanas	Questionários Pré-experimento	Experimentos	Questionários Pós-experimento
1	Aplicação do questionário sobre o experimento por demonstração e verificação		
2		Realização experimento 1 por demonstração	Aplicação do questionário sobre o experimento por demonstração e verificação
3		Realização experimento 2 por verificação,	Aplicação do questionário sobre o experimento por demonstração e verificação,
3	Aplicação do questionário sobre o experimento investigativo		

---

4		Realização experimento 3 por verificação	Aplicação do questionário sobre o experimento investigativo
---	--	--	--

# Experimentação por Demonstração

## CIRCUITO ABERTO, FECHADO E EFEITO JOULE EM UM CIRCUITO

---








Os experimentos de cunho demonstrativos são aqueles executados pelo professor enquanto os alunos observam. Podem ser apresentados no início da aula com o intuito de motivar, ou despertar o interesse do aluno ao tema a ser tratado, ou no final da aula como forma de relembrar os conceitos abordados. Geralmente estas atividades são utilizadas para contribuir com a aprendizagem na sala de aula e servem para elucidar um fenômeno físico ou alguns aspectos abordados em aula

**Objetivo:** O intuito deste experimento é demonstrar que um circuito precisa estar fechado para que um material que permite a passagem de corrente elétrica possa sofrer o Efeito Joule, ou seja aquecimento e ou superaquecimento do material.

A fim de obter uma aprendizagem significativa proposta por Ausubel, com antecedência, deve-se distribuir aos alunos o questionário referente a este experimento que se encontra no ao final deste produto. Em seguida, ao analisar as respostas, o professor conhecerá um pouco do conhecimento prévio do aluno e direcionará o experimento levando em conta este conhecimento para poder aprofundá-lo. Por ser um experimento por demonstração, a teoria prévia deverá ser apresentada aos estudantes e uma sugestão de **slides** se encontra ao final deste produto.

Para este experimento, o professor montará um circuito utilizando os seguintes materiais:

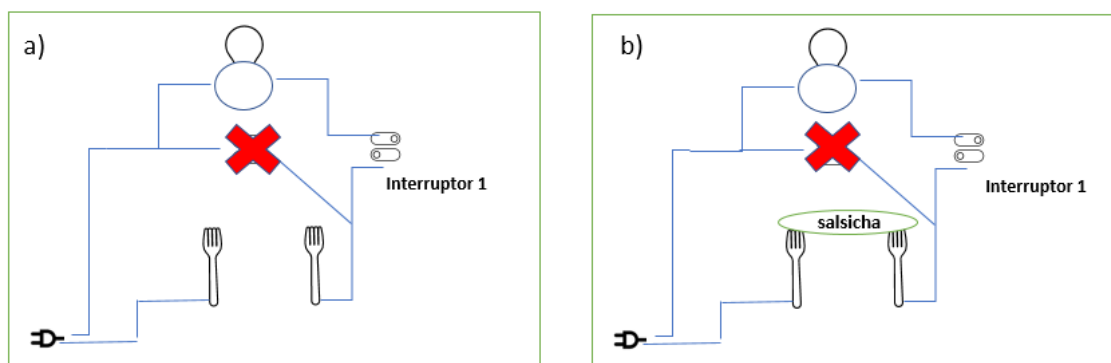


- Um suporte de madeira 
- Dois garfos 
- Dois pregos
- Uma salsicha 
- Fita isolante
- Fios de cobre
- Dois interruptores 
- Um bocal 
- Uma lâmpada 
- Um plug macho 

### Parte 1: Circuito aberto e circuito fechado

As montagens dos circuitos usados nessa experimentação estão indicadas nas Figuras 1 a) e b).

Figura 1. **Representação esquemática do circuito elétrico nas configurações aberta a) e fechada b).**



**⚠ Atenção!** Para esta parte da experiência este interruptor deve permanecer desligado.

Fonte: Elaborada pela autora.

### Procedimento

1. Primeiramente conecta-se na tomada o circuito **sem a salsicha** conectada nos garfos (Figura 1a) e depois liga-se o interruptor 1 para verificar se a lâmpada acenderá.
2. Desliga-se, por segurança, o plug da tomada e coloca-se a salsicha nos garfos, conforme mostra a Figura 1b. Em seguida, mantendo-se uma distância segura,

coloca-se novamente o plug na tomada, liga-se o circuito pelo interruptor 1. Verifica-se que nessa situação a lâmpada acende.

### **Orientações para a condução do experimento**

Logo após a realização do passo 1 do procedimento verifica-se que a lâmpada não acenderá, e nesse momento deve-se instigar os alunos a descobrir o porquê desse fato. Para tal, algumas perguntas como, por exemplo, “*Por que a lâmpada não acendeu?*” podem ser apresentadas para guiar os alunos até à conclusão de que o circuito está aberto e, por isso, a passagem da corrente elétrica pelo circuito elétrico é interrompido.

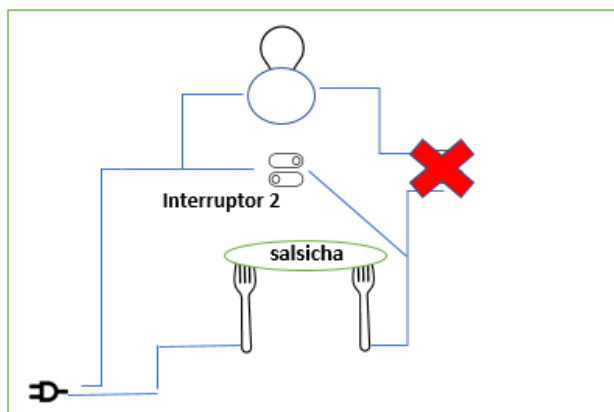
Após esta conclusão, o professor pode indagar aos alunos quais seriam algumas soluções para que o circuito fechasse e a lâmpada acendesse. Em seguida, o professor realiza o passo 2 do procedimento e verifica-se que a lâmpada acenderá. Algumas perguntas tais como “Por que a lâmpada acendeu?”, “O que a salsicha possui que fez isto ocorrer?”, “Que outro tipo de materiais pode-se utilizar para que a lâmpada acenda?”. Pode-se fomentar a discussão até que se chegue na conclusão sobre materiais que são bons ou maus condutores.

Além de discutir sobre o material, pode-se fomentar a discussão sobre as principais características de um circuito em série. Tais como, mesma corrente entre resistores (lâmpada e a salsicha), a divisão que ocorre na tensão, como a lâmpada e a salsicha possuem resistências diferentes, e ambas possuem mesma corrente, mas a tensão será distribuída diferentemente.

### Parte 2: Efeito Joule em um circuito

Para essa experimentação o circuito abaixo (Figura 2) deve ser montado.

Figura 2. **Representação esquemática do circuito elétrico em Efeito Joule.**



**Atenção!** Para esta parte da experiência este interruptor deve permanecer desligado.

Fonte: Elaborada pela autora.

## Procedimento

Para esta parte do experimento coloca-se a salsicha nos garfos pluga-se o circuito na tomada e em seguida liga-se o interruptor 2, como indicado na Figura 2.

## Orientações para a condução do experimento

Com o tempo verifica-se que ocorre o aumento da temperatura da salsicha. Ou seja há uma transformação da energia cinética dos elétrons em energia térmica pois a colisão dos elétrons resulta no aumento do grau de agitação dos átomos aumentando a temperatura, ocorrendo o Efeito Joule. O professor ao manipular este experimento deve manter uma distância segura do experimento, pois devido ao aumento da resistência da salsicha, a mesma solta faísca. Em seguida, o professor deve certificar-se que tanto o interruptor quanto a tomada estão desligados antes de mostrar aos alunos o estado final da salsicha.

Após a experimentação, o mesmo questionário apresentado para os alunos anteriormente deve ser disponibilizado novamente para que o professor saiba quais os pontos da disciplina houve um aprofundamento na estrutura cognitiva de seus estudantes.

# Experimentação por Verificação

## VERIFICAÇÃO DA CORRENTE E TENSÃO EM CIRCUITO SIMPLES, SÉRIE E EM PARALELO

---

O intuito da experimentação por verificação é de desenvolver atividades que buscam validar e confirmar as leis da física. Considera-se importante atividades verificativas pois estas têm a capacidade de facilitar a interpretação dos sistemas físicos e seus parâmetros. Isto ocorre, pois, este tipo de atividade torna o ensino estimulante ao promover uma grande participação dos alunos e por estimular uma aprendizagem significativa.

**Objetivo:** Analisar o comportamento da tensão elétrica e da corrente elétrica em circuitos diferentes (série e paralelo) a partir do uso de simulador computacional.

É importante ressaltar que antes da experimentação deve-se entregar aos estudantes o questionário relativo a este experimento para que o professor investigue o conhecimento prévio existente em cada estudante.

Para este experimento, será utilizado o simulador de laboratório de um circuito da Universidade do Colorado pelo link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc). A Figura 3 apresenta a tela inicial para entrar no simulador.

Figura 3. Imagem da tela inicial do simulador PHET.



### Kit para Montar Circuito DC



Fonte: Elaborada pela autora.

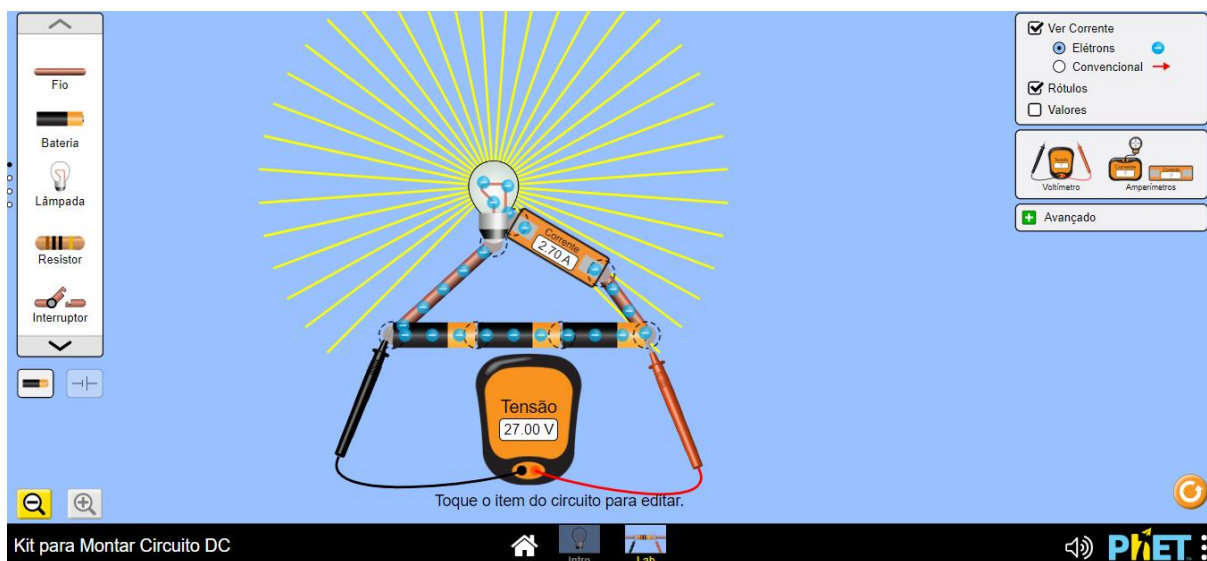
### Procedimento

O experimento será realizado por cada estudante, portanto este precisará estar logado com acesso à internet de forma que entre no simulador. Para que os alunos conheçam as ferramentas propostas pelo simulador é importante orientá-los a descobrir cada ferramenta manuseando o simulador antes de começar a experimentação, em seguida eles deverão seguir os seguintes passos no Lab.:

#### Circuito simples:

1. Selecione quantos fios forem necessários para a junção dos componentes do circuito;
2. utilize três baterias conectadas em sequência;
3. conecte um fio em cada lado do conjunto de baterias;
4. conecte um amperímetro a um dos fios;
5. conecte uma lâmpada no amperímetro;
6. direcione a extremidade livre do outro fio até se conectar à da base da lâmpada. (Neste momento o aluno já conseguirá ver a lâmpada acender);
7. anote o valor da corrente elétrica que aparecerá no amperímetro;
8. coloque a pinça vermelha do voltímetro em uma das extremidades do conjunto de baterias, e a pinça preta na outra extremidade (Figura 4). Anote o valor mostrado pelo voltímetro;
9. Faça a mesma coisa nos dois conectores da base da lâmpada e anote o valor mostrado pelo voltímetro;

Figura 4. Imagem da tela do simulador PHET.

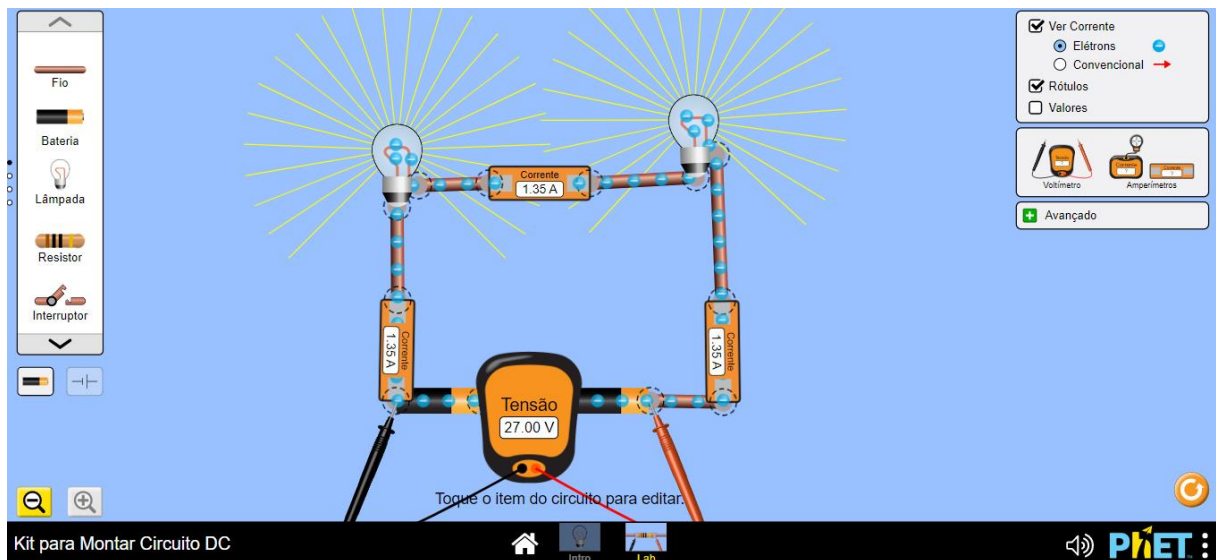


Fonte: Elaborada pela autora.

#### Circuito em série com dois resistores:

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. utilize três baterias conectadas em sequência;
3. conecte um fio em cada extremidade da sequência de baterias;
4. na extremidade livre de um dos fios conecte o amperímetro 1;
5. o amperímetro 1 deve ser conectado à base da lâmpada 1;
6. utilize o amperímetro 2 para conectar a lâmpada 1 com a lâmpada 2;
7. conecte outro fio que está na outra extremidade da bateria ao amperímetro 3;
8. conecte o a extremidade livre do amperímetro 3 à base da lâmpada 2. (Neste momento o aluno já conseguirá ver o circuito funcionando Figura 5);
9. anote os valores de corrente elétrica mostrados em cada amperímetro;
10. coloque a pinça vermelha do voltímetro em uma das extremidades do conjunto de baterias, e a pinça preta na outra extremidade. Anote o valor mostrado pelo voltímetro;
11. faça a mesma coisa nas extremidades de cada lâmpada e anote os valores mostrados no voltímetro para cada lâmpada.

Figura 5. Imagem da tela do simulador PHET.

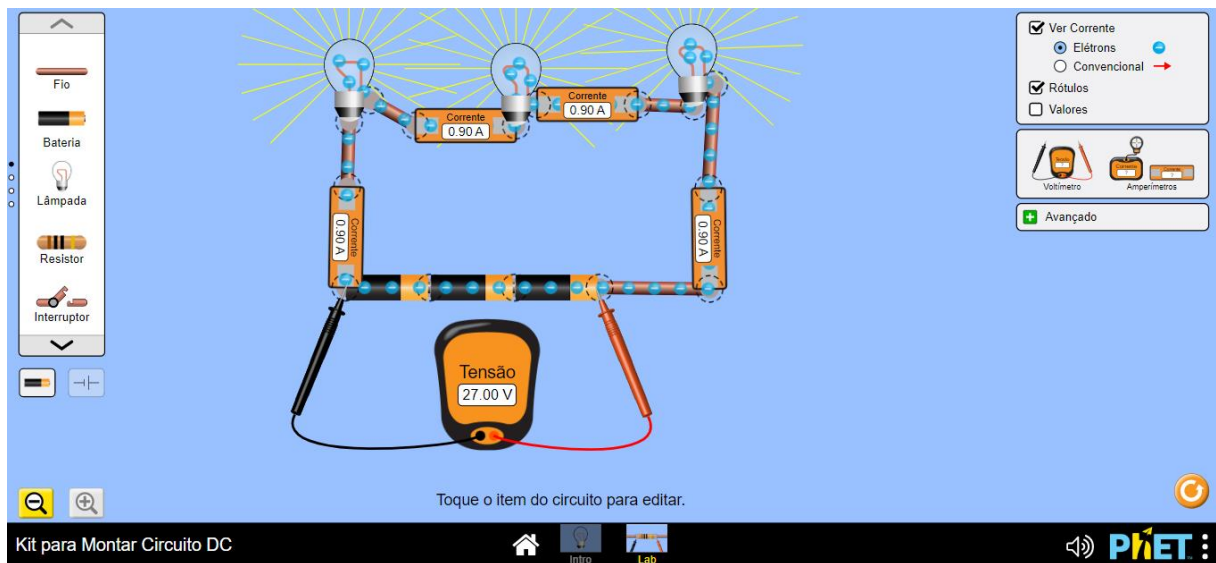


Fonte: Elaborada pela autora.

### Circuito em série com três resistores:

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. utilize três baterias conectadas em sequência;
3. conecte um fio em cada extremidade da sequência de baterias;
4. na extremidade livre de um dos fios, conecte-o ao amperímetro 1;
5. conecte o amperímetro 1 à base da lâmpada 1;
6. utilize um amperímetro 2 para conectar a lâmpada 1 à lâmpada 2;
7. utilize um amperímetro 3 para conectar a lâmpada 2 à lâmpada 3;
8. conecte um fio que está na outra extremidade do conjunto de bateria ao amperímetro 4;
9. conecte o a extremidade livre do amperímetro 4 à base da lâmpada 3. (Neste momento o aluno já conseguirá ver o circuito funcionando Figura 6);
10. anote os valores de corrente elétrica mostrados em cada amperímetro;
11. coloque as pinças vermelha e preta do voltímetro nas extremidades do conjunto de baterias e anote o valor de tensão elétrica mostrado pelo voltímetro;
12. faça a mesma coisa nas extremidades de cada lâmpada.

Figura 6. Imagem da tela do simulador PHET.



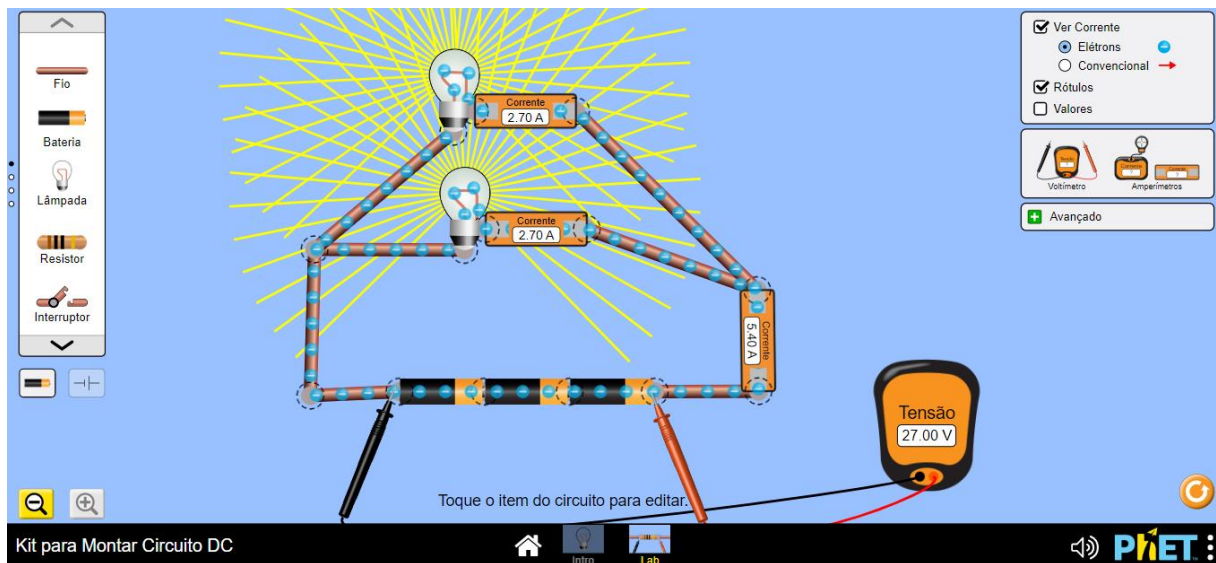
Fonte: Elaborada pela autora.

### Circuito em paralelo com dois resistores:

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. utilize três baterias conectadas em sequência;
3. conecte um fio em cada extremidade das baterias;
4. na extremidade livre de um dos fios conecte outros dois fios, formando um nó;
5. conecte o fio superior à lâmpada 1;
6. conecte o fio inferior à lâmpada 2;
7. ao lado da lâmpada 1 conecte o amperímetro 1, e ao lado da lâmpada 2 conecte o amperímetro 2;
8. conecte outro fio nas extremidades dos amperímetros 1 e 2 e junte-os em um nó;
9. ao nó formado no passo 8 conecte o amperímetro 3 e junte ele na outra extremidade livre do fio ligado a bateria como demonstrado na Figura 7;
10. anote o valor das correntes nos amperímetros 1, 2 e 3;
11. coloque as pinças vermelha e preta do voltímetro nas extremidades do conjunto de baterias e anote o valor de tensão elétrica mostrado;
12. Faça a mesma coisa para cada lâmpada e anote os valores de tensão elétrica.



Figura 7. Imagem da tela do simulador PHET.

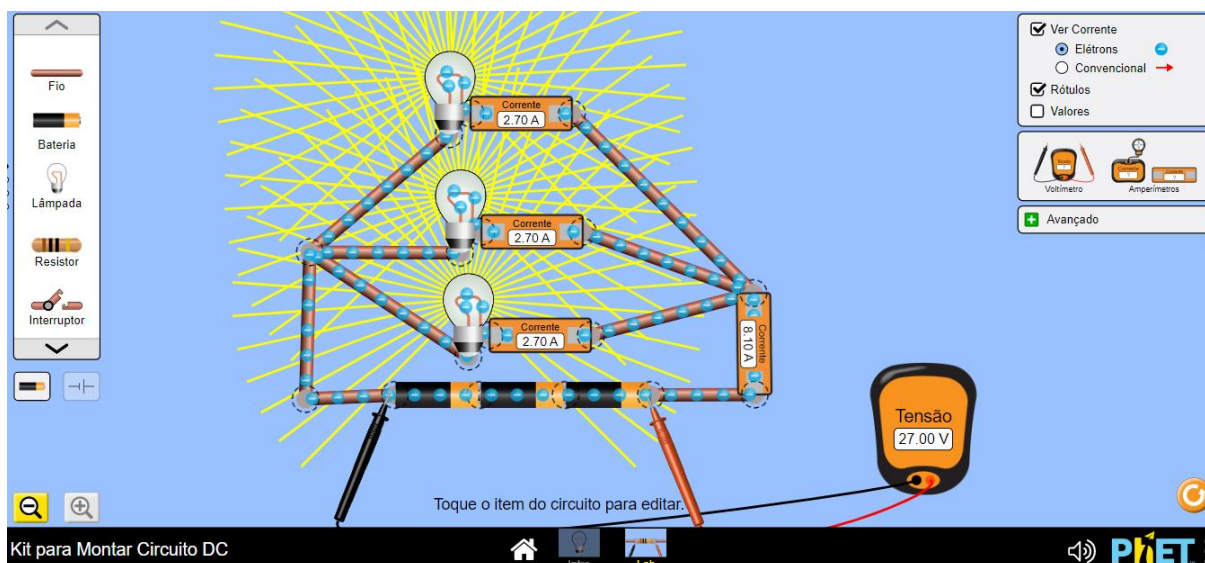


Fonte: Elaborada pela autora.

### Circuito em paralelo com três resistores:

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. utilize três baterias conectadas em sequência;
3. conecte um fio em cada extremidade das baterias;
4. na extremidade livre de um dos fios, conecte outros três fios formando um nó;
5. conecte o fio superior à lâmpada 1;
6. conecte o fio mediano à lâmpada 2;
7. conecte o fio inferior à lâmpada 3;
8. à lâmpada 1 conecte o amperímetro 1, à lâmpada 2 conecte o amperímetro 2 e, à lâmpada 3 conecte o amperímetro 3;
9. Conecte outros três fios, um em cada extremidade dos amperímetros 1, 2 e 3, e depois junte-os em um nó;
10. ao nó citado no passo 9 conecte o amperímetro 4 e junte ele na outra extremidade livre do fio ligado a bateria como demonstrado na Figura 8;
11. anote o valor das correntes nos amperímetros 1, 2, 3 e 4;
12. coloque as pinças vermelha e preta do voltímetro nas extremidades do conjunto de baterias e anote o valor de tensão elétrica mostrado;
13. faça a mesma coisa para cada lâmpada e também anote os valores de tensão elétrica.

Figura 8. Imagem da tela do simulador PHET.



Fonte: Elaborada pela autora.

### Orientações para a condução do experimento

Logo após a realização de cada passo o aluno deverá verificar e confirmar algumas características discutidas anteriormente e que estão relacionadas a cada circuito. Abaixo são descritas as características que poderão ser verificadas em cada montagem:

Montagem circuito simples: o circuito funcionará se for fechado, com um resistor e gerador.

Montagem circuito em série com dois ou três resistores: mesma corrente irá percorrer todo o circuito; os valores de tensão mudam para cada lâmpada.

Montagem circuito em paralelo com dois ou três resistores: a corrente se divide em cada ramo; a tensão é a mesma para cada lâmpada.

Para os experimentos usou-se lâmpadas iguais, no entanto, pode-se repetir as mesmas montagens utilizando lâmpadas de resistências diferentes, assim verificando a mudança dos valores das tensões em cada lâmpada nos circuitos em série e os valores das correntes nos circuitos em paralelo.

Ao final deste produto, encontra-se um roteiro a ser distribuído para cada aluno no qual ele preencherá com as medidas da corrente e tensão em cada lâmpada de cada circuito, o qual facilitará a comparação dos conceitos verificados.

# Experimentação por Investigação

## EQUILIBRANDO MOEDAS – POLOS MAGNÉTICOS

---



A experimentação por investigação tem um cunho diferenciado das demais. Enquanto experimentos demonstrativos e verificativos tinham características mais fechadas e elaboradas tendo o professor como peça principal para elaborar e realizar um roteiro, as atividades investigativas permitem que os estudantes sejam mais ativos na construção do conhecimento tendo o professor na mediação, como um facilitador deste processo. Em outras palavras, a experimentação por investigação permite ao estudante atuar no experimento em todos os processos desde a interpretação até uma possível resolução do mesmo. Esta é a oportunidade que o estudante tem de analisar a situação problema, coletar os dados necessários, sugerir hipóteses, discutir e argumentar. (SUART & MARCONTE, 2008, p. 4).

**Objetivo:** O intuito deste experimento é investigar o equilíbrio estático de objetos (moedas) sujeitos a ação de ímãs.

Antes de iniciá-lo o professor deverá entregar o questionário referente a este experimento que se encontra ao final deste produto e verificar quais os conhecimentos prévios existentes em seus estudantes.

Para este experimento, cada estudante deverá utilizar os seguintes materiais:

- 3 moedas
- Dois suportes

- Uma régua 
- Um ímã 
- Clipes
- Borracha

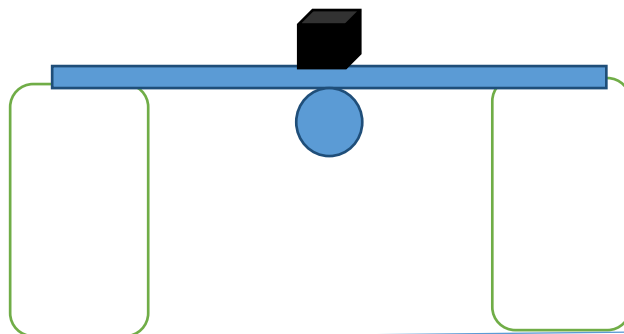
### Procedimento

O experimento deve ser montado da seguinte maneira:

Etapa 1: Sobre uma mesa coloca-se dois suportes e, sobre esses suportes apoia-se as extremidades da régua. No centro dessa régua coloca-se o ímã. Abaixo da régua, como demonstrado da Figura 9, equilibre a primeira moeda. Em seguida, após ser conectada a primeira moeda, equilibre a segunda e a terceira moeda (Figuras 10 e 11).

Etapa 2: Em seguida, com cuidado, afaste as três moedas juntas e equilibradas até encostar na mesa, deixando-as empilhadas na vertical uma sobre a outra em equilíbrio estático a uma pequena distância da régua sob o ímã, como demonstrado na Figura 12.

*Figura 9. Representação da montagem do experimento etapa 1 com uma moeda.*



*Figura 10. Representação da montagem do experimento etapa 1 com duas moedas.*

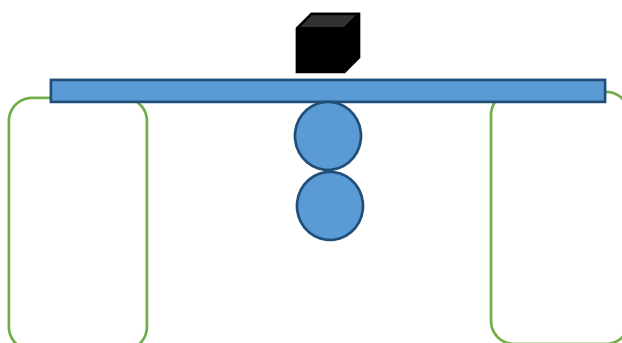


Figura 11. Representação da montagem do experimento etapa 1 com três moedas.

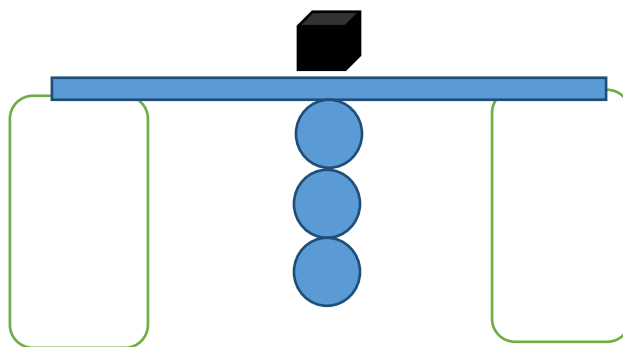
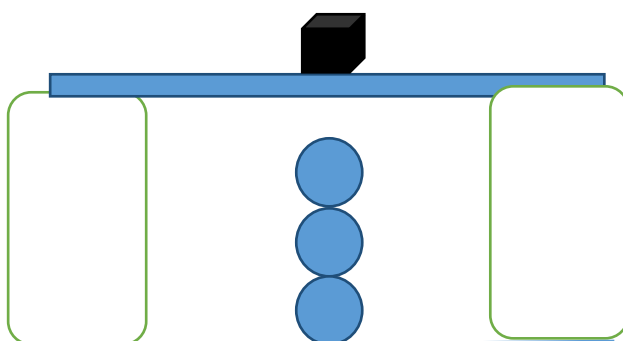


Figura 12. Representação da montagem do experimento etapa 2.



Fonte: Elaborada pela autora.

### Orientações para a condução do experimento

É importante ressaltar alguns pontos com relação a montagem deste experimento:

- Os suportes não podem ser tão altos e nem baixos a altura entre a régua e a mesa deve ser um pouco maior da soma dos diâmetros das moedas;
- É recomendado que utilize ímãs mais forte ou seja que haja um campo magnético mais intenso, com ímãs fracos geralmente não há magnetização necessária para que haja o equilíbrio.
- Ímãs circulares possuem campo magnético variável, isto também pode interferir no experimento. Recomenda-se de preferência que utilize ímãs com campo magnético constante ou seja, ímã de barra.

Durante a montagem do experimento o aluno deve ponderar e buscar respostas através do experimento às seguintes perguntas:

- Qual a propriedade dos materiais, que faz com que a primeira moeda fique equilibrada, como demonstra a Figura 9 da etapa 1?
- Se substituirmos o ímã por um cubo de um metal qualquer, o mesmo equilíbrio aconteceria?

- Qual a propriedade o ímã que possibilita este experimento?
- O que levou a segunda moeda a ficar equilibrada com a primeira moeda?
- Por que ocorre o fenômeno de as moedas “grudarem” umas nas outras, como representa as Figuras 10 e 11?
- O mesmo poderia ocorrer se substituirmos a moeda pelos cliques? Por quê?
- O mesmo poderia ocorrer se substituirmos a moeda pela borracha? Por quê?
- Na etapa 2, como as moedas conseguem ficar equilibradas?
- Se colocarmos um pedaço de folha na região entre as moedas equilibradas e a régua com o ímã, o sistema continuaria em equilíbrio? Por quê?
- Ao tirarmos o ímã de cima da régua, o que ocorrerá com o sistema? Será possível equilibrar as moedas da mesma forma? Por quê?
- Quais conclusões pode-se obter com relação às propriedades do ímã e das moedas através deste experimento?
- Quais conclusões pode-se obter com relação à substituição da moeda por outros materiais?

Ao analisar a construção do conhecimento realizada pelos alunos, o professor deverá mediar, orientando os alunos e ajudando-os somente no final a construir uma conclusão sobre as propriedades verificadas no experimento.

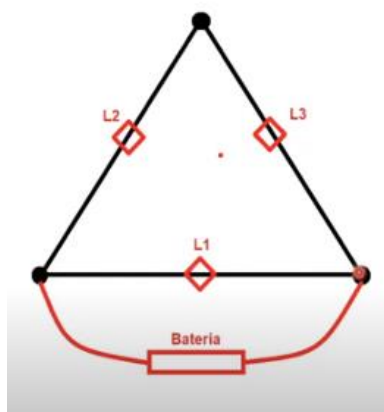
Em seguida, o mesmo questionário apresentado anteriormente deve ser respondido pelos estudantes a fim de que o professor identifique o ancoramento do conhecimento em seus alunos.

# QUESTIONÁRIOS

---

## Questionário Experimento por demonstração e verificação Assunto: circuito em série / Paralelo e Efeito Joule em um circuito Para ser aplicado antes e depois da realização do experimento.

1. (UECE - CEV – 2019) - Um enfeite para festas natalinas foi construído com 100 lâmpadas LED (*light emitting diode*) dispostas ao longo de uma linha, com as lâmpadas eletricamente associadas. Apesar de o fabricante afirmar que as lâmpadas têm 100% de garantia de não apresentarem defeito, uma delas veio, de fábrica, com seus circuitos internos interrompidos. Dessa forma, é correto afirmar que:
  - a) o enfeite não acenderá, caso as lâmpadas sejam ligadas em série.
  - b) o enfeite não acenderá, caso as lâmpadas sejam ligadas em paralelo.
  - c) o enfeite acenderá, caso as lâmpadas boas sejam ligadas em paralelo e esta associação seja ligada em série com a lâmpada defeituosa.
  - d) não há formas de associação das 100 lâmpadas que permita o arranjo acender.
  
2. (UECE-CEV – 2019/Adaptada) - Considere um arranjo natalino formado por três lâmpadas incandescentes idênticas, ligadas entre si de modo a formar um arranjo triangular.

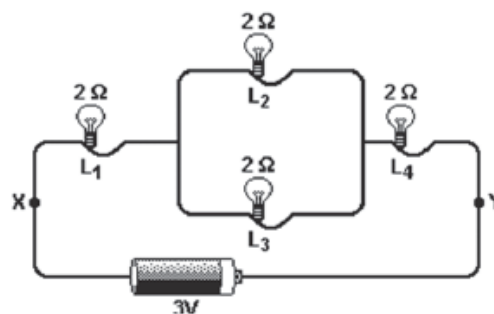


Simplificadamente, cada lâmpada pode ser tratada como um resistor ôhmico. Nesse arranjo, cada elemento da associação tem um de seus terminais ligados a um único terminal de outra lâmpada. Dessa forma, há três pontos que podem ser conectados

aos polos de uma bateria. Supondo que sejam escolhidos dois desses pontos, aleatoriamente, e se faça a conexão com a fonte de tensão, é correto dizer que

- a) duas lâmpadas terão maior luminosidade do que uma terceira.
- b) duas lâmpadas terão menor luminosidade do que uma terceira.
- c) todas as lâmpadas terão mesma luminosidade.
- d) nenhuma lâmpada acenderá.

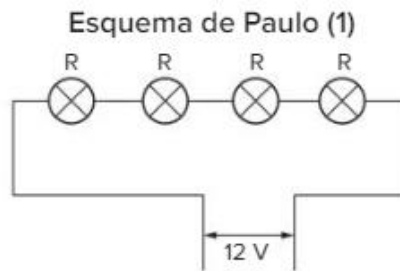
3. (UNICENTRO – 2019)



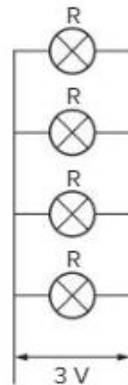
Considerando-se que, no circuito apresentado, a lâmpada L3 está queimada, depende-se que

- a) as demais lâmpadas funcionarão normalmente.
  - b) todo o circuito não funcionará.
  - c) apenas L2 não funcionará.
  - d) L1 e L4 não funcionarão.
4. (Sistema Poliedro) Em uma aula de laboratório, cada aluno dispõe de 4 lâmpadas ideais de dados nominais  $6\text{ W} - 3\text{ V}$  e de uma bateria, que pode ser escolhida entre várias diferentes. Com esse material os alunos devem fazer um projeto de iluminação de emergência (no caso de falta de energia elétrica na rede). Na primeira etapa o professor propõe aos alunos que apenas apresentem formas de ligar a bateria às lâmpadas. Paulo, um dos alunos, escolhe uma bateria de  $12\text{ V}$  e faz a iluminação com as lâmpadas em série, conforme o esquema 1. Já Pedro, um outro aluno, escolhe uma bateria de  $3\text{ V}$  e faz a ligação com as lâmpadas em paralelo, conforme o esquema 2.





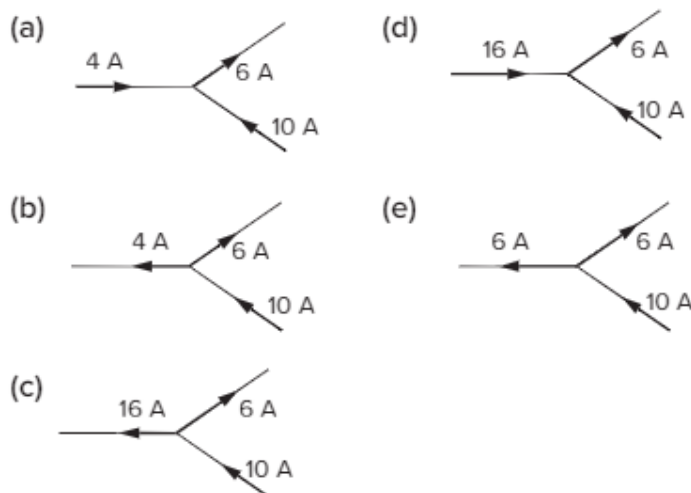
**Esquema de Pedro (2)**



O que aconteceria com o brilho das outras lâmpadas caso uma delas queimasse:

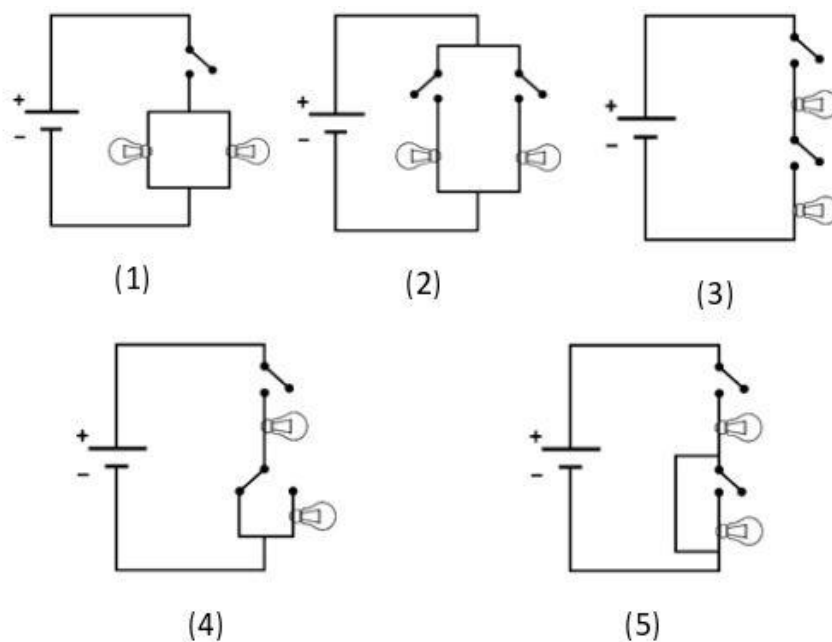
- a) no esquema de Paulo?
- b) no esquema de Pedro?

5. (Sistema Poliedro) Nas alternativas seguintes estão representados nós de circuitos elétricos por onde passam três correntes elétricas contínuas. O único nó em que as intensidades e os sentidos das correntes são compatíveis entre si é:



6. (FUVEST-2021) - Em uma luminária de mesa, há duas lâmpadas que podem ser acesas individualmente ou ambas ao mesmo tempo, com cada uma funcionando sob a tensão nominal determinada pelo fabricante, de modo que a intensidade

luminosa de cada lâmpada seja sempre a mesma. Entre os circuitos apresentados, indique aquele que corresponde a um arranjo que permite o funcionamento conforme essa descrição.

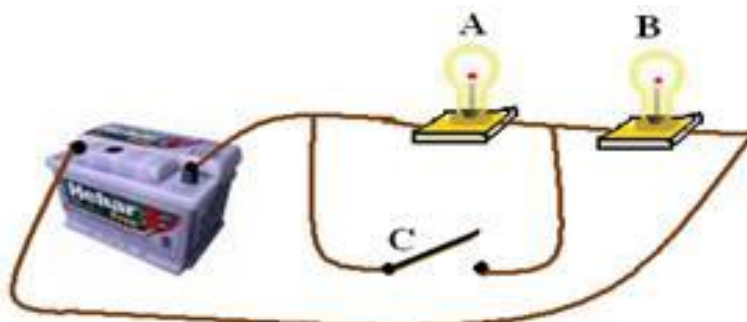


Note e adote:

Suponha que as lâmpadas funcionem de maneira ôhmica, ou seja, da mesma forma que um resistor.

- a) Circuito (1)
- b) Circuito (2)
- c) Circuito (3)
- d) Circuito (4)
- e) Circuito (5)

7. (FUVEST-SP) Duas lâmpadas iguais, de 12V cada uma, estão ligadas a uma bateria de 12V, como mostra a Figura.



Estando o interruptor C aberto, as lâmpadas acendem com intensidades iguais. Ao fechar o interruptor C, observamos que:

- a) A apaga e B brilha mais intensamente.
- b) A apaga e B mantém o brilho.
- c) A apaga e B apaga.
- d) B apaga e A brilha mais intensamente.
- e) B apaga e A mantém o brilho.

8. (FGV-SP) Originalmente, quando comprou seu carrinho de churros, a luz noturna era reforçada por um lampião a gás.



Quando seu vizinho de ponto, o dono da banca de jornais, lhe ofereceu a possibilidade de utilizar uma tomada de 220 V, tratou logo de providenciar um modo de deixar acesas duas lâmpadas em seu carrinho. Entretanto, como não era perito em assuntos de eletricidade, construiu um circuito para duas lâmpadas, conhecido como circuito em série.

Sobre esse circuito, análise:

- I. A vantagem desse tipo de circuito elétrico é que se uma das lâmpadas se queima, a outra permanece acesa.
- II. Utilizando duas lâmpadas idênticas, de valores nominais 220 V/100 W, deve-se obter, em termos de iluminação, o previsto pelo fabricante das lâmpadas.
- III. Utilizando-se duas lâmpadas idênticas de 110 V, elas se queimarão, uma vez que a diferença de potencial para a qual elas foram fabricadas será superada pela diferença de potencial oferecida pelo circuito.

IV. Ao serem ligadas duas lâmpadas idênticas, sejam elas de 110 V ou de 220 V, devido às características do circuito em série, a diferença de potencial sobre cada lâmpada será de 110 V.

É correto o contido apenas em

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

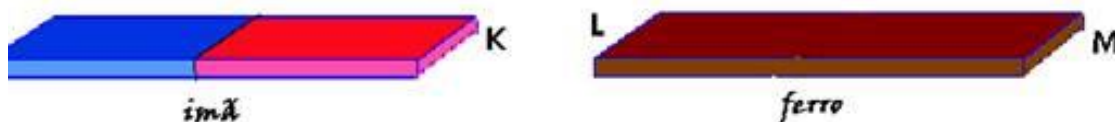
**Questionário Experimento Investigativo**  
**Assunto: Polos Magnéticos**  
**Para ser aplicado antes e depois da realização do experimento.**

1. (ITA) Um pedaço de ferro é posto nas proximidades de um ímã, conforme o esquema abaixo.



Qual é a única afirmação correta relativa à situação em apreço?

- a) é o ímã que atrai o ferro.
  - b) é o ferro que atrai o ímã.
  - c) a atração do ferro pelo ímã é mais intensa do que a atração do ímã pelo ferro.
  - d) a atração do ímã pelo ferro é mais intensa do que a atração do ferro pelo ímã.
  - e) a atração do ferro pelo ímã é igual à atração do ímã pelo ferro.
2. (UFRGS) A Figura mostra um pedaço de ferro nas proximidades de um dos pólos de um ímã permanente.



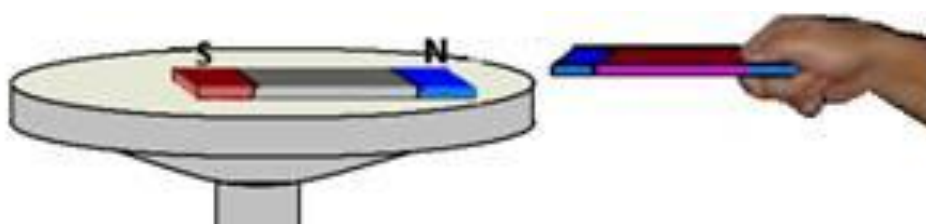
Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas seguintes afirmações sobre essa situação.

A extremidade L do pedaço de ferro é ..... pelo polo K do ímã.

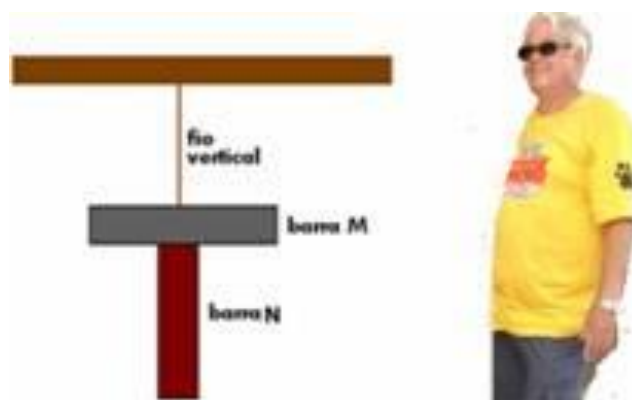
Chamando o polo sul do ímã de S e o norte de N, uma possível distribuição dos polos nas extremidades K, L e M é, respectivamente, .....

- a) atraída – N, N e S
- b) atraída – N, S e N
- c) repelida – N, S e N
- d) repelida – S, S e N
- e) repelida – S, N e S

3. (FUVEST-SP/Adaptada) Considere um ímã em forma de barra apoiado sobre uma mesa. Você segura entre os dedos um pedaço de ferro em forma de barra, e investiga as forças magnéticas que agem sobre ele, nas proximidades do ímã apoiado sobre a mesa. Você conclui que o ferro entre seus dedos:

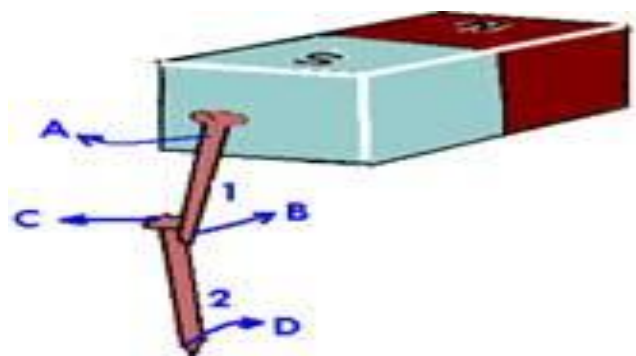


- a) será sempre atraído pelo ímã fixo.
  - b) será sempre repelido pelo ímã fixo.
  - c) tenderá sempre a girar.
  - d) não será atraído nem repelido.
  - e) poderá ser atraído ou repelido.
4. (UFB) Um professor de Física, numa experiência de magnetismo, monta o esquema da Figura abaixo, onde M e N são duas barras, uma de ferro e a outra um ímã natural, não necessariamente nessa ordem. Observando que elas se atraem, pergunta a seus alunos:



- a) Qual delas é o ímã?
- b) O que ocorreria se a posição das duas barras fosse invertida?

5. (UFPA /Adaptada) Na Figura, um ímã natural, cujos polos magnéticos norte, N, e sul, S, estão representados, equilibra dois pregos (1 e 2). Os pontos A e B pertencem a 1 e os pontos C e D pertencem a 2.



Pode-se afirmar que:

- a) B e C são polos norte.
- b) A é um polo norte e D um polo sul.
- c) A e D são polos sul.
- d) A é um polo sul e B um polo norte.
- e) B é um polo sul e D um polo norte.

# ROTEIRO DOS ALUNOS

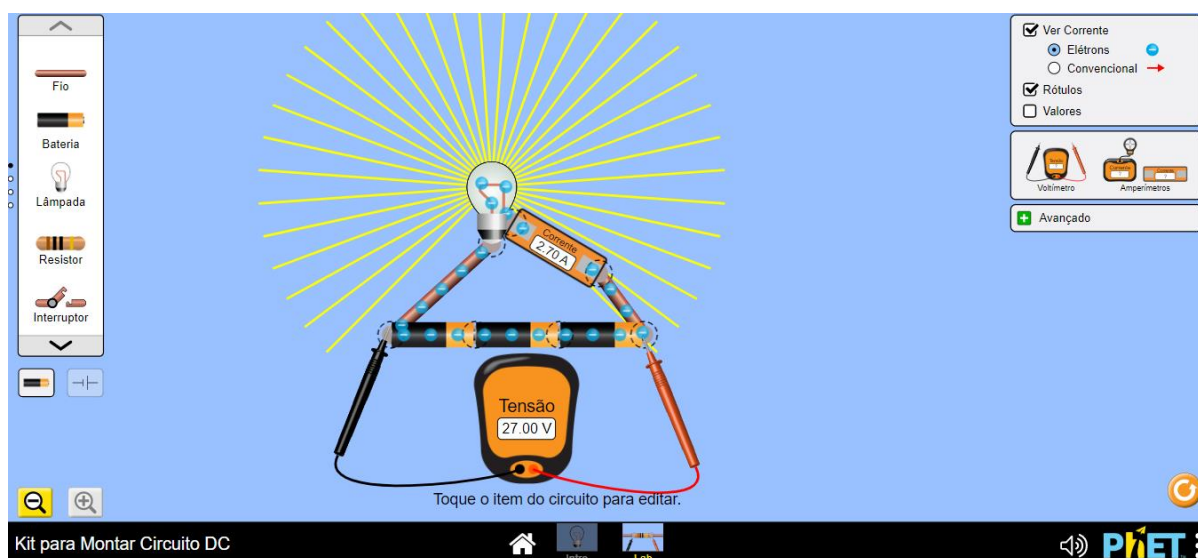
## Experimento 2 - Abordagem verificativa

**Objetivo:** Analisar o comportamento da tensão elétrica e da corrente elétrica em circuitos diferentes (série e paralelo) a partir do uso de simulador computacional [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc).

### PROCEDIMENTO 1: CIRCUITO SIMPLES

1. Selecione quantos fios forem necessários para a junção dos componentes do circuito;
2. Utilize três baterias conectadas em sequência;
3. Conecte um fio em cada lado do conjunto de baterias;
4. Conecte um amperímetro a um dos fios;
5. Conecte uma lâmpada no amperímetro;
6. Direcione a extremidade livre do outro fio até se conectar à da base da lâmpada;
7. Anote o valor da corrente elétrica que aparecerá no amperímetro;
8. Coloque a pinça vermelha do voltímetro em uma das extremidades do conjunto de baterias, e a pinça preta na outra extremidade (Figura 1). Anote o valor mostrado pelo voltímetro;
9. Faça a mesma coisa nos dois conectores da base da lâmpada e anote o valor mostrado pelo voltímetro;
10. Tire um print de seu experimento e cole no final deste arquivo nomeando print 1.

Figura 1. Imagem da tela do simulador PHET.

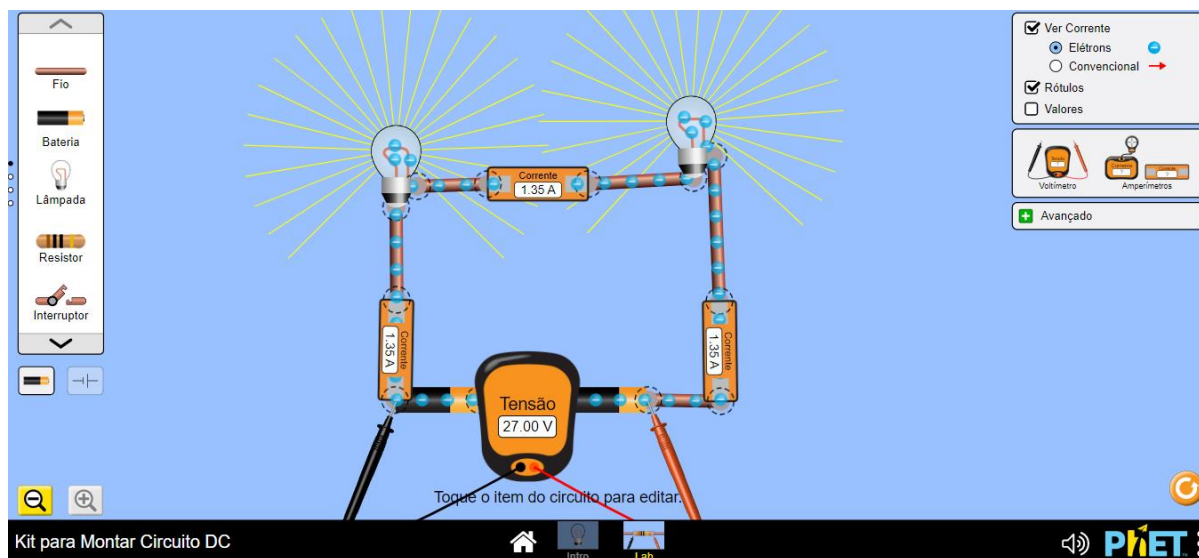


Fonte: Elaborada pela autora.

**PROCEDIMENTO 2: CIRCUITO EM SÉRIE COM DOIS RESISTORES**

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. utilize três baterias conectadas em sequência;
3. conecte um fio em cada extremidade da sequência de baterias;
4. Na extremidade livre de um dos fios conecte o amperímetro 1;
5. O amperímetro 1 deve ser conectado à base da lâmpada 1;
6. Utilize o amperímetro 2 para conectar a lâmpada 1 com a lâmpada 2;
7. Conecte outro fio que está na outra extremidade da bateria ao amperímetro 3;
8. Conecte o a extremidade livre do amperímetro 3 à base da lâmpada 2. (Neste momento o aluno já conseguirá ver o circuito funcionando Figura 2);
9. Anote os valores de corrente elétrica mostrados em cada amperímetro;
10. Coloque a pinça vermelha do voltímetro em uma das extremidades do conjunto de baterias, e a pinça preta na outra extremidade. Anote o valor mostrado pelo voltímetro;
11. Faça a mesma coisa nas extremidades de cada lâmpada e anote os valores mostrados no voltímetro para cada lâmpada.
12. Tire um print de seu experimento e cole no final deste arquivo nomeando print 2.

**Figura 2. Imagem da tela do simulador PHET.**



Fonte: Elaborada pela autora.

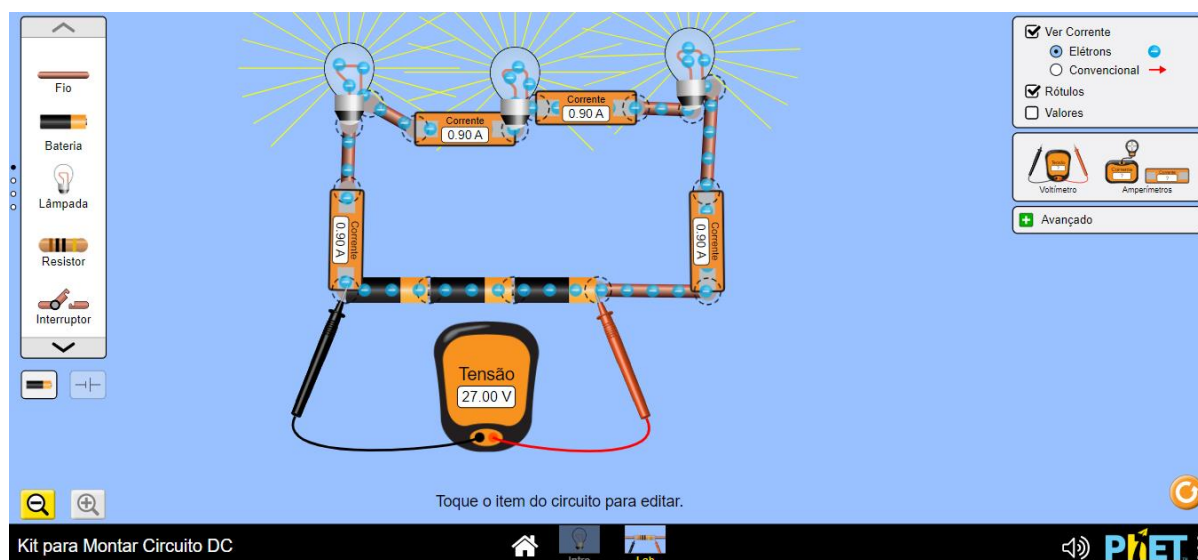
**PROCEDIMENTO 3: CIERCUITO EM SÉRIE COM TRÊS RESISTORES**

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. Utilize três baterias conectadas em sequência;
3. Conecte um fio em cada extremidade da sequência de baterias;
4. Na extremidade livre de um dos fios, conecte-o ao amperímetro 1;



5. Conecte o amperímetro 1 à base da lâmpada 1;
6. Utilize um amperímetro 2 para conectar a lâmpada 1 à lâmpada 2;
7. Utilize um amperímetro 3 para conectar a lâmpada 2 à lâmpada 3;
8. Conecte um fio que está na outra extremidade do conjunto de bateria ao amperímetro 4;
9. Conecte o a extremidade livre do amperímetro 4 à base da lâmpada 3. (Neste momento o aluno já conseguirá ver o circuito funcionando Figura 3);
10. Anote os valores de corrente elétrica mostrados em cada amperímetro;
11. Coloque as pinças vermelha e preta do voltímetro nas extremidades do conjunto de baterias e anote o valor de tensão elétrica mostrado pelo voltímetro;
12. Faça a mesma coisa nas extremidades de cada lâmpada;
13. Tire um print de seu experimento e cole no final deste arquivo nomeando print 3.

Figura 3. Imagem da tela do simulador PHET.



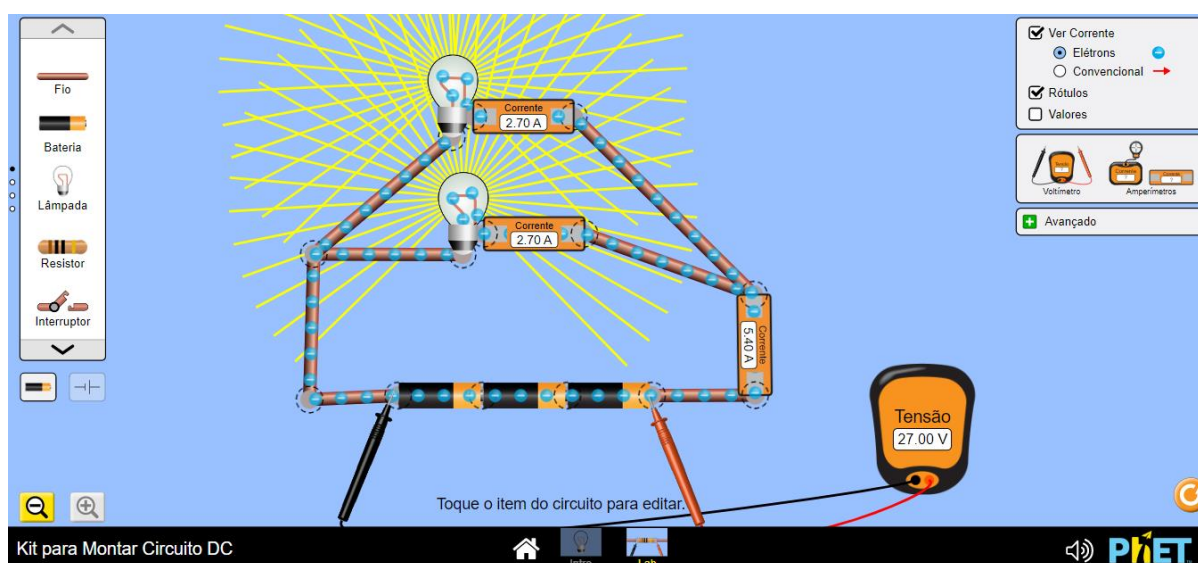
Fonte: Elaborada pela autora.

#### PROCEDIMENTO 4: CIRCUITO PARALELO COM DOIS RESISTORES

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. Utilize três baterias conectadas em sequência;
3. Conecte um fio em cada extremidade das baterias;
4. Na extremidade livre de um dos fios conecte outros dois fios, formando um nó;
5. Conecte o fio superior à lâmpada 1;
6. Conecte o fio inferior à lâmpada 2;
7. Ao lado da lâmpada 1 conecte o amperímetro 1, e ao lado da lâmpada 2 conecte o amperímetro 2;

8. Conecte outro fio nas extremidades de dos amperímetros 1 e 2 e junte-os em um nó;
9. Ao nó formado no passo 8 conecte o amperímetro 3 e junte ele na outra extremidade livre do fio ligado a bateria como demonstrado na Figura 4;
10. Anote o valor das correntes nos amperímetros 1, 2 e 3;
11. Coloque as pinças vermelha e preta do voltímetro nas extremidades do conjunto de baterias e anote o valor de tensão elétrica mostrado;
12. Faça a mesma coisa para cada lâmpada e anote os valores de tensão elétrica;
13. Tire um print de seu experimento e cole no final deste arquivo nomeando print 4.

Figura 4. Imagem da tela do simulador PHET.



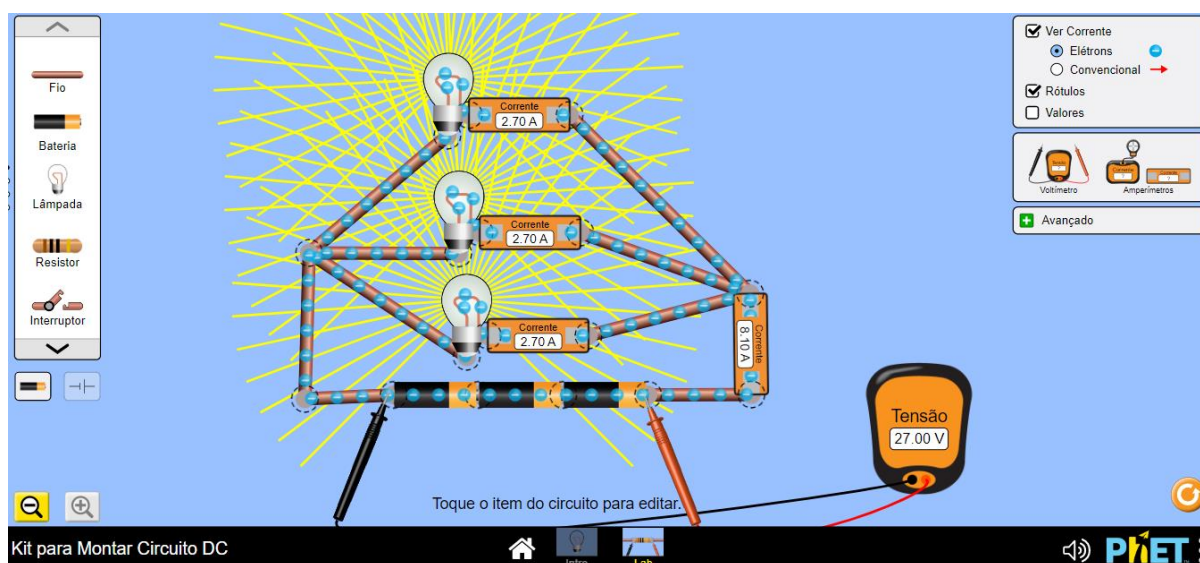
Fonte: Elaborada pela autora.

## PROCEDIMENTO 5: CIRCUITO PARALELO COM TRÊS RESISTORES

1. Selecione quantos fios forem necessários;
2. Utilize três baterias conectadas em sequência;
3. Conecte um fio em cada extremidade das baterias;
4. Na extremidade livre de um dos fios, conecte outros três fios formando um nó;
5. Conecte o fio superior à lâmpada 1;
6. Conecte o fio mediano à lâmpada 2;
7. Conecte o fio inferior à lâmpada 3;
8. À lâmpada 1 conecte o amperímetro 1, à lâmpada 2 conecte o amperímetro 2 e, à lâmpada 3 conecte o amperímetro 3;
9. Conecte outros três fios, um em cada extremidade dos amperímetros 1, 2 e 3, e depois junte-os em um nó;

10. Ao nó citado no passo 9 conecte o amperímetro 4 e junte ele na outra extremidade livre do fio ligado a bateria como demonstrado na Figura 5;
11. Anote o valor das correntes nos amperímetros 1, 2, 3 e 4;
12. Coloque as pinças vermelha e preta do voltímetro nas extremidades do conjunto de baterias e anote o valor de tensão elétrica mostrado;
13. Faça a mesma coisa para cada lâmpada e também anote os valores de tensão elétrica;
14. Tire um print de seu experimento e cole no final deste arquivo nomeando print 5.

Figura 5. Imagem da tela do simulador PHET.



Fonte: Elaborada pela autora.

TABELAS A SEREM PREENCHIDAS DUTRANTE O EXPERIMENTO

Procedimento 1	
Corrente elétrica (A)	
Amperímetro	
Tensão (V)	
Pilhas ( $U_P$ )	
Lâmpada ( $U_L$ )	

<b>Procedimento 2</b>	
<b>Corrente elétrica (A)</b>	
Amperímetro 1	
Amperímetro 2	
Amperímetro 3	
<b>Tensão (V)</b>	
Pilhas ( $U_P$ )	
Lâmpada 1	
Lâmpada 2	

<b>Procedimento 3</b>	
<b>Corrente elétrica (A)</b>	
Amperímetro 1	
Amperímetro 2	
Amperímetro 3	
Amperímetro 4	
<b>Tensão (V)</b>	
Pilhas ( $U_P$ )	
Lâmpada 1	
Lâmpada 2	
Lâmpada 3	

<b>Procedimento 4</b>	
<b>Corrente elétrica (A)</b>	
Amperímetro 1	
Amperímetro 2	
Amperímetro 3	
<b>Tensão (V)</b>	
Pilhas ( $U_P$ )	
Lâmpada 1	
Lâmpada 2	

<b>Procedimento 5</b>	
<b>Corrente elétrica (A)</b>	
<b>Amperímetro 1</b>	
<b>Amperímetro 2</b>	
<b>Amperímetro 3</b>	
<b>Amperímetro 4</b>	
<b>Tensão (V)</b>	
<b>Pilhas (<math>U_P</math>)</b>	
<b>Lâmpada 1</b>	
<b>Lâmpada 2</b>	
<b>Lâmpada 3</b>	

# SUGESTÃO DE SLIDES

## Slides experimento 1

1

**MNPEF** Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
Polo UFISPR Sorocaba

**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Experimento por Demonstração  
Eletrodinâmica

Mestranda: Suzana Aguera de Mello e Albuquerque Santos

2

## Eletrodinâmica

Partículas elétricas em movimento

3

### Tensão / Voltagem / ddp (U)

ddp = Diferença de potencial entre dois pontos = diferença de energia por carga em duas extremidades



4

### Corrente Elétrica (i)

A **corrente elétrica** é o fluxo "ordenado" de partículas portadoras de carga elétrica, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades.

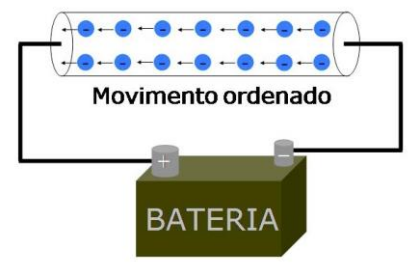
5

### Fio Isolado de qualquer contato



Movimento desordenado

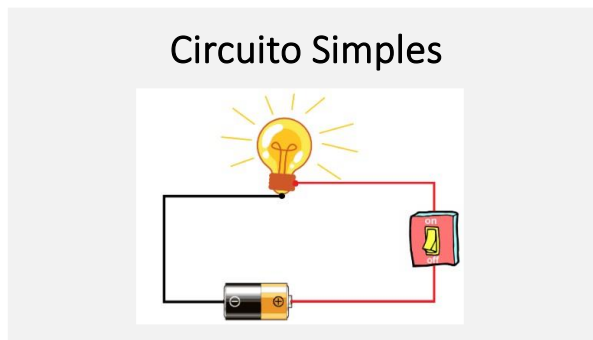
6



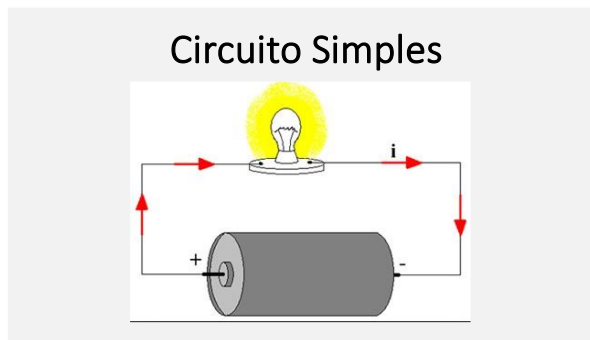
Movimento ordenado

BATERIA

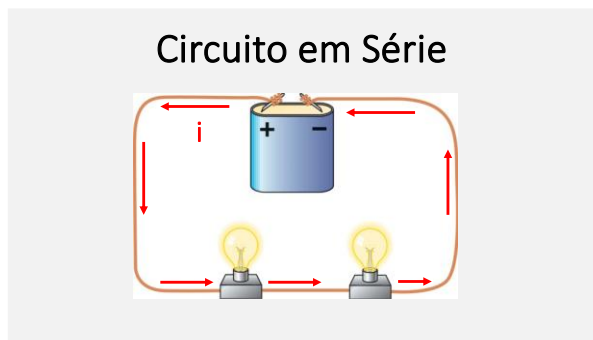
7



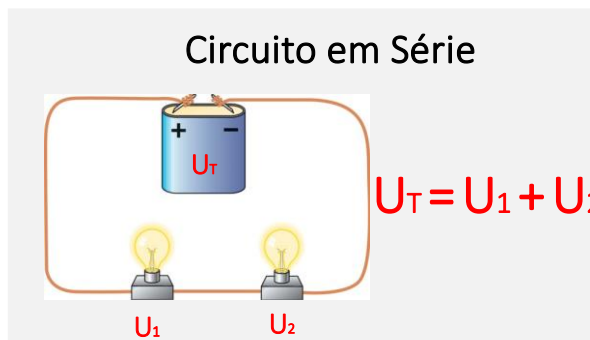
8



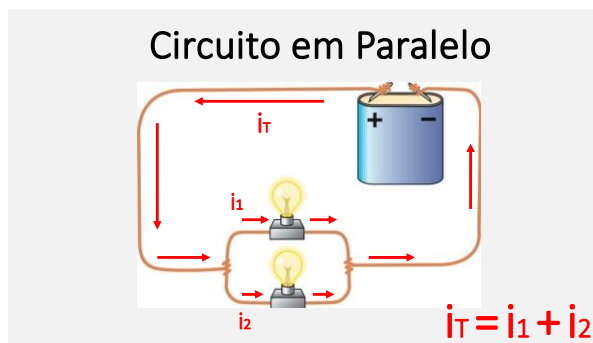
9



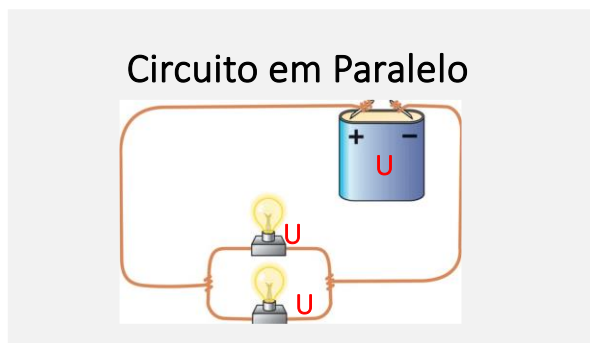
10



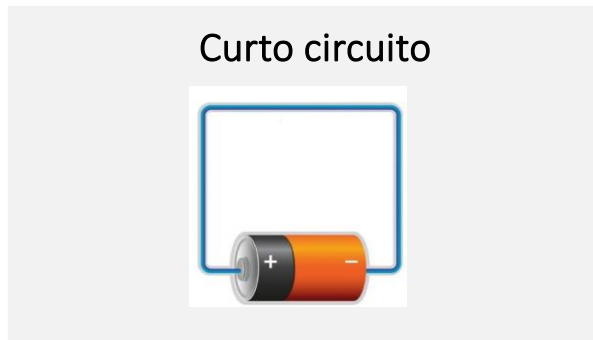
11



12



13



14



Slides experimento 2

1

**Experimento por Verificação Eletrodinâmica**  
 Mestranda: Suzana Aguera de Mello e Albuquerque Santos

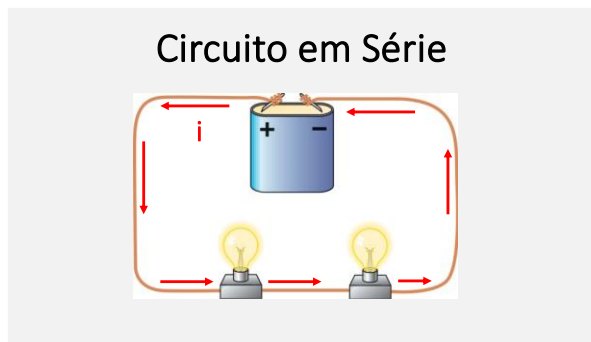
2

**Experimentos Verificativos**

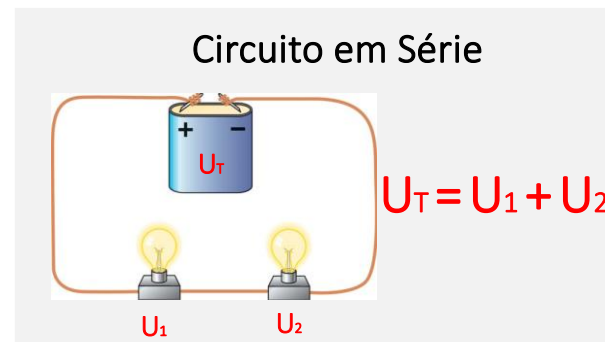
Abordagem que busca validar e confirmar alguma lei.

Qual lei?  
 Como se comporta a tensão e a corrente elétrica nos circuitos em série e em paralelo.

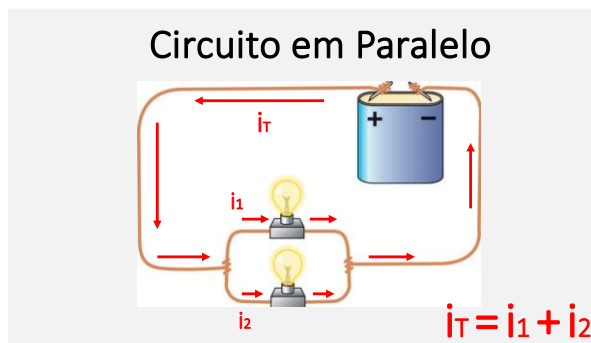
3



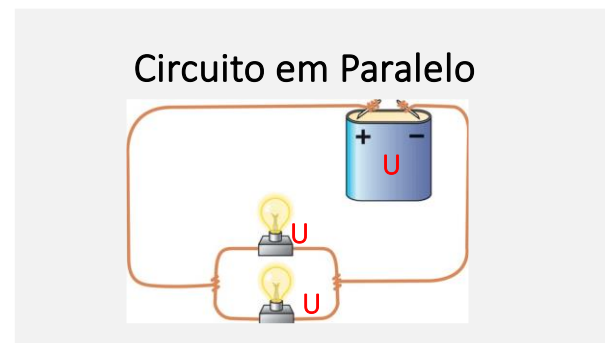
4



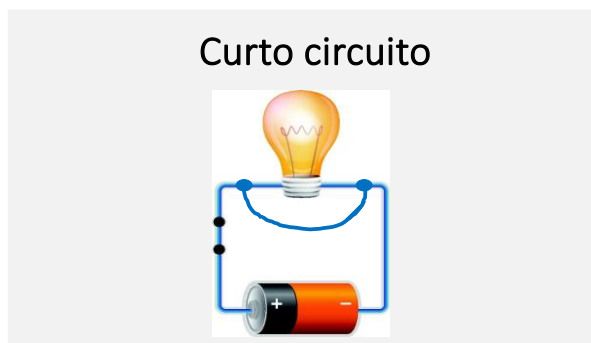
5



6



7





# TABELAS DE CUSTOS

## Tabelas de Orçamento

A realização de cada atividade prevista nessa pesquisa prevê alguns custos para a realização das experimentações, sendo esses de total responsabilidade dos candidatos participantes. Abaixo segue uma estimativa dos custos para cada atividade prevista.

**Tabela 1. Custos com o experimento 1**

Experimento 1			
Materiais	Quantidade	Custo (R\$)	Total (R\$)
Tabua de Madeira	1	25,00	25,00
Garfos	2	3,20	6,40
Fio de cobre	2 metros	2,00	4,00
Bocal	1	3,40	3,40
Lâmpada	1	6,90	6,90
Interruptor	2	3,80	7,60
Salsicha	2	1,00	2,00
Custo Total			<b>55,30</b>

**Tabela 2. Custos com o experimento 2.**

Experimento 2			
Materiais	Quantidade	Custo (R\$)	Total (R\$)
Acesso à Internet	5 horas	1,50	7,50
Custo Total			<b>7,50</b>

**Tabela 3. Custos com o experimento 3.**

<b>Experimento 3</b>			
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
<b>Copos</b>	2	3,00	6,00
<b>Régua 30 cm</b>	1	2,60	2,60
<b>Moedas</b>	3	0,10	0,30
<b>Imã</b>	11	8,00	8,00
<b>Clips</b>	1	0,05	0,05
<b>Borracha</b>	1	0,60	0,60
<b>Custo Total</b>			<b>17,55</b>

# REFERÊNCIAS

---

ARAÚJO, M. S. T. & ABIB, M. L. V. dos S., Atividades experimentais no Ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades, Revista Brasileira de Ensino de Física 25, 176-194 (2003). Disponível em: [http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25\\_176.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_176.pdf). Acesso em: 27 Jul. 2020.

ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 25, n. 2, p. 176-194, Junho 2003 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172003000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000200007&lng=en&nrm=iso)>. access on 18 Jan. 2021.

AUSUBEL, D. P. Alguns aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção do conhecimento: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

CAMPOS, B. S., FERNANDES, S. A., RAGNI, A. C. P. B. & Souza, N. F., Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema, Revista Brasileira de Ensino de Física 34 (2012). Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341402.pdf>. Acesso em: 23 Jul. 2020.

PHET INTERACTIVE SIMALTION. Kit para Montar Circuito DC – Lab Virtual. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab). Acesso em: 16 mai.2022.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba, p. 1-12, 2008.