

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS MEDIANEIRA

LEANDRO MARCOS WEIZENMANN

**Uma Sequência Didática para Análise de Circuitos Elétricos a partir das
concepções espontâneas dos estudantes**

MEDIANEIRA

2019

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



PRODUTO EDUCACIONAL:

**Uma Sequência Didática para Análise de Circuitos Elétricos a partir das
concepções espontâneas dos estudantes**

Leandro Marcos Weizenmann

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo A. Zara

MEDIANEIRA

Dezembro/2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Página inicial do simulador na versão JAVA.....	08
Figura 2 – Menu simulador.....	09
Figura 3 – Diagrama esquemática para o circuitos montados na atividade de laboratório.....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sugestões de atividades a serem executadas pelos alunos durante a simulação das questões do teste SMAr	15
Quadro 2 – Sugestões para o professor durante a simulação das questões do teste SMAr.....	18
Quadro 3- Material utilizado para montagem do circuito.....	21

SUMÁRIO

1.	Introdução ao Produto Educacional	5
1.1.	Apresentação do Produto Educacional.....	5
1.2.	Visão geral do Produto Educacional	6
2.	O Produto Educacional - Apresentação Detalhada	6
2.1.	O Teste SMAR	6
2.2.	Sobre o Simulador utilizado	7
2.3.	Montagem experimental	10
2.4.	Público alvo	10
2.5.	Conceitos abordados	10
2.6.	Aprendizagem esperada	11
2.7.	Detalhamento da Sequência Didática	11
2.7.1.	Parte I – Levantamento de conhecimentos prévios usando o teste SMAR.....	12
2.7.2.	Parte II – Revisitando o teste SMAR com o auxílio de simulações	14
2.7.3.	Parte III – Sistematizando os conceitos com Atividades Teóricas e Experimentais	20
3.	BIBLIOGRAFIA	23

1. Introdução ao Produto Educacional

1.1. Apresentação do Produto Educacional

O Produto Educacional (PE) aqui apresentado tem como objetivo utilizar os conhecimentos prévios ou espontâneos dos alunos para o ensino de conceitos básicos que fundamentam a análise de circuitos elétricos de corrente contínua. Espera-se que os alunos possam construir e propor formas de expressar os conceitos sobre circuitos elétricos confrontando suas próprias concepções (ANDRADE, 2018, SILVEIRA, 2011) com observações feitas a partir de simulações e situações experimentais. Para isso, o PE foi elaborado na forma de uma Sequência Didática (SD) (LEAL, 2012, ZABALA, 1998) para investigação de circuitos simples cujo procedimento de execução seja facilmente realizado pelos alunos. A sequência didática proposta tem uma abordagem qualitativa, ou seja, com ênfase nos conceitos físicos e não na expressão quantitativa das grandezas.

Para desenvolver o PE utilizamos três ferramentas facilmente acessíveis: um questionário para levantamento de conhecimentos prévios, o simulador gratuito PhET e a montagem de circuitos com pilhas e lâmpadas.

O questionário utilizado é aquele proposto e validado por Silveira, Moreira e Axt (conhecido na literatura como Teste SMA) (SILVEIRA, 1989, SILVEIRA, 2011) e do qual extraímos um subconjunto de questões a serem investigadas no PE. Neste vamos chamar este subconjunto de questões de Teste SMA reduzido – SMAR.

A opção pelo uso do simulador disponível no PhET (PHET, 2018) ocorreu devido à quantidade e ao tipo de ferramentas disponíveis, além da facilidade de uso, de forma mesmo o aluno inexperiente com o trabalho com circuitos elétricos possa trabalhar e simular cada situação de forma clara.

Por fim, a proposta de montagem de circuitos simples e o uso de aparelhos de medida, possibilitando a manipulação de componentes eletrônicos básicos e aparelhos de medida permitem aos alunos observar em circuitos reais os fenômenos intuitos ou observados na simulação.

1.2. Visão geral do Produto Educacional

A Sequência Didática que compõe o PE proposto é constituída por três partes:

1. Levantamento dos conhecimentos prévios através da aplicação do questionário SMAr;
2. Simulação dos circuitos propostos no questionário SMAr com o uso do simulador PhET;
3. Montagem experimental e análise do funcionamento de circuitos elétricos similares aos propostos no Teste SMAr.

2. O Produto Educacional - Apresentação Detalhada

2.1. O Teste SMAr

O Teste SMA foi proposto em 1989, por Silveira, Moreira e Axt (SILVEIRA, 1989) para verificar se alunos de engenharia possuíam concepções científicas sobre corrente elétrica em circuito simples. Os autores elaboraram e validaram o teste composto por 14 questões retiradas da literatura ou propostas pelos autores especialmente para o teste. O teste é formado por questões de múltipla escolha, sendo disponibilizadas três alternativas: uma dessas alternativas é coerente com concepções científicas sobre corrente elétrica, enquanto as outras duas são coerentes com concepções alternativas ou espontâneas.

Os circuitos elétricos propostos no teste SMA podem ser compostos por resistores, lâmpadas, interruptores, fontes de tensão, capacitores e elementos ocultos (indicados como “caixa-preta”, na representação do circuito. Ao analisar a viabilidade do uso do teste SMA para composição do nosso PE, optamos por selecionar as questões que envolvem apenas os circuitos formados por

resistores, lâmpadas, interruptores e fontes de tensão, eliminando aquelas questões que continham capacitores e elementos ocultos. Além disso, havendo questões que cobriam conceitos similares, optamos por usar apenas uma delas. Com isso, para a composição do PE selecionamos 07 questões dentre as 14 do teste SMA original para compor o SMAr (como apresentando nas próximas Seções). Isto permite nos concentrar em um conjunto menor de situações de maneira que possa dedicar mais tempo à construção de conceitos.

2.2. Sobre o Simulador utilizado

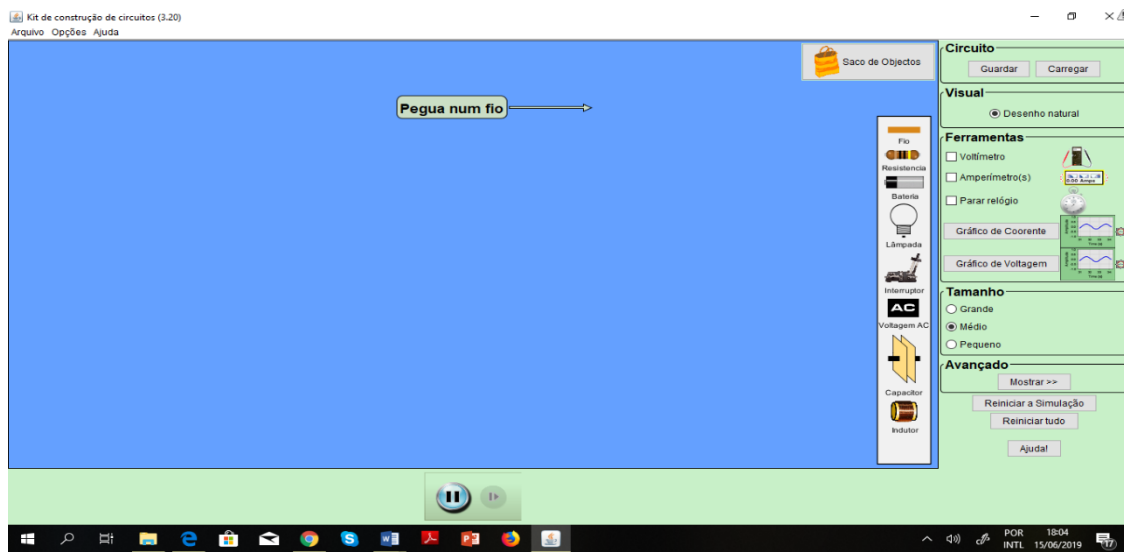
Simulações virtuais baseadas em softwares ou aplicativos são úteis para investigar fenômenos ou sensações que muitas vezes não são possíveis de observar nos laboratórios. O projeto PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology) (PHET, 2018) é uma iniciativa da Universidade do Colorado que provê um pacote de simulações auxiliares ao processo de Ensino de Ciências (Física, Química, Matemática, Biologia). Através das simulações interativas o usuário pode investigar conexões entre fenômenos reais e a ciência básica através da formulação e teste de suas próprias hipóteses. O PhET é disponibilizado na Internet através do sítio <http://phet.colorado.edu/index.php> e pode ser livremente utilizado (há uma versão traduzida para o português em https://phet.colorado.edu/pt_BR/). Para este PE, escolhemos o simulador Kit de Construção de Circuito (AC+DC) da plataforma PhET, traduzidos em português, por serem fáceis de manipular, divertidos e dinâmicos e de uso livre.

O ambiente de simulação disponibilizado pelo PhET pode ser executado diretamente na Internet e acessado em sistemas operacionais que possuem Flash, Java ou HTML5 instalados. De maneira alternativa, alguns de seus componentes podem ser baixados e executados em máquinas locais. No caso deste trabalho escolhemos o simulador Kit de Construção de Circuito (AC+DC) na versão em JAVA, traduzido em português, por ser fácil de manipular, pode ser baixado para o computador dispensando a necessidade de conexão com a

Internet, além de contar com a opção de salvar os circuitos montados para uso posterior.

No simulador de circuitos utilizado, ao executar a aplicação o aluno vai encontrar uma tela similar à mostrada na Figura 1, onde ele vai poder desenvolver montar os circuitos e executar a simulação.

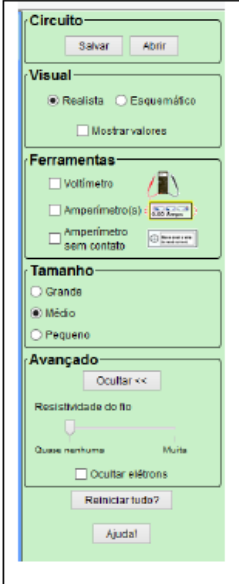
Figura 1-Página inicial do simulador:



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics.

Ao abrir o simulador aparece uma indicação para pegar um fio e com isso o aluno já tem uma certa noção do que tem que fazer para começar montagem do circuito a ser simulado a partir do menu de componentes disponíveis. Para montar o circuito basta arrastar o componente para a área de trabalho e conectá-los usando fios. As propriedades físicas dos componentes na área de trabalho podem ser ajustadas, a partir de uma aba acessada selecionando o componente que se deseja alterar e clicando sobre ele com o botão direito do mouse.

Figura 2 – Menu simulador

	<p>Circuito: é possível salvar e abrir um circuito por esse simulador</p> <p>Visual: é possível uma visão mais realista ou esquemática e ainda mostrar ou não valores dos componentes</p> <p>Ferramentas: São ferramentas para medição.</p> <p>Voltímetro: temos um voltímetro na área de trabalho;</p> <p>Amperímetro: temos um amperímetro na barra de componentes e podemos ter vários, de acordo com a necessidade;</p> <p>Amperímetro sem contato: Este não é necessário conectar em série, só arrastar e colocar sobre o fio ou componente que deseja medir.</p> <p>Tamanho: é a forma de apresentação da área de trabalho</p> <p>Avançado: altera a resistividade do fio e pode ocultar representação dos elétrons</p> <p>Reiniciar tudo? : utilizado para apagar a área de trabalho inteira;</p> <p>Ajuda: apresenta balões nos componentes para indicar algumas possibilidades</p>
---	---

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics.

Além do menu de componentes para montagem do circuito, há um menu de ferramentas para análise do circuito e controle da simulação. Na Figura 2 representamos o menu de ferramentas, explicando as ferramentas disponíveis no simulador, muito importante para a correta utilização.

Em resumo, após revisar diferentes ferramentas de simulação, optamos por utilizar o Kit de Construção de Circuito (AC+DC) do PhET Interactive simulations, devido a possuir as seguintes características:

- Uso livre;
- Executável em diferentes plataformas;
- Está em constante atualização;
- Pode ser executado diretamente na Internet ou pode ser baixado e usado em máquinas locais (roda sem internet)
- Possui visualização fácil e intuitiva;
- É de fácil utilização;
- Possui bom conjunto de ferramentas e de componentes;

- Permite salvar projetos para utilização posterior.

Para o PE aqui apresentado, este simulador é sugerido para a simulação dos circuitos na Parte II da Sequência Didática.

2.3. Montagem experimental

A parte III da Sequência Didática consiste no estudo experimental de circuitos simples, dando ao aluno a oportunidade de manipular componentes eletrônicos simples e operar instrumentos de medida reais.

Para a execução desta atividade foram utilizadas lâmpadas de 3,0 V e pilhas de 1,50V como fontes de tensão. Os circuitos montados incluem associação de geradores (pilhas) e associação de resistores (lâmpadas) em série e em paralelo. Por fim, após a atividade prática os alunos foram instigados a voltar ao uso do simulador para revisar os circuitos experimentais. Este retorno ao simulador permite que situações não executadas na prática possam ser testadas e comparadas, bem como os conceitos acerca das propriedades do circuito (distribuição de corrente elétrica e distribuição de tensão nos componentes) possam ser discutidas.

2.4. Público alvo

A sequência didática foi desenvolvida para ser aplicada junto as turmas do terceiro ano do ensino médio.

2.5. Conceitos abordados

O PE aqui apresentado está relacionado ao conteúdo de eletrodinâmica, mais especificamente na conceituação e no reconhecimento das propriedades da corrente elétrica em circuitos simples de corrente contínua. Como protótipos de estudo trabalhamos os circuitos com elementos associados série, paralelo e com associações mistas, fazendo observações a partir das simulações e de

atividade prática. Avaliamos que para que a SD proposta seja efetiva, o percurso de estudo do aluno deverá cobrir os seguintes conteúdos sobre eletricidade:

- Corrente elétrica;
- Potência elétrica;
- Lei de Ohm;
- Associação de resistores;
- Medidas elétricas.
- Medição prática;
- Comparação entre os resultados teóricos, práticos e os obtidos através dos apps e simuladores.

2.6. Aprendizagem esperada

Abaixo relacionamos algumas habilidades que esperamos que o aluno se desenvolva ao executar a sequência.

- Identificar em uma dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la;
- Diferenciar os processos físicos ocorridos na Eletrodinâmica;
- Identificar a distribuição das correntes elétricas entre os componentes de um circuito;
- Interpretar as associações e as medidas elétricas;
- Reconhecer os conteúdos de Eletrodinâmica em seu cotidiano;
- Desenvolver o hábito de registrar os dados em relatório ao final da sequência didática.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia;

2.7. Detalhamento da Sequência Didática

Para esta etapa foi aplicado o questionário de conhecimentos prévios abaixo, onde os alunos responderam utilizando-se do conhecimento que já

possuíam, o questionário foi respondido em sala de aula, conseguindo desta maneira mapear as dificuldades de cada um para interpretar os circuitos elétricos dispostos no questionário abaixo:

2.7.1. Parte I – Levantamento de conhecimentos prévios usando o teste SMAr

Como citado anteriormente, o questionário para levantamento de conhecimentos prévios ou concepções espontâneas dos alunos é baseado no teste SMA (Silveira, 1989). De fato, o questionário que utilizamos é um conjunto de 07 questões extraídas do teste SMA e que estão elencadas a seguir.

Nas questões abaixo, todas as lâmpadas são iguais. O brilho de uma lâmpada é proporcional à intensidade da corrente elétrica que passa por ela, sendo que quanto maior a corrente elétrica mais intenso é o brilho. As baterias são consideradas ideais, ou seja, não possuem resistência elétrica.

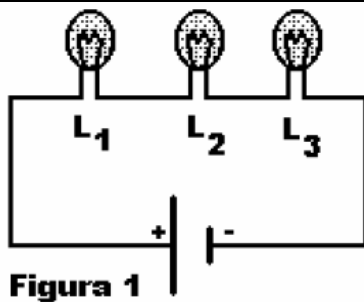


Figura 1

No circuito da figura 1 pode-se afirmar que:

- a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_3 .
- b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

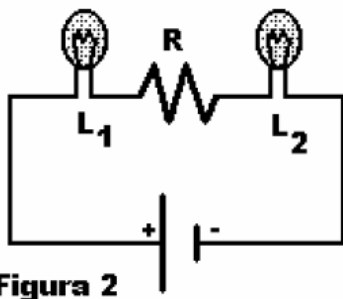


Figura 2

2) No circuito da figura 2, R é um resistor. Neste circuito:

- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
- b) L_1 brilha mais do que L_2 .
- c) L_2 brilha mais do que L_1 .

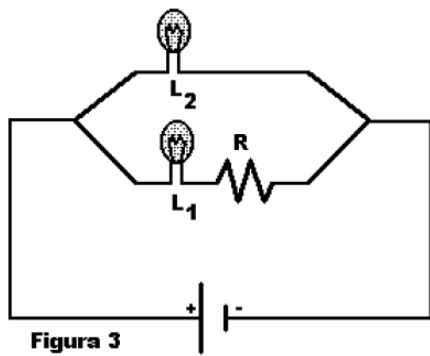


Figura 3

3) No circuito da figura 3, R é um resistor. Neste circuito:

- a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2 .
- b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- c) L_1 brilha mais do que L_2 .

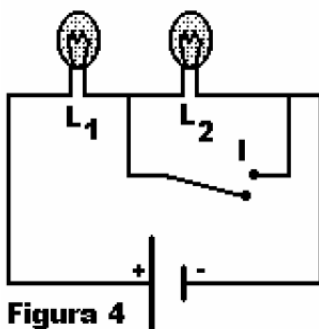


Figura 4

4) No circuito da Figura 4, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:

- a) aumenta o brilho de L_1 .
- b) o brilho de L_1 permanece o mesmo.
- c) diminui o brilho de L_1 .

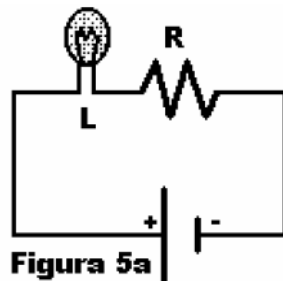


Figura 5a

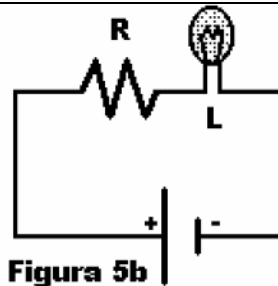
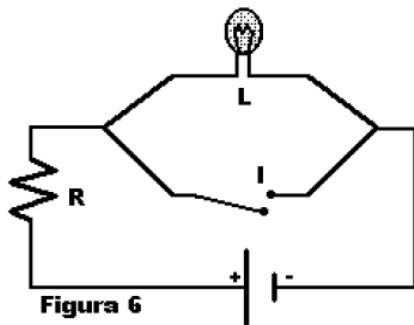


Figura 5b

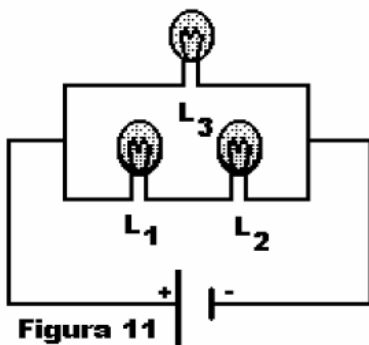
5) Nos circuitos 5a e 5b a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nestas situações:

- a) L brilha mais no circuito 5a.
- b) L brilha igual em ambos circuitos.
- c) L brilha mais no circuito 5b.

6) No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:



- a) L continua brilhando como antes.
- b) L deixa de brilhar.
- c) L diminui seu brilho mas não apaga.



No circuito da figura 11:

- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3 .
- b) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3 .
- c) L_1, L_2 e L_3 brilham igualmente.

Fonte: Silveira (1989)

2.7.2. Parte II – Revisitando o teste SMAr com o auxílio de simulações

Após a aplicação do questionário de conhecimentos prévios, foi realizada aula prática-computacional com os alunos, utilizando o simulador PhET. Nessa aula foram propostas as mesmas questões respondidas pelos alunos no teste de levantamento de conhecimentos prévios, mas nesse caso, as questões deveriam ser respondidas a partir das observações feitas a partir da simulação. Assim, os alunos usaram o simulador do PhET para montar os circuitos sugeridos na questão.

Ao utilizar o simulador pode-se explorar as concepções explicitadas no teste variando alguns parâmetros e explorando as características do circuito.

Quadro I – Sugestões de atividades a serem executadas pelos alunos durante a simulação das questões do teste SMAR

Questão	Orientações para execução da atividade de simulação
01	<p>1. Mantenha os valores das resistências das lâmpadas iguais e fixos:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Aumente gradativamente o valor da tensão da fonte. Observe e descreva o que acontece com o brilho das lâmpadas;b) Observe a quantidade e o sentido do movimento dos portadores de carga através do circuito. Observe e descreva o que acontece com a quantidade e o sentido do movimento dos portadores de carga <p>2. Inverta a polaridade da fonte de tensão e:</p> <ul style="list-style-type: none">a) observe o sentido do movimento dos portadores de carga e descreva o que acontece quando a polaridade da fonte é invertida;b) observe o brilho das lâmpadas e descreva o que acontece quando a polaridade da fonte é invertida;c) Observe e descreva a quantidade de portadores que parte/chega do terminal da fonte;
02	<p>1. Mantenha os valores das resistências das lâmpadas iguais e fixos e um valor fixo da tensão da fonte. Aumente gradativamente o valor de R:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Efetue uma descrição comparativa do brilho das lâmpadas;b) Descreva as mudanças nos brilhos das lâmpadas com o aumento de R;

	<p>c) Observe e descreva a quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do circuito com o aumento de R.</p>
03	<p>1. Mantenha os valores das resistências das lâmpadas iguais e fixos e um valor fixo da tensão da fonte. Aumente gradativamente o valor de R:</p> <p>a) Efetue uma descrição comparativa do brilho das lâmpadas;</p> <p>b) Descreva as mudanças nos brilhos das lâmpadas com o aumento de R;</p> <p>c) Observe e descreva a quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do ramo do circuito que contém L2 com o aumento de R.</p> <p>d) Observe e descreva a quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do ramo do circuito que contém L1 e R com o aumento de R.</p> <p>e) Observe e descreva a quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do circuito com o aumento de R.</p>
04	<p>1. Mantenha os valores das resistências das lâmpadas iguais e fixos.</p> <p>a) Observe e descreva a quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do circuito quando a chave I está aberta;</p> <p>b) Observe e descreva a quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do circuito quando a chave I está fechada;</p> <p>c) Observe e descreva a mudança de brilho da lâmpada L1 quando a chave I passa de aberta a fechada;</p>

	<p>d) Observe e descreva a mudança de brilho da lâmpada L2 quando a chave I passa de aberta a fechada;</p>
05	<p>1. Mantenha os valores das resistências R e das lâmpadas iguais e fixos e um valor fixo da tensão da fonte:</p> <p>a) Observe e faça uma descrição comparativa da quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo de cada circuito.</p> <p>b) Inverta a polaridade da fonte de um dos circuitos e faça uma descrição comparativa da quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo de cada circuito.</p>
06	<p>1. Mantenha os valores das resistências R e das lâmpadas iguais e fixos e um valor fixo da tensão da fonte. Selecione o valor da resistência R e da lâmpada iguais aos utilizados no circuito 5b.</p> <p>a) Faça uma descrição comparativa entre o circuito com a chave I aberta com aquele do circuito 5b.</p> <p>b) Observe e faça uma descrição comparativa do brilho da lâmpada, da quantidade e a velocidade dos portadores de carga ao longo do circuito com a chave I aberta e fechada.</p>
07	<p>1. Mantenha todas as lâmpadas idênticas.</p> <p>a) Observe e descreva comparativamente o brilho das lâmpadas no ramo do circuito que contém L1 e L2 .</p> <p>b) Observe e descreva comparativamente o brilho da lâmpada L3 com o brilho das lâmpadas no ramo do circuito que contém L1 e L2 .</p> <p>c) Observe e descreva comparativamente a quantidade e a velocidade dos portadores de carga que passam pelo ramo da lâmpada L3 quantidade e a velocidade dos portadores de carga que passam no ramo do circuito que contém L1 e L2.</p>

Quadro II – Sugestões para o professor durante a simulação das questões do teste SMAR.

Questão	Aspectos que podem ser explorados
01	<ol style="list-style-type: none">1. Reafirmar que as lâmpadas possuem sempre brilhos iguais entre si;2. Observar que a intensidade do brilho é diretamente proporcional à tensão da fonte;3. Explorar a concepção alternativa de que a corrente elétrica é consumida ao passar por um dispositivo;4. Explorar a notação de corrente real e corrente convencional nos circuitos de corrente contínua.5. Explorar o princípio de conservação da carga elétrica que flui pelo circuito.6. Introduzir o uso de instrumentos de medida (voltímetro e amperímetro) disponíveis no simulador.
02	<ol style="list-style-type: none">1. Explorar os efeitos que a mudança de propriedade de um elemento do circuito pode produzir sobre o funcionamento de outros componentes do circuito;2. Explorar os efeitos que a mudança de propriedade de um elemento do circuito pode produzir sobre as grandezas físicas concernentes ao circuito evidenciando que a mudança em um ponto do circuito afeta o comportamento em todos os outros pontos.3. Utilizar o princípio da conservação da carga elétrica para introduzir o conceito de associação de componentes em série.

03	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar os efeitos que a mudança de propriedade de um elemento do circuito pode produzir sobre o funcionamento de outros componentes do circuito; 2. Explorar os efeitos que a mudança de propriedade de um elemento do circuito pode produzir sobre as grandezas físicas concernentes ao circuito evidenciando que a mudança em um ponto do circuito afeta o comportamento em todos os outros pontos. 3. Utilizar o princípio da conservação da carga elétrica para introduzir o conceito de associação de componentes em paralelo.
04	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar o fato de que a corrente elétrica não é uma propriedade exclusiva do gerador; 2. Explorar o conceito de curto circuito.
05	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar o princípio de conservação da carga elétrica que flui pelo circuito em contraste com a concepção alternativa de que a corrente elétrica é consumida ao passar por um dispositivo.
06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar o princípio de circuito.
07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar o funcionamento de lâmpadas associadas em série e em paralelo, através da análise do visual do brilho relativo.

2.7.3. Parte III – Sistematizando os conceitos com Atividades Teóricas e Experimentais

A terceira parte da SD busca sistematizar e organizar os conceitos trabalhados na Parte II abordando o conteúdo em três etapas concatenadas: formalização teórica acerca das propriedades físicas em circuito simples. montagem experimental com medições das grandezas físicas de interesse e simulação e exploração dos circuitos montados experimentalmente.

Na discussão teórica é feita uma apresentação sobre os tipos de circuitos elétricos classificados de acordo com a forma de conexão dos elementos do circuito (em série, paralelo e misto) usando como referência o livro texto. Nesta etapa também é feita uma apresentação e discussão das equações necessárias para determinar a distribuição de corrente elétrica e a tensão elétrica nos elementos para cada tipo de associação, traçando comparações com as atividades de simulação.

Nesta etapa também são feitos exercícios de análise de circuitos, com ênfase na tensão elétrica nos elementos do circuito e na intensidade da corrente que circula. Esta análise teórica é feita deve também incluir a discussão sobre a potência fornecida ou consumida pelos elementos do circuito. A discussão da potência deve enfatizar dois pontos principais: o princípio da conservação da energia e a relação entre a potência dissipada e o brilho de uma lâmpada incandescente.

A etapa de montagem de circuitos elétricos tem por objetivo que os alunos trabalhem em duplas, sendo que cada dupla monte um circuito, obtenha medidas das grandezas de interesse (corrente e tensão elétrica nos elementos) e apresente os resultados na forma de um relatório. Segue abaixo material utilizado para montar o circuito.

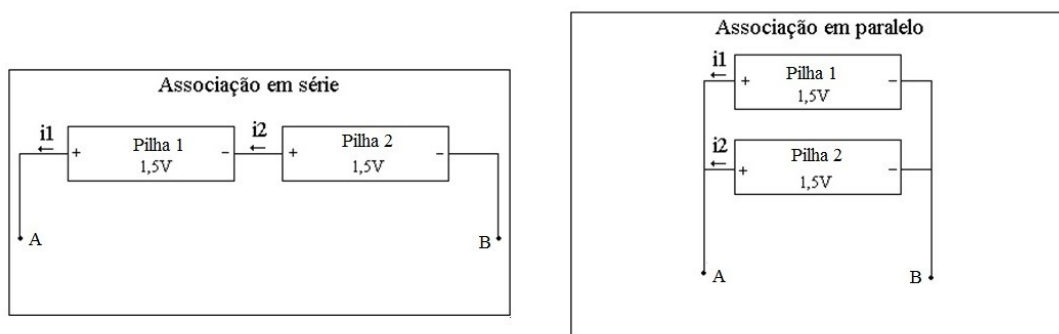
Quadro III - Material utilizado para montagem do circuito

Item	Observações
Pedaço de fio condutor	Fios condutores para conexão.
Pilhas	2 pilhas comuns, de 1,5 V cada.
Lâmpada de lanterna	Recomenda-se lâmpadas incandescentes de 3V.
Fita adesiva	Fita adesiva para fixação dos elementos
Aparelho multiteme	Aparelho digital para medida de corrente e tensão elétrica.

Os alunos receberam instruções sobre o procedimento de montagem de circuito em série e em paralelo bem como orientações de utilização de um aparelho multiteme para medidas de tensão e corrente elétrica nos elementos do circuito.

Além da associação de lâmpadas em série em paralelo, os alunos foram instruídos a testar a associação de pilhas em série e em paralelo, e observar o efeito sobre a corrente elétrica e tensão elétrica nos dispositivos. A Figura 3 mostra o esquema sugerido aos alunos, com associação de pilhas em série e em paralelo.

Figura 3 – Diagrama esquemática para o circuitos montados na atividade de laboratório.



Fonte: Autores

Diferentes circuitos podem ser construídos conectando ramos de circuito entre os pontos A e B indicados na Figura. Neste caso, sugere-se que sejam conectados entre os pontos A e B ramos de circuito formados por:

- Uma lâmpada;
- Duas lâmpadas associadas em série;
- Duas lâmpadas associadas em paralelo;

Após a montagem de cada circuito é feita a introdução das medidas das grandezas de interesse, no caso a tensão elétrica entre os terminais das lâmpadas e a corrente elétrica que flui através da lâmpada.

OBS: Ressalta-se neste ponto que a introdução à utilização de instrumentos de medida pode ter sido feita durante a fase de simulação de circuitos de forma que pode ser feita uma revisão das formas de conexão dos instrumentos ao circuito e aos cuidados com a escolhas das escalas adequadas para a execução das medidas.

Após a efetuação das medidas retoma-se a análise dos circuitos com base nos coletados com ênfase:

- Na distribuição da corrente elétrica nos elementos do circuito;
- Na distribuição de tensão entre os terminais dos elementos do circuito;
- Na relação entre a potência dissipada e o brilho das lâmpadas.

Para a terceira etapa sugere-se o retorno ao simulador, com a exploração dos circuitos montados na atividade prática a partir das simulações. Nesta etapa aspectos não explorados na prática podem ser testados de forma que o aluno possa, a partir de um circuito conhecido, propor e testar suas próprias hipóteses acerca do funcionamento do circuito ou elaborar e analisar circuitos mais complexos.

3. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, F. A. L. de, et al. Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 40, n.3, e3406, 2018.

LEAL, T. F.; et al. Por que trabalhar com sequências didáticas? *In*: FERREIRA, A. T. B.; ROSA, E. C. S. (Orgs.). **O fazer cotidiano na sala de aula: a organização do trabalho pedagógico no ensino da língua materna**. Belo Horizonte: Autêntica, p. 147-174, 2012.

PhET, Projeto PhET Simulações Interativas, Universidade de Colorado Boulder, https://phet.colorado.edu/pt_BR/, Consultado em 2018.

SILVEIRA F.L., MOREIRA M.A., AXT R, Validação de um teste para verificar se aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples, **Cienc. Cult.** 41, 1129 (1989).

SILVEIRA F.L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples, *In* **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Org: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre : Edipucrs, p. 61-67, 2011

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, Artmed, 1998.