

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MATHEUS SILVA SOARES

**QUEM TEM MEDO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO? MONTANDO
CIRCUITOS ELÉTRICOS PARA LEVANTAR HIPÓTESES SOBRE
FENÔMENOS FÍSICOS**

RIO DE JANEIRO-RJ
2020

CIP - Catalogação na Publicação

S676q Soares, Matheus Silva
Soares, Matheus Silva
Quem tem medo do ensino por investigação?
Montando circuitos elétricos para levantar hipóteses
sobre fenômenos físicos / Matheus Silva Soares. --
Rio de Janeiro, 2020.
56 f.

Orientadora: Deise Miranda Vianna.
Coorientadora: Vitor Cossich de Holanda Sales.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Física, Licenciado em Física, 2020.

1. ensino investigativo. 2. PIBID/CAPES. 3.
circuitos elétricos. 4. corrente elétrica. 5.
diferença de potencial. I. Vianna, Deise Miranda,
orient. II. Sales, Vitor Cossich de Holanda,
coorient. III. Título.

MATHEUS SILVA SOARES/ IF – UFRJ

**QUEM TEM MEDO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO? MONTANDO
CIRCUITOS ELÉTRICOS PARA LEVANTAR HIPÓTESES SOBRE
FENÔMENOS FÍSICOS**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Física.

Rio de Janeiro, 29 de setembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Deise Miranda Vianna

Prof. Me. Vitor Cossich de Holanda Sales

Prof. Dr. Sidnei Pércia da Penha

Prof. Me. Carlos Frederico Marçal Rodrigues

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ao Instituto de Física da UFRJ (IF-UFRJ) pela minha formação no ensino superior. Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo investimento em mim enquanto bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). As vivências e aprendizados durante minha trajetória no PIBID foram de extrema importância, pois influenciaram o hábito de sempre estabelecer reflexões a respeito da minha prática docente.

De modo especial, agradeço aos meus orientadores: professora Deise Miranda Vianna e professor Vitor Cossich de Holanda Sales, que fundaram os alicerces da minha formação e, consequentemente, da minha profissão, e sem os quais este trabalho jamais existiria.

Agradeço ao Colégio Pedro II pela oportunidade de desenvolver minhas funções na instituição enquanto integrante do PIBID e, em especial, aos docentes do *Campus São Cristóvão III* com que tive contato pelo clima de parceira e pela convivência amistosa.

Agradeço aos professores Sidnei Pércia da Penha, Wanderley Paulo Gonçalves Junior, José Miranda da Rocha e Rafael Gomes de Almeida, que me acolheram de maneira tão atenciosa enquanto estagiário no Colégio de Aplicação da UFRJ (CAp-UFRJ).

Agradeço ao professor Vitorvani Soares pela solicitude desde quando ele realizou a minha matrícula na graduação em diante.

Agradeço aos meus pais e irmão, que me fizeram conseguir ser melhor do que eu poderia ser sem a presença diária deles na minha vida.

Agradeço ao Lucas Henrique pelo companheirismo durante os encontros e desencontros, seja na universidade, seja no ambiente profissional.

Agradeço à Laura Tissi pela parceria na área acadêmica e profissional através de uma visão sempre voltada ao coletivo, algo cada vez mais raro em nossa sociedade.

Por fim, agradeço a todos que, no âmbito acadêmico, familiar, pessoal ou profissional, contribuíram, de alguma forma, direta ou indiretamente, para que o presente trabalho fosse concretizado, e aos amigos, pois, sem eles, a minha vida não faria sentido.

RESUMO

QUEM TEM MEDO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO? MONTANDO CIRCUITOS ELÉTRICOS PARA LEVANTAR HIPÓTESES SOBRE FENÔMENOS FÍSICOS

Matheus Silva Soares

Orientadora:

Deise Miranda Vianna

Coorientador:

Vitor Cossich de Holanda Sales

Resumo do relatório final, apresentado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Física.

A fim de promover uma montagem de circuitos atenta à reflexão dos fenômenos físicos ali envolvidos, é proposta uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) formada por um caderno do aluno e por um *kit* com componentes elétricos. Em sua primeira parte, a SEI objetiva tratar como ocorre a divisão da diferença de potencial de uma fonte entre os elementos que estão associados em série ou em paralelo em um circuito alimentado por ela. Na segunda parte, busca-se abordar a conservação da corrente elétrica em um circuito com componentes associados em série. Ao longo das atividades propostas, os estudantes são estimulados a levantarem e a testarem as suas hipóteses, além de serem incentivados a apontarem os fatores responsáveis para o que foi observado confirmar ou refutar as suas proposições iniciais. A aplicação é destinada ao segmento do Ensino Médio e dialoga com alguns pontos das habilidades e competências das Ciências da Natureza contidas na Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-chave: PIBID/CAPES, ensino investigativo, eletricidade, circuitos elétricos, corrente elétrica, diferença de potencial.

Rio de Janeiro

Setembro de 2020

SUMÁRIO

1. Introdução	11
1.1. Motivação para Escolha do Tema.....	11
1.1.1. A importância da existência do PIBID na minha formação	11
1.1.2. Gênesis: o que levou à existência do presente trabalho	12
1.2. Composição da monografia	14
2. Referenciais Teóricos	16
2.1. Conhecimentos Físicos Explorados	16
2.1.1. Corrente Elétrica.....	16
2.1.2. Intensidade de corrente elétrica (i).....	17
2.1.3. Gerador ou fonte.....	17
2.1.4. Resistor.....	18
2.1.5. Lei de Ohm.....	18
2.1.6. Propriedade dos circuitos elétricos: o comportamento da diferença de potencial na associação de resistores em série	19
2.1.7. Propriedade dos circuitos elétricos: o comportamento da diferença de potencial na associação de resistores em paralelo	19
2.1.8. Conservação da corrente elétrica em um circuito com resistores associados em série	20
2.2. Sequência de Ensino Investigativo (SEI)	21
3. Descrição da SEI	26
3.1. Estrutura.....	26
3.2. Apresentação dos Problemas Propostos	29
4. Considerações Finais	38
Referências Bibliográficas	39
Apêndice A - Orientações ao Professor para Aplicação	41

Apêndice B - Tutorial para a Construção das Garras Jacaré	43
Apêndice C - Caderno do Aluno	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de questão pertencente ao questionário	12
Figura 2 - Exemplo de questão recorrente em minha escolarização.....	13
Figura 3 - Exemplo de circuito presente na apostila da disciplina cursada	13
Figura 4 - <i>Protoboard</i> utilizado no IF-UFRJ.....	14
Figura 5 - Movimento desordenado de elétrons livres em um condutor isolado.....	16
Figura 6 - Movimento ordenado de elétrons livres em um condutor conectado a uma bateria	16
Figura 7 - Movimento ordenado de elétrons pela seção reta transversal de um condutor conectado a uma bateria	17
Figura 8 - Representação para fontes.....	17
Figura 9 - Representação para resistores	18
Figura 10 - Representação para lâmpadas incandescentes	18
Figura 11 - Associação de resistores em série.....	19
Figura 12 - Associação de resistores em paralelo.....	20
Figura 13 - A corrente elétrica em uma associação de resistores em série	21
Figura 14 - Composição do <i>kit</i>	26
Figura 15 - Resistor.....	26
Figura 16 - Lâmpada incandescente	27
Figura 17 - Desenhos esquemáticos	27
Figura 18 - Itens a e b	28
Figura 19 - Itens c e d	28
Figura 20 - Circuitos da atividade 1 pertencente à parte 1 do caderno do aluno	29
Figura 21 - Montagem dos circuitos 1 e 2	30
Figura 22 - Circuitos da atividade 2 pertencente à parte 1 do caderno do aluno	30
Figura 23 - Montagem dos circuitos 2 e 3	31

Figura 24 - Circuitos da atividade 3 pertencente à parte 1 do caderno do aluno	31
Figura 25 - Montagem dos circuitos 1 e 4	32
Figura 26 - Circuitos da atividade 4 pertencente à parte 1 do caderno do aluno	32
Figura 27 - Montagem dos circuitos 2 e 4	33
Figura 28 - Circuitos da atividade 1 pertencente à parte 2 do caderno do aluno	33
Figura 29 - Montagem dos circuitos 1 e 5	34
Figura 30 - Circuitos da atividade 2 pertencente à parte 2 do caderno do aluno	34
Figura 31 - Montagem dos circuitos 2 e 5	35
Figura 32 - Circuitos da atividade 3 pertencente à parte 2 do caderno do aluno	35
Figura 33 - Montagem dos circuitos 5 e 6	36
Figura 34 - Circuitos da atividade 4 pertencente à parte 2 do caderno do aluno	36
Figura 35 - Montagem do circuito 7	37

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A ESCOLHA DO TEMA

1.1.1 A importância da existência do PIBID na minha formação

A princípio, ingresso no curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 2015 e, a partir do segundo semestre de 2016, passo a fazer parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), fomentado pelo Ministério da Educação através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O PIBID é constituído por uma articulação entre as Instituições de Educação Superior (IES) e as redes de ensino participantes, colocando licenciandos em contato com o cotidiano escolar, levando-os a planejar, a aplicar e refletir sobre propostas pedagógicas que tratem dos problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem na educação básica. Dentro dessa dinâmica, o licenciando, o professor supervisor do ensino básico e o professor coordenador do ensino superior trabalham, em conjunto, como coformadores de futuros docentes, contribuindo, dessa forma, para a dinâmica entre teoria e prática, e para a valorização da carreira docente ao incentivar a formação de professores em nível superior (CAPES, 2008).

Em particular, integrei o subprojeto PIBID/UFRJ-Física no qual, durante aproximadamente um ano e meio, pude frequentar tanto as reuniões semanais na universidade como as aulas na escola participante. Dentro desse contexto, a vivência das discussões em grupo atrelada às práticas educacionais elaboradas e aplicadas criaram em mim um olhar questionador a respeito do ensino e da aprendizagem em Física que, invariavelmente, me acompanhará pelo resto da vida.

Entre as diversas práticas realizadas pelo subprojeto, em especial, uma contribuiu mais diretamente para a posterior concretização do presente trabalho gerando como fruto o artigo Brincando com Circuitos Elétricos: Um Conjunto de Práticas Desenvolvidas no Âmbito do PIBID/UFRJ-FÍSICA, pois nele ocorreu uma primeira iniciativa de como promover a montagem experimental de circuitos elétricos aliada à reflexão a respeito dos fenômenos físicos ali envolvidos (SOARES *et al*, 2019).

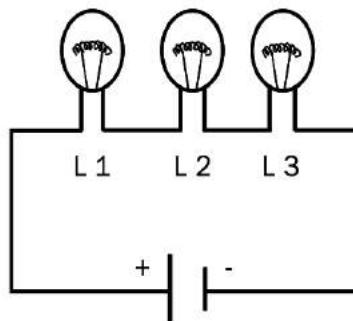
1.1.2 Gênesis: o que levou à existência do presente trabalho

Durante uma pesquisa por publicações que servissem de base na elaboração de atividades para serem aplicadas pelo PIBID, me deparei com um conjunto de questões sobre circuitos elétricos (SILVEIRA, 2011, p.64-67). A sua aparente simplicidade (Figura 1) chamou a minha atenção e decidi respondê-las.

Figura 1 - Exemplo de questão pertencente ao questionário

Em todas as questões deste teste, admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) No circuito da Figura 1 pode-se afirmar que:



- a) L1 brilha mais do que L2, e esta, mais do que L3.
- b) L3 brilha mais do que L2, e esta, mais do que L1.
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

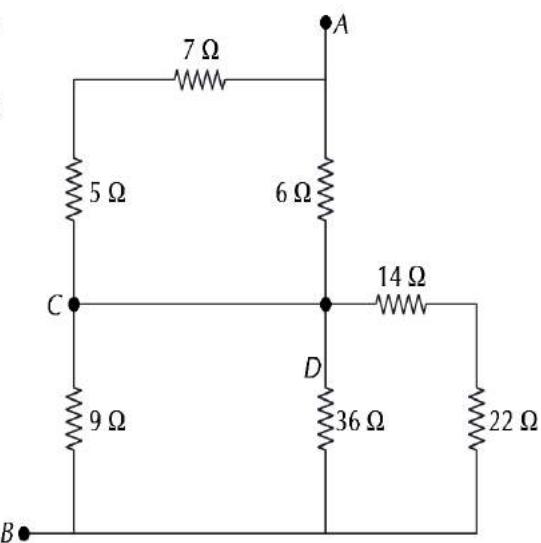
Fonte: Física no Ensino Médio: Falhas e Soluções (SILVEIRA, 2011, p.64)

Após olhar o gabarito, verifiquei que boa parte de minhas respostas estavam erradas. A partir desse momento, algumas dúvidas surgiram em mim. Como errei problemas que pareciam simples se, durante meu ensino médio, resolvi questões com circuitos, visualmente, mais elaborados (Figura 2)? Por outro lado, será que, de fato, comprehendia o que fazia ou estava apenas reproduzindo procedimentos de resolução mecanizados?

Figura 2 - Exemplo de questão recorrente em minha escolarização

P. 153 Considerando a associação da figura, responda:

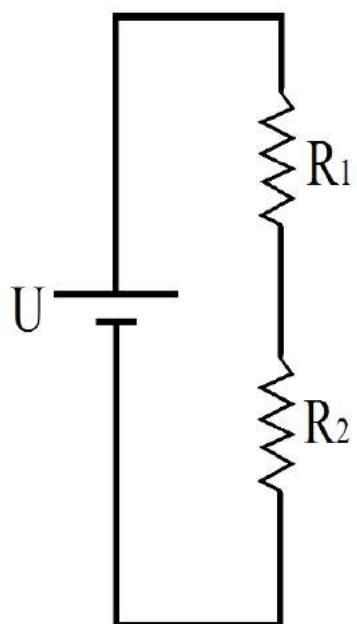
- Qual é a resistência equivalente entre A e B?
- Se for retirado o fio CD, qual a nova resistência equivalente?



Fonte: Os Fundamentos da Física (JUNIOR; FERRARO e SOARES, 2009, p.172)

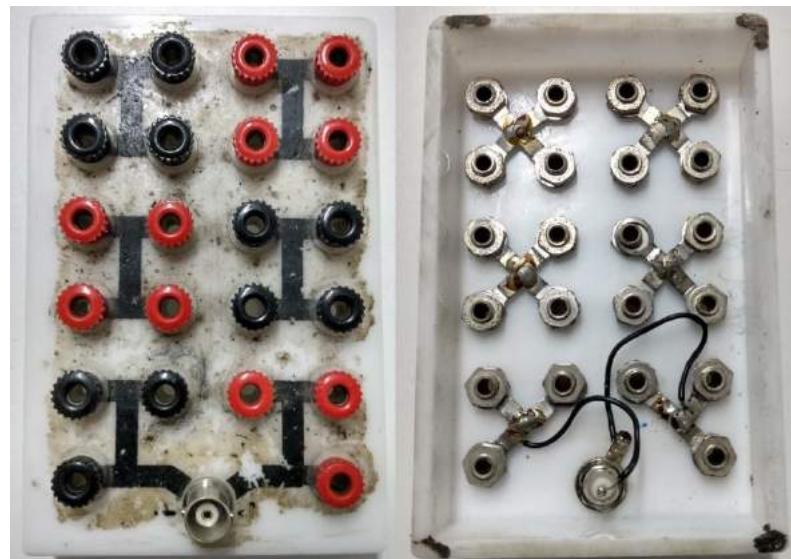
Paralelamente, nessa época, também estava cursando, na universidade, a disciplina experimental "Laboratório de Eletromagnetismo", na qual precisava montar alguns circuitos (Figura 3), através do uso do *protoboard* (Figura 4).

Figura 3 - Exemplo de circuito presente na apostila da disciplina cursada



Fonte: O autor

Figura 4 - Protoboard utilizado no IF-UFRJ



Fonte: O autor

Durante as aulas, surpreendia-me com o fato de como qualquer montagem se tornava extremamente difícil. Ao longo do tempo, apenas produzia o que era pedido na apostila adotada, muitas vezes, com pouca clareza dos fenômenos físicos ocorridos. Se, por um lado, não nego a validade da existência das práticas realizadas, qual a eficácia delas se, em algumas oportunidades, se tornavam, para mim, muito pouco claras?

Esses dois acontecimentos provocaram em mim uma inquietação que me acompanha desde então. Como promover uma montagem de circuitos elétricos preocupada com o questionamento dos fenômenos físicos envolvidos?

1.2 COMPOSIÇÃO DA MONOGRAFIA

Após a indagação anteriormente mostrada, no capítulo 2, são expostos, tanto o referencial teórico relativo a uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) tanto o pertinente aos conhecimentos físicos abordados na SEI aqui proposta, para implementação durante o Ensino Médio da Educação Básica.

No capítulo 3, é feita uma descrição da SEI, detalhando o material presente no *kit* bem como a estrutura de funcionamento do caderno do aluno, ambos entregues,

simultaneamente, aos estudantes. Em seguida, são expostos os problemas fornecidos, explicitando qual a expectativa associada à solução de cada um deles.

No capítulo 4, são traçados alguns pontos de características em comum entre a SEI apresentada e algumas habilidades e competências das Ciências da Natureza, presentes na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018).

Os três apêndices postos abordam alguns aspectos que envolvem o trabalho aqui tratado. No apêndice A, são oferecidas algumas orientações ao professor para aplicação da SEI em sala de aula e, no apêndice B, é fornecido um tutorial para a construção de garras jacaré, que compõem o material do *kit* a ser disponibilizado aos alunos. O apêndice C, por sua vez, trata-se do caderno do aluno fornecido aos participantes.

Em síntese, a partir de um questionamento suscitado, busca-se o referencial teórico necessário à proposição de uma SEI para tratar da problemática levantada.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

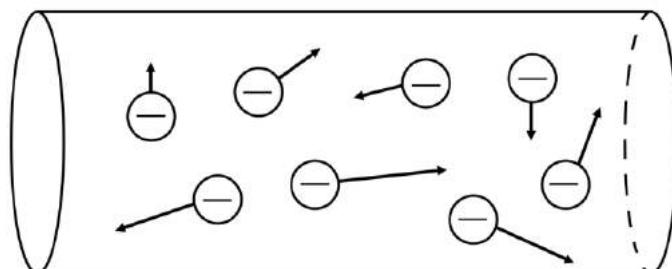
2.1 CONHECIMENTOS FÍSICOS EXPLORADOS

Estão expostos abaixo os conceitos físicos envolvidos na sequência de ensino a ser apresentada no capítulo seguinte.

2.1.1 Corrente Elétrica

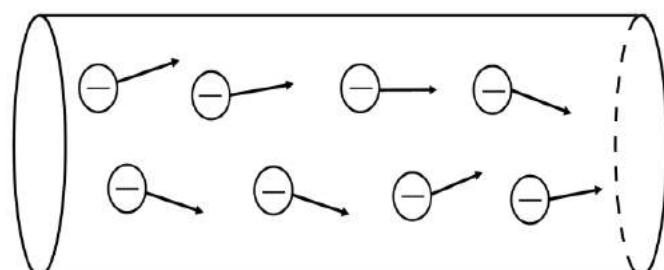
Tendo em vista o movimento desordenado dos elétrons livres (Figura 5) através da estrutura atômica de um condutor, entende-se, enquanto corrente elétrica, a movimentação, agora, ordenada (Figura 6) dessas mesmas cargas (FILHO e SILVA, 2016, p.82).

Figura 5 - Movimento desordenado de elétrons livres em um condutor isolado



Fonte: O autor

Figura 6 - Movimento ordenado de elétrons livres em um condutor conectado a uma bateria

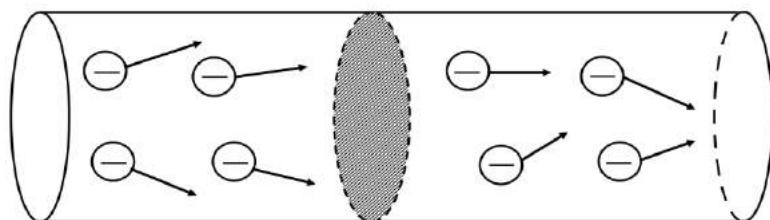


Fonte: O autor

2.1.2 Intensidade de corrente elétrica (*i*)

Determina-se a quantidade de carga elétrica (*Q*) a partir do produto entre o número de elétrons livres (*n*) que atravessa uma seção reta transversal de um condutor, figura 7, e o valor da carga elementar do elétron (*e*). Portanto, $Q = ne$.

Figura 7 - Movimento ordenado de elétrons pela seção reta transversal de um condutor conectado a uma bateria



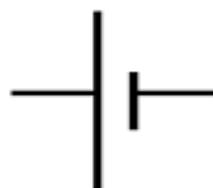
Fonte: O autor

Por fim, a razão entre *Q* e o intervalo de tempo gasto (Δt) indica a intensidade de corrente elétrica (*i*), $i = \frac{Q}{\Delta t}$ (FILHO e SILVA, 2016, p.83).

2.1.3 Gerador ou fonte

O agente que produz o movimento ordenado através do estabelecimento de uma diferença de potencial (d.d.p.), ou tensão entre dois pontos, é chamado de gerador ou de fonte. Sua representação esquemática se dá através de dois traços paralelos de diferentes tamanhos (Figura 8), no qual o traço mais longo remete ao maior potencial e o traço mais curto ao menor potencial (FILHO e SILVA, 2016, p.87).

Figura 8 - Representação para fontes



Fonte: O autor

2.1.4 Resistor

É o componente elétrico responsável por impor um controle à quantidade de cargas elétricas que flui através de um fio condutor ao longo do tempo (FILHO e SILVA, 2016, p.87). A sua representação, utilizada neste presente trabalho, e a outra possibilidade de representação estão ilustradas na figura 9, a seguir.

Figura 9 - Representação para resistores



Fonte: O autor

A fim de atribuir um aspecto qualitativo à passagem de corrente elétrica por um resistor, uma das possibilidades é utilizar uma lâmpada incandescente, pois um brilho mais ou menos alto está associado a, respectivamente, uma intensidade de corrente elétrica maior ou menor percorrendo-a. A sua representação esquemática é exposta na figura 10.

Figura 10 - Representação para lâmpadas incandescentes



Fonte: O autor

2.1.5 Lei de Ohm

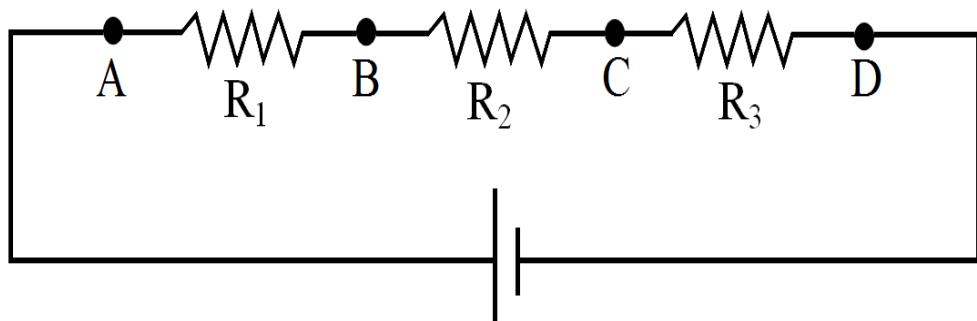
Experimentalmente, o cientista alemão George Simon Ohm (1789 - 1854) apontou uma proporção direta entre a intensidade da corrente elétrica (i) que percorre um

condutor, mantido a temperatura constante, e o valor da diferença de potencial (U) à qual ele está submetido. A resistência (R) é o fator de proporcionalidade que compõe a relação $U = Ri$ (FILHO e SILVA, 2016, p.88).

2.1.6 Propriedade dos circuitos elétricos: o comportamento da diferença de potencial na associação de resistores em série

Ao conectar os resistores R_1 , R_2 e R_3 , um ao lado do outro, associando-os em série, (Figura 11), eles ficam submetidos, cada um, a uma tensão elétrica: U_{AB} , U_{BC} e U_{CD} , respectivamente. A diferença de potencial U , fornecida pela bateria, é distribuída entre os componentes do circuito de forma a apresentar, entre si, a relação $U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$ (FILHO e SILVA, 2016, p.93).

Figura 11 - Associação de resistores em série

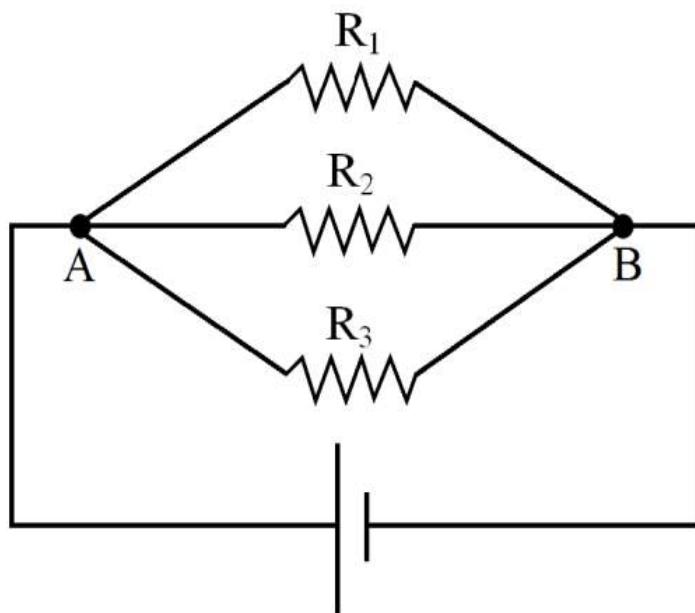


Fonte: O autor

2.1.7 Propriedade dos circuitos elétricos: o comportamento da diferença de potencial na associação de resistores em paralelo

Considere sendo U_1 , U_2 e U_3 a diferença de potencial à qual os resistores R_1 , R_2 e R_3 estão submetidos. Por seus terminais estarem ligados, simultaneamente, aos pontos A e B, que são conectados aos polos de uma bateria de tensão constante U (Figura 12), submete-se os componentes elétricos à mesma diferença de potencial da fonte. Dessa forma, vale a igualdade $U_1 = U_2 = U_3 = U$ (FILHO e SILVA, 2016, p.94).

Figura 12 - Associação de resistores em paralelo

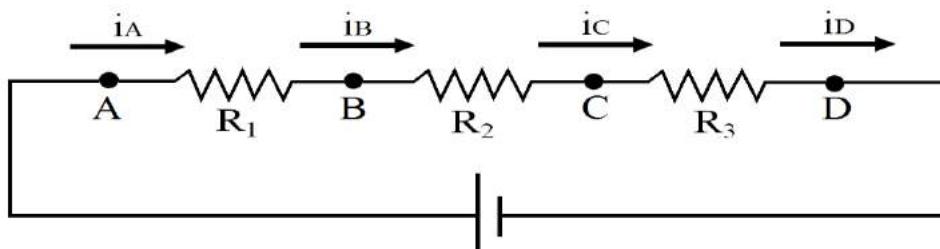


Fonte: O autor

2.1.8 Conservação da corrente elétrica em um circuito com resistores associados em série

O modelo científico prevê igualdade no valor da corrente elétrica, sendo possível citar como exemplo o circuito da figura 13, no qual ela passa pelos pontos A, B, C e D, nomeada como i_A , i_B , i_C e i_D , respectivamente, gerando a relação $i_A = i_B = i_C = i_D$ (FILHO e SILVA, 2016, p.93). Entretanto, no momento de descrever um determinado fenômeno natural, por terem as suas próprias ideias, os alunos nem sempre demonstram, em suas declarações, alinhamento total à teoria atualmente aceita pela comunidade científica. Esses eventuais descompassos entre o discurso estudantil e o científico aparecem em diversas áreas da Física, sendo nomeados como concepções alternativas (SILVEIRA, 2011, p.61). No estudo dos circuitos elétricos, por exemplo, uma concepção alternativa levantada por alguns estudantes indica um decréscimo gradativo na intensidade da corrente que percorre essas mesmas marcações, devido a passagem por um resistor, sugerindo o encadeamento $i_A > i_B > i_C > i_D$ (SILVEIRA, 2011, p.62).

Figura 13 - A corrente elétrica em uma associação de resistores em série



Fonte: O autor

2.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI)

Dadas as diversas questões envolvendo o ensino de Física, existe uma série de correntes de pensamento com vistas a tratar tais problemáticas. Há, por exemplo, aqueles partidários da necessidade de aulas práticas no currículo escolar, associando a isso a existência de um espaço devidamente equipado e dedicado a tal finalidade (BORGES, 2002, p.294). Porém, essa linha de ação pode acarretar dinâmicas características do laboratório tradicional, onde o aluno, através de observações e medidas, irá lidar com os problemas já determinados pelo professor (TAMIR, 1991, *apud* BORGES, 2002, p.296). Como, nesse caso, as instruções costumam ser prescritivas e preestabelecidas, a análise e a interpretação do significado dos dados ficam relegadas a um segundo plano, objetivando-se fundamentalmente chegar à resposta “certa” buscada (TAMIR, 1989, *apud* BORGES, 2002, p.296). Na realidade, tendo vistas a mobilizar o envolvimento do aprendiz na sua aprendizagem, não basta o mero manuseio repetitivo e irreflexivo de objetos concretos, é preciso trabalhar com ideias e reflexões na busca de soluções devidamente encadeadas frente às circunstâncias enfrentadas (BORGES, 2002, p.295). Não se trata, de forma alguma, de contrapor a teoria e a prática e sim de compreender que essas dimensões não são ilhas absolutamente desconexas dentro da abordagem científica, evitando, assim, o seu distanciamento e fragmentação (BORGES, 2002, p.298). Principalmente, é preciso que o ensino de Física volte as suas atenções para além dos produtos da produção científica e englobe, também, os processos de construção do conhecimento, assim como o seu contexto de elaboração (SASSERON, 2017, p. 9).

Através do presente trabalho, toma-se en quanto princípio norteador a promoção da Alfabetização Científica (AC), conforme as características apontadas por Sasseron (2017) em seu livro Alfabetização Científica na Prática:

“(...) adotamos ‘Alfabetização Científica’ quando nos referimos ao ensino de Ciências cujo objetivo é a formação do indivíduo que o permita resolver problemas de seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências e as metodologias de construção de conhecimento próprias do campo científico. Como decorrência disso, o aluno deve ser capaz de tomar decisões fundamentadas em situações que ocorrem ao seu redor e que influenciam, direta ou indiretamente, sua vida e seu futuro.” (p. 11).

A fim de caminhar nesse sentido, lança-se como aparato as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), segundo os aspectos indicados por Carvalho (2013), na obra Ensino de Ciências por Investigação:

“(...) sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.” (p. 9).

Nessa mesma produção, a autora (2013) apresenta as respectivas etapas estruturantes de uma SEI:

“Assim, uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Essa atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando os alunos a saber mais sobre o assunto.” (p. 9).

Por neste trabalho ser proposto um problema experimental, dentre as SEIs existentes, foca-se no laboratório investigativo, conforme posto por Sasseron (2017):

“O laboratório investigativo propõe a apresentação de um problema para que os estudantes discutam, reflitam e resolvam em grupo. Requer também uma organização prévia do professor para propor procedimentos adequados e alcançar os objetivos de fazer com que os alunos consigam planejar o trabalho de maneira autônoma. Em uma proposta de laboratório investigativo, os alunos transitam entre linguagens da Ciência como

transformar dada relação de variáveis, construir e interpretar gráficos, tabelas e histogramas. As atividades de laboratório investigativo requerem entre duas e três aulas para que os alunos tenham oportunidade de manusear, discutir e apresentar suas propostas e o professor, posteriormente, sistematizar os conceitos que possam aparecer.” (p. 31 - Nossa grifo).

Inicialmente, o problema posto nas mãos dos alunos oferece o convite de entrada para tornarem-se, também, um agente do pensamento, papel esse tido como exclusivo do professor no modelo tradicional, sendo preservado aos demais apenas o direito de acompanhar a linha de raciocínio do docente (CARVALHO, 2013, p.2). Enquanto os exercícios funcionam apenas como treino de métodos de resolução, são os problemas que demandam alcançar objetivos dissociados da trajetória de como atingi-los (SASSERON, 2017, p. 22 - 23).

Num geral, o quanto de liberdade uma atividade experimental envolve, considerando desde a mais tradicional até a mais investigativa, é abordado por Carvalho (2018, p. 768) através da tabela 1.

Tabela 1: Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abib, & Pietrocola (2010, apud Carvalho 2018, p.768)

Na tabela 1, “P/A” diz respeito a quando o professor apresenta algo e discute em conjunto com os alunos e “A/P” trata-se de alguma atitudeposta em ação pelos alunos com a supervisão do professor.

Observando cada coluna do quadro, o grau 1 caracteriza o laboratório tradicional, no qual o aluno é limitado a apenas recolher dados constituindo-se do menor grau de liberdade. No grau 2, há um pouco menos de engessamento, já que o professor, apesar de propor as hipóteses e o plano de trabalho, discute tais questões com os estudantes. A partir do grau 3 temos o aparecimento do ensino por investigação, pois nele, pela primeira vez, é permitido aos discentes conduzir o plano de trabalho sobre como atuar frente à problemática proposta, tendo o docente apenas enquanto um supervisor. Para o grau 4, no qual a SEI aqui tratada enquadrar-se, os alunos assumem o controle quase total e o professor atua apenas quando, eventualmente, solicitado por algum grupo e ao final, durante as conclusões. Já, no grau 5, os estudantes possuem participação total, correspondendo ao maior grau de liberdade possível (CARVALHO, 2018, p. 768-769).

Vale ressaltar, como trata Borges (2002, p. 307), que no ato de supervisionar, presente a partir do grau 3, o professor deixa o papel de expor as definições já consagradas nos livros didáticos, pois suas ações passam a ser no sentido de, gradativamente, emancipar os alunos em relação à sua figura de autoridade máxima do saber agindo mais diretamente apenas nos momentos de falta de clareza ou de consenso do grupo de alunos.

Acrescenta-se a isso o quanto dispor os participantes em grupos traz uma grande contribuição à sequência, pois por, geralmente, estarem em um mesmo grau de domínio dos conceitos utilizados, o entendimento entre eles costuma ser mais bem-sucedido (CARVALHO, 2013, p.5). Além disso, como em alguns momentos é preciso testar quais variáveis interferem no fenômeno estudado, errar acaba mostrando-se como uma ferramenta importantíssima e não constrangedora, quando ocorre entre colegas, ao contrário de quando há qualquer figura de autoridade próxima (CARVALHO, 2013, p. 12). Conforme diz Carvalho (2013, p. 3): “O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas, quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio.”.

Por fim, o manuseio durante a experimentação acompanhado do debate de propostas “(...) deve levar à explicação do contexto, mostrando aos alunos que Ciências não é a natureza, mas leva a uma explicação da natureza.” (CARVALHO, 2013, p. 7). Dessa maneira, os estudantes passam a tomar atitudes como verificar evidências em seus dados, justificar suas respostas e sistematizar seus raciocínios, por exemplo (CARVALHO, 2013, p. 7).

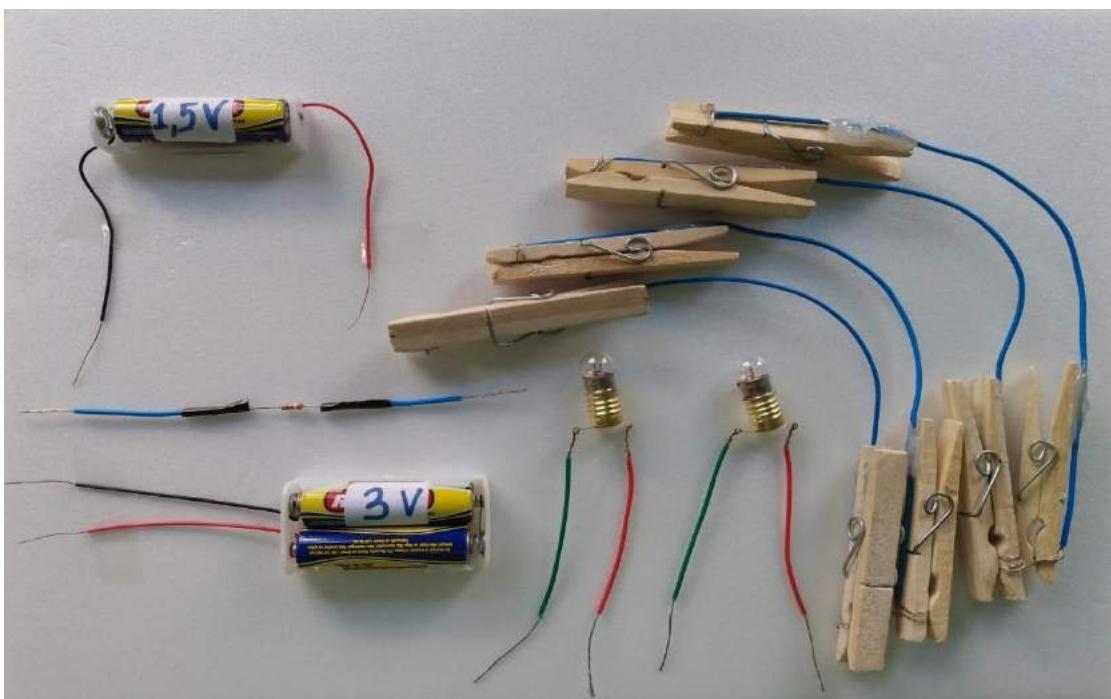
Após as práticas de resolução dos problemas pelos grupos, as SEIs preveem mais dois momentos: a princípio, uma sistematização sobre o tema abordado e, em seguida, a sua contextualização em outras conjunturas, além da sala de aula. Ambas podem ser feitas pelo professor, com toda a turma, através de uma série de perguntas como, por exemplo, “Como você explica o fato de [isso ser observado/ acontecer/ existir]?” e “Você conhece algum outro exemplo para isso?” (SASSERON, 2017, p. 43). Com vistas a auxiliar o docente nesse diálogo com a classe, esses e demais questionamentos estão expostos no apêndice A.

3. DESCRIÇÃO DA SEI

3.1 ESTRUTURA

Na proposta educacional em questão, são fornecidos aos alunos, simultaneamente, um kit com componentes elétricos e um caderno do aluno. O kit é formado por uma fonte com valor constante de 1,5 V, uma fonte com valor constante de 3 V, duas lâmpadas idênticas, um resistor e quatro garras jacaré (Figura 14).

Figura 14 - Composição do kit



Fonte: O autor

Em relação ao material disponibilizado, vale apontar que o resistor possui resistência elétrica de $3,9 \Omega$ (Figura 15), sendo a resistência de todos os fios presentes desprezada. Desconsidera-se também a variação da resistividade elétrica com a temperatura admitindo-a constante. Por outro lado, as lâmpadas de filamento, em sua totalidade, exibem a gravação “2,5 V 0,3 A” em sua rosca metálica (Figura 16).

Figura 15 -Resistor



Fonte: O autor

Figura 16 - Lâmpada incandescente



Fonte: O autor

Trata-se de um indicativo de que elas serão percorridas por uma corrente elétrica de 0,3 A quando submetidas a uma diferença de potencial de 2,5 V tendo, nesse caso, uma potência elétrica nominal de 0,75 W. Dessa forma, é permitida uma verificação qualitativa a respeito do valor da intensidade da corrente elétrica que as percorre, acompanhando o grau de brilho da luz visível emitida. Por fim, a construção das garras jacaré utilizadas está descrita no apêndice B.

O caderno do aluno oferecido (apêndice C) mostra, inicialmente, um texto introdutório sobre o tema a ser tratado, uma listagem do material disponibilizado, orientações sobre a montagem dos circuitos e um quadro com o nome das representações esquemáticas a serem utilizadas. Ainda, o mesmo está dividido em duas partes, denominadas de 1 e 2, sendo, cada uma, composta por quatro atividades que possuem quatro itens cada.

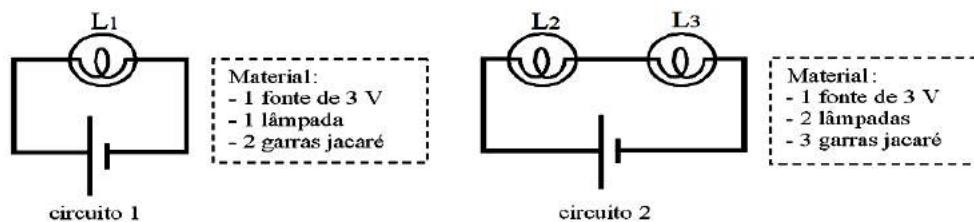
Para toda atividade presente, primeiramente, é pedida a observação do desenho esquemático de um ou dois circuitos elétricos (Figura 17).

Figura 17 - Desenhos esquemáticos

Parte 1

Para responder aos questionamentos a seguir, sempre troque ideias e opiniões com seus colegas de grupo.

Atividade 1) Veja os circuitos 1 e 2 abaixo.



Fonte: O autor

Em seguida, no item a, solicita-se o levantamento de uma hipótese que compare a intensidade da luminosidade de duas ou mais lâmpadas e, em seguida, no item b, pede-se a sua respectiva justificativa (Figura 18).

Figura 18 - Itens a e b

- a) Antes de montar os circuitos, compare como seriam os brilhos das lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 .

- b) Qual(is) fator(es) apoia(m) a resposta do seu grupo na questão anterior?

Fonte: O autor

Ao final, no item c, é requisitada a montagem do(s) circuito(s) representado(s), utilizando os materiais do kit fornecido, a fim de verificar a validade da hipótese anteriormente levantada. Como desfecho, no item d, é solicitada a eleição dos fatores responsáveis pelo fenômeno observado com o brilho das lâmpadas (Figura 19).

Figura 19 - Itens c e d

- c) Após montar os circuitos 1 e 2, verifique o fenômeno ocorrido. A hipótese do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 foi confirmada?

- d) Qual(is) é(seriam) o(s) motivo(s) causador(es) do que foi observado após as montagens?

Fonte: O autor

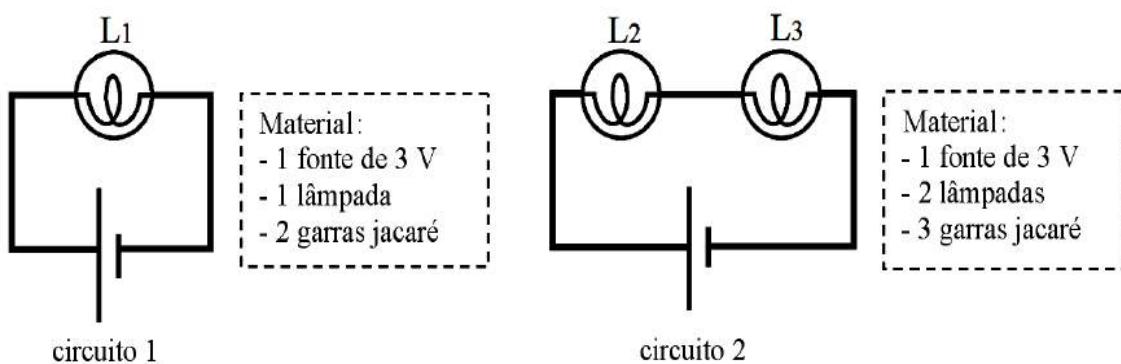
No que diz respeito ao momento da aplicação, é importante salientar que as quatro atividades presentes em cada parte sejam realizadas conforme a ordem disposta. Já

as partes 1 e 2 são independentes entre si, podendo ser trabalhadas em qualquer sequência, sendo preciso destinar, a cada uma, aproximadamente, uma hora e trinta minutos para a sua devida execução. É importante também que as definições e cálculos envolvendo intensidade de corrente elétrica, fonte, resistor e Lei de Ohm, além da representação esquemática de uma lâmpada incandescente, já tenham sido previamente apresentados à turma. Entretanto, por outro lado, é preciso que a turma ainda não tenha dito contato com a formalização das propriedades da associação de resistores em série e em paralelo.

3.2 APRESENTAÇÃO DOS PROBLEMAS PROPOSTOS

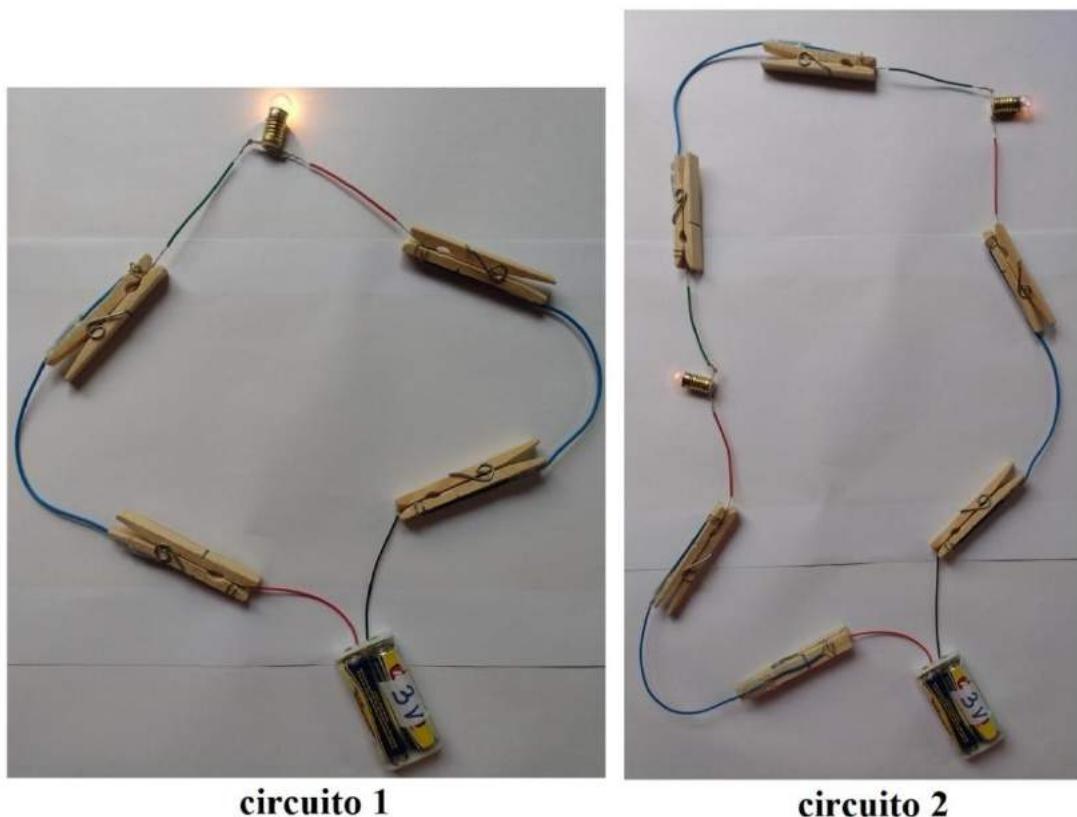
Busca-se, através da parte 1 do caderno do aluno, tratar da distribuição da d.d.p. entre os componentes formadores de um circuito elétrico. Como início desse processo, em sua atividade 1, o aumento da quantidade de lâmpadas no circuito 2 em relação ao presente no circuito 1 mostrado pela figura 20, mantendo-se constante o valor da fonte, gera uma igualdade visual no brilho das lâmpadas L_2 e L_3 , porém, de menor intensidade quando comparado ao de L_1 . A partir disso, almeja-se promover a verificação da relação de proporcionalidade entre intensidade de corrente elétrica e resistência, dada uma voltagem constante (FILHO e SILVA, 2016, p.88). É possível observar na figura 21 ambos os circuitos montados com o material fornecido.

Figura 20 - Circuitos da atividade 1 pertencente à parte 1 do caderno do aluno



Fonte: O autor

Figura 21 - Montagem dos circuitos 1 e 2



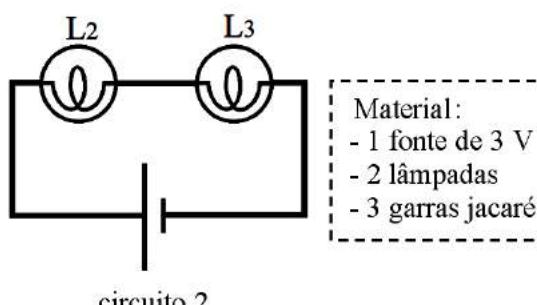
circuito 1

circuito 2

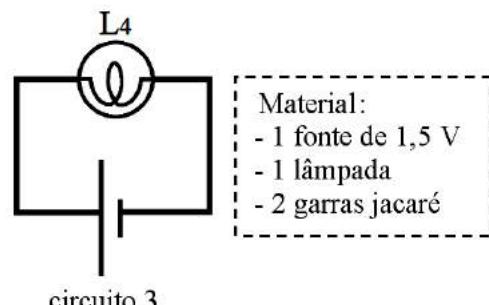
Fonte: O autor

Na atividade 2, as lâmpadas presentes nos circuitos 2 e 3, alimentados por uma fonte de 3 V e 1,5 V respectivamente (Figura 22), apresentam uma luminosidade aparentemente próxima. Deseja-se, com isso, suscitar a necessidade de submeter cada uma dessas lâmpadas a 1,5 V. Uma vez que, nesse caso, ocorre uma proximidade na luminosidade mesmo entre as lâmpadas que estão presentes em circuitos distintos. Na figura 23, é exibida a montagem dos circuitos 2 e 3.

Figura 22 - Circuitos da atividade 2 pertencente à parte 1 do caderno do aluno



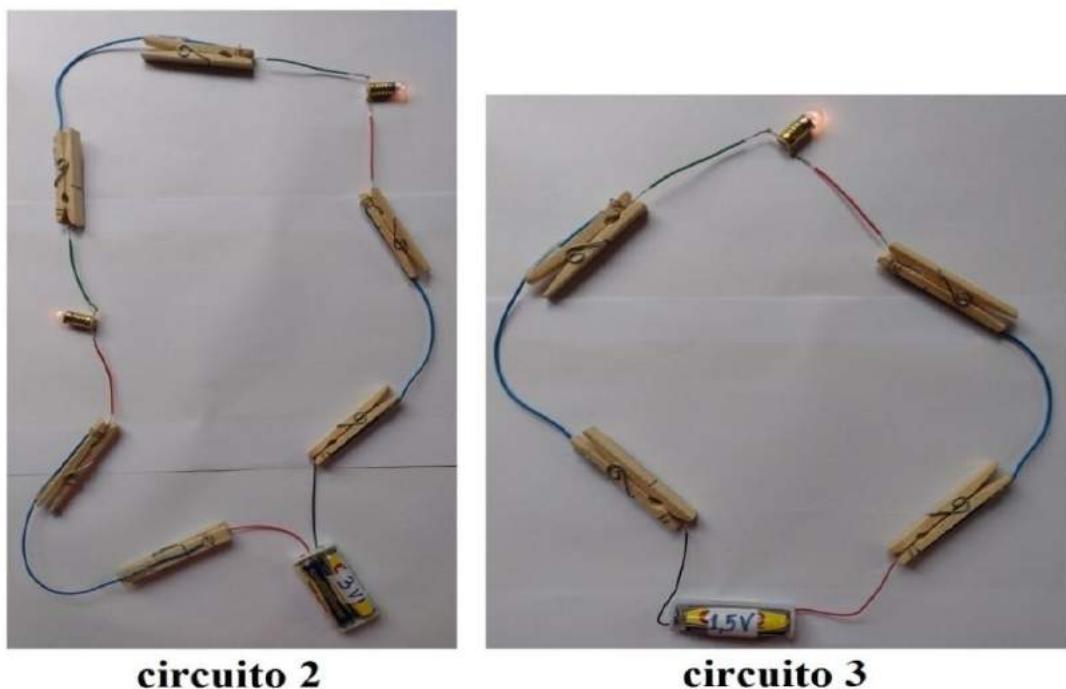
circuito 2



circuito 3

Fonte: O autor

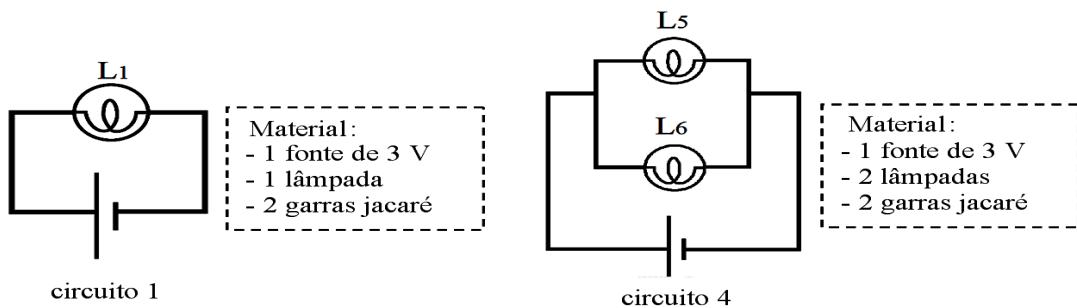
Figura 23 - Montagem dos circuitos 2 e 3



Fonte: O autor

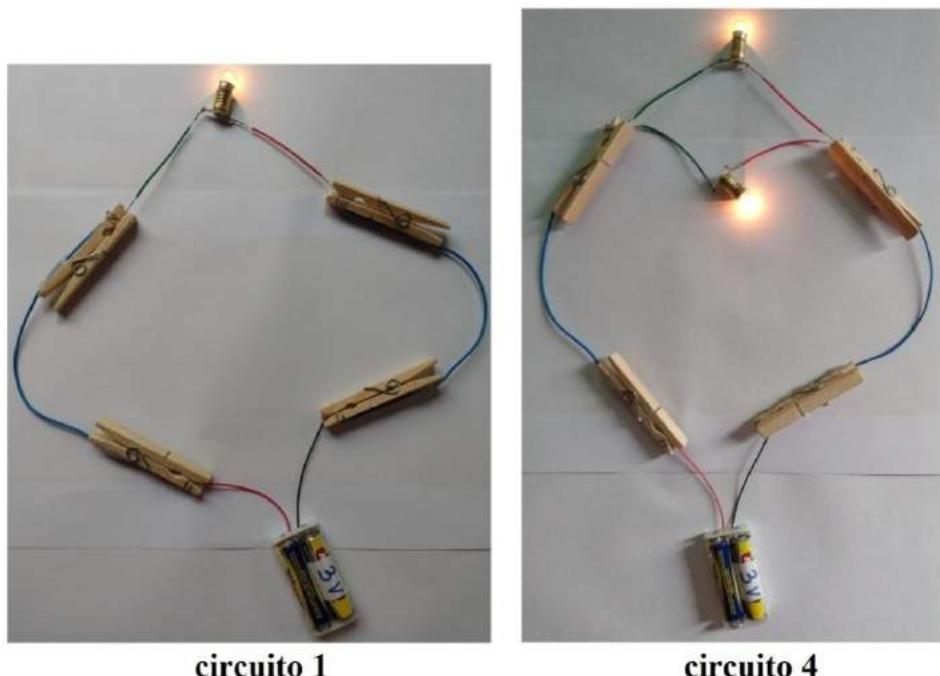
Considerando a atividade 3, a semelhança aparente do brilho das lâmpadas L_1 , L_5 e L_6 , contidas nos circuitos 1 e 4, formados ambos por uma bateria de 3 V (Figura 24), contrasta com a diferença na sua organização. Já que, no circuito 1, L_1 está posicionada sozinha e, no circuito 2, L_5 e L_6 estão colocadas paralelamente entre si. Dessa maneira, pretende-se gerar uma relação na qual as lâmpadas em paralelo do circuito 4 estão submetidas ao mesmo valor de d.d.p., que a única lâmpada do circuito 1. Na figura 25, são mostrados os circuitos 1 e 4 construídos através do material disponibilizado.

Figura 24 - Circuitos da atividade 3 pertencente à parte 1 do caderno do aluno



Fonte: O autor

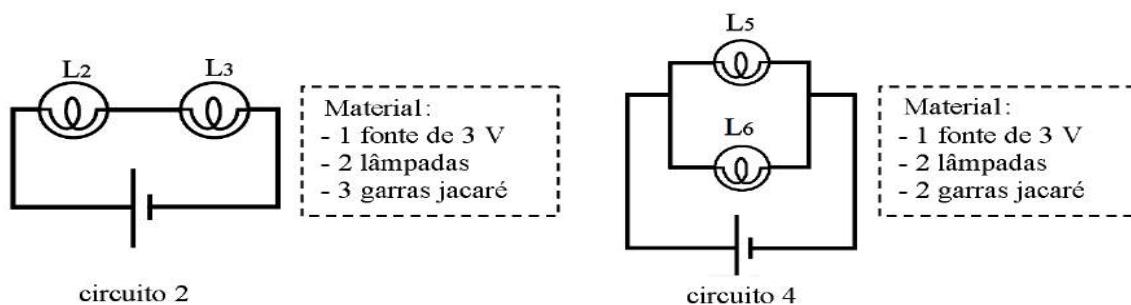
Figura 25 - Montagem dos circuitos 1 e 4



Fonte: O autor

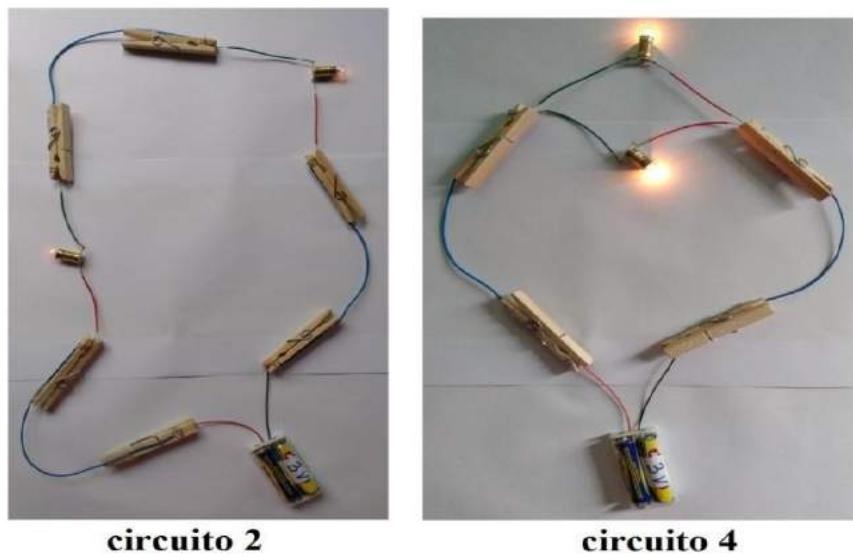
No que diz respeito à atividade 4, a diferença entre o brilho das lâmpadas L₂ e L₃, pertencentes ao circuito 2, em relação àquelas participantes do circuito 4, L₅ e L₆ (Figura 26), alia-se à distinção no modo como elas estão dispostas entre si. Uma vez que, para o circuito 2, L₂ e L₃, estão lado a lado e, dentro do circuito 4, L₅ e L₆ estão paralelas uma em relação a outra. Procura-se, em virtude disso, explicitar como as diferentes arrumações tratadas acarretam a mudança da diferença de potencial à qual elas estão submetidas. Observa-se na, figura 27, a construção do circuito 2 e do circuito 4 com o material existente no kit.

Figura 26 - Circuitos da atividade 4 pertencente à parte 1 do caderno do aluno



Fonte: O autor

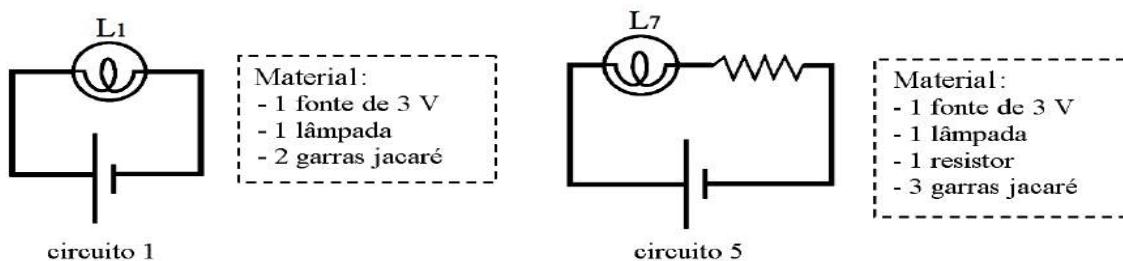
Figura 27 - Montagem dos circuitos 2 e 4



Fonte: O autor

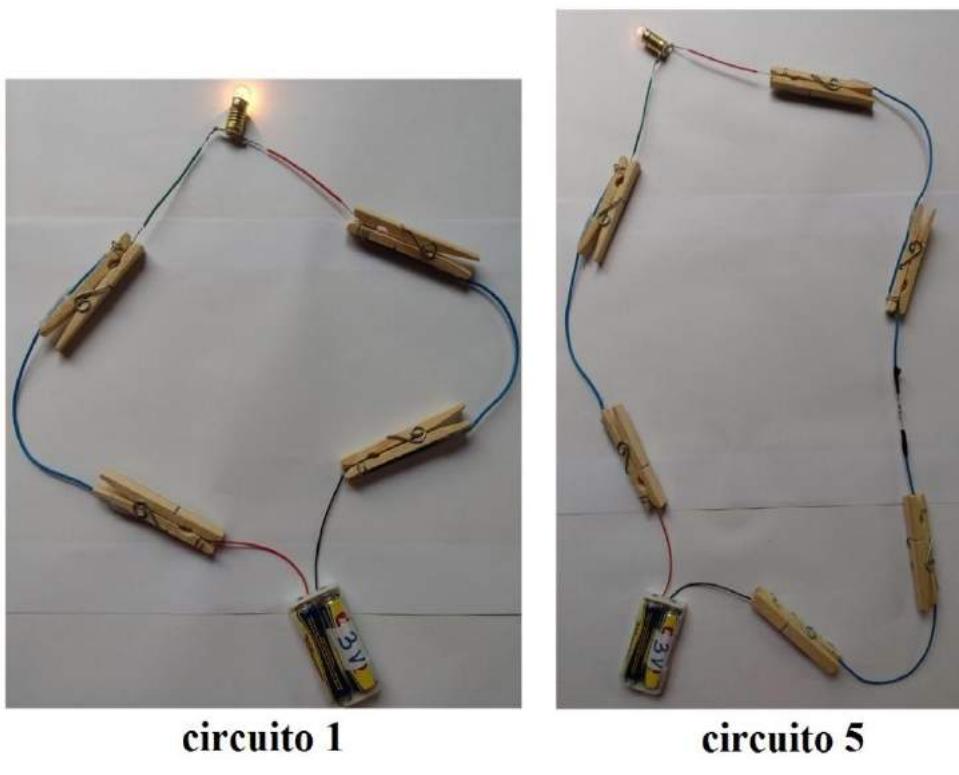
Através da parte 2, almeja-se trazer à tona a incapacidade do modelo de corrente elétrica que se desgasta ao passar por um resistor ou por uma lâmpada, por exemplo, em descrever os fenômenos observados nas montagens realizadas, contribuindo, assim, para ratificar a pertinência do atual modelo adotado pela Ciência para descrever o que fora visto. Partindo de sua atividade 1, a menor resistência elétrica do circuito 1 em comparação ao circuito 5, devido à existência de um resistor neste último, gera um maior brilho na lâmpada L₁ em relação à L₇ (Figura 28). Há, com isso, a intenção de expor a relação de proporcionalidade entre corrente elétrica e resistência, para uma situação em que a tensão é constante (FILHO e SILVA, 2016, p.88). Através da figura 29, são exibidos os circuitos 1 e 5 construídos com o material disponível.

Figura 28 - Circuitos da atividade 1 pertencente à parte 2 do caderno do aluno



Fonte: O autor

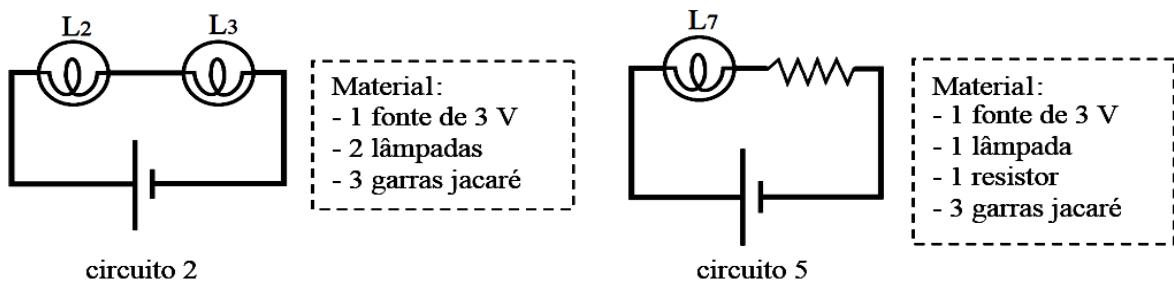
Figura 29 - Montagem dos circuitos 1 e 5



Fonte: O autor

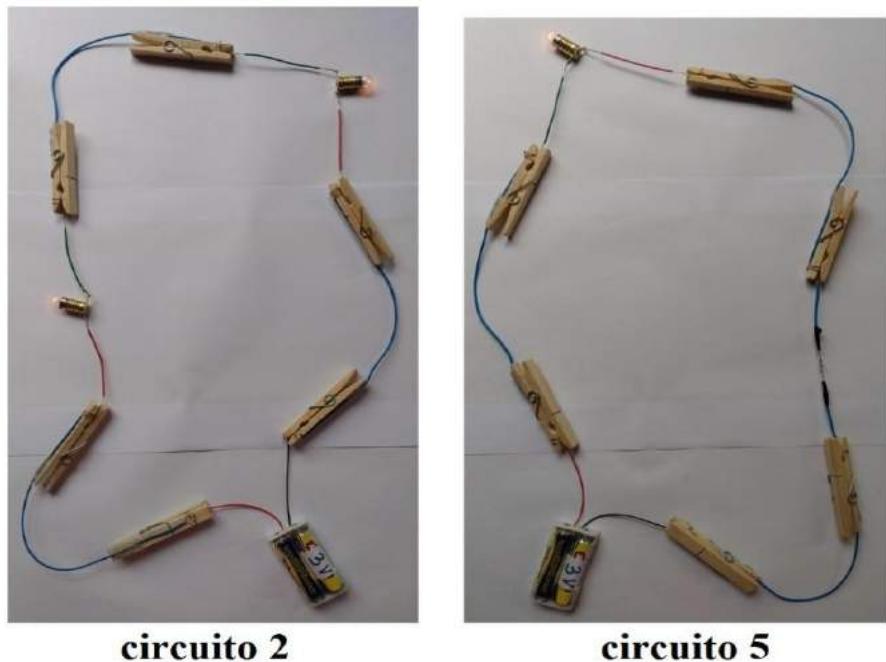
Em sequência, na atividade 2, as lâmpadas L_2 e L_3 , pertencentes ao circuito 2, apresentam um brilho igual entre si, sendo este ligeiramente similar ao brilho de L_7 , contida no circuito 5 (Figura 30). Visa-se, assim, trabalhar a equivalência entre uma lâmpada e um resistor quando se planeja reduzir o valor da corrente elétrica que percorre um circuito. Visto o que já apontam Andrade *et al* (2018, p.10), há um “[...] desconhecimento por parte dos alunos que uma lâmpada incandescente não é nada mais do que uma resistência”. A montagem dos circuitos 2 e 5 é exposta na figura 31.

Figura 30 - Circuitos da atividade 2 pertencente à parte 2 do caderno do aluno



Fonte: O autor

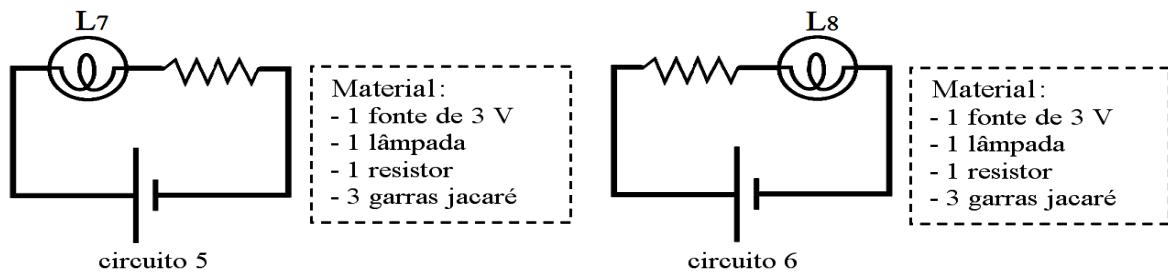
Figura 31 - Montagem dos circuitos 2 e 5



Fonte: O autor

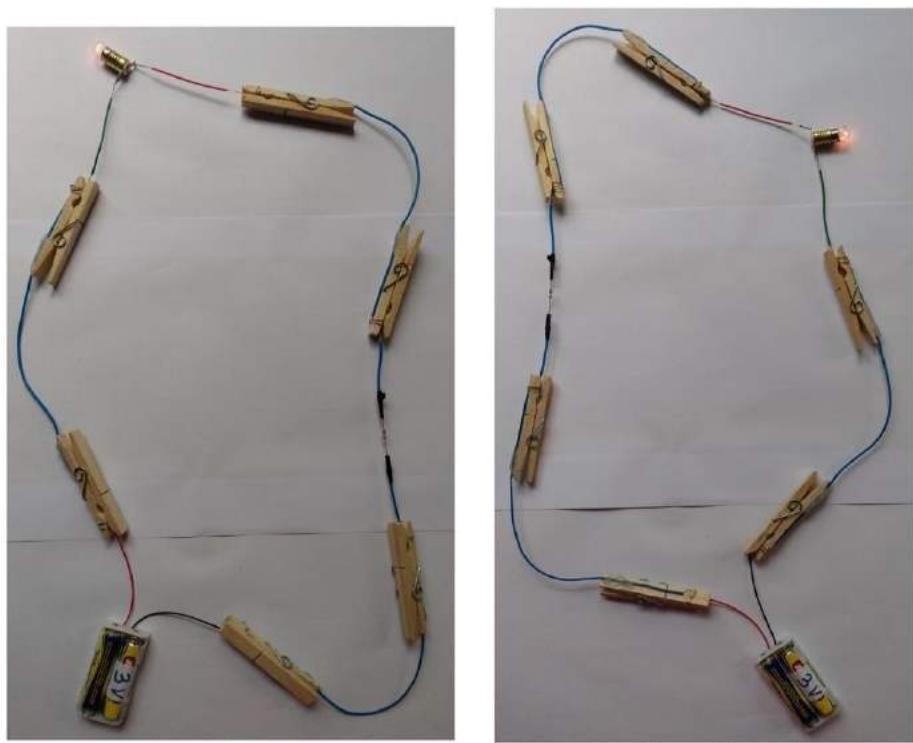
No caso da atividade 3, as lâmpadas L₇ e L₈ brilham igualmente independentemente da posição do resistor nos circuitos 5 e 6 (Figura 32). Através dessa situação, propõe-se quebrar a expectativa de diferença nos brilhos por parte de um estudante que adota um modelo de corrente elétrica que diverge do científico. Segundo o funcionamento dessa concepção alternativa, “A corrente elétrica é emitida pela fonte (bateria, pilha ou gerador) a partir de um dos polos e é consumida durante a passagem no circuito, de modo que sua intensidade diminui ao ultrapassar algum elemento do circuito.” (ANDRADE *et al*, 2018, p.2). Os circuitos 5 e 6, montados, são expostos na figura 33.

Figura 32 - Circuitos da atividade 3 pertencente à parte 2 do caderno do aluno



Fonte: O autor

Figura 33 - Montagem dos circuitos 5 e 6

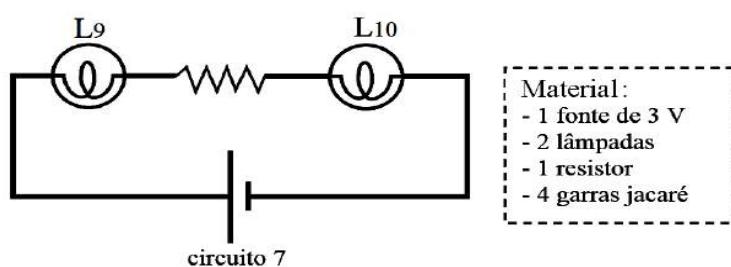


Fonte: O autor

Por fim, na atividade 4, devido ao fato de as lâmpadas L_9 e L_{10} , formadoras do circuito 7, (Figura 34) brilharem igualmente entre si, dispõe-se de mais uma oportunidade para expor a impossibilidade da teoria de uma corrente que se atenua ao passar por um resistor em descrever o circuito aqui tratado. Nesse entendimento alternativo, “a corrente é vista como algo que atravessa o circuito ponto a ponto, afetando cada elemento no momento em que o atinge.” (ANDRADE et al, 2018, p.2).

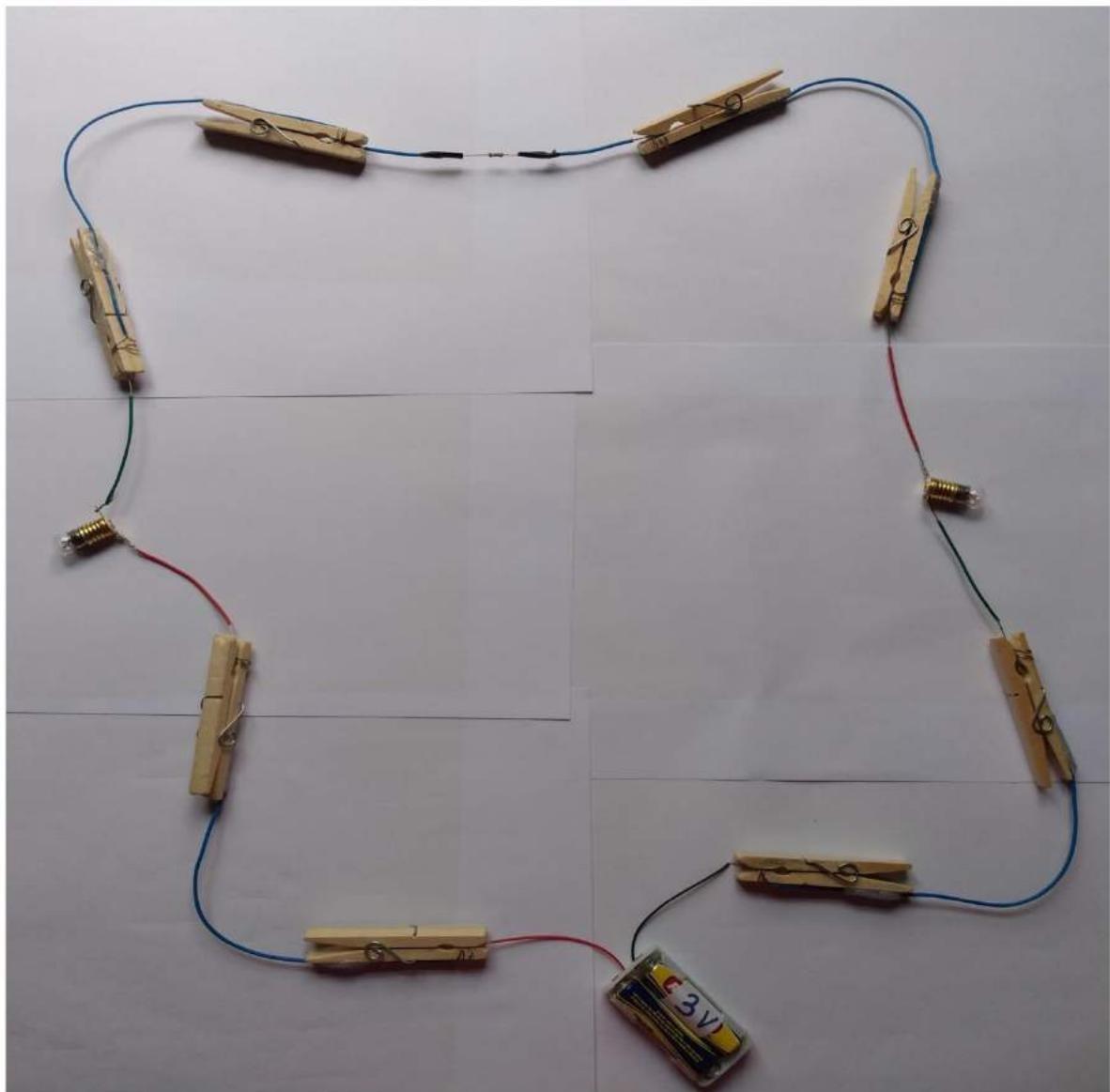
Na figura 35 é exibido o circuito 7 construído pelo material existente no *kit*.

Figura 34 - Circuitos da atividade 4 pertencente à parte 2 do caderno do aluno



Fonte: O autor

Figura 35 - Montagem do circuito 7



circuito 7

Fonte: O autor

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) apresentada busca-se desvincular, o máximo possível, a prática experimental de processos repetitivos e irreflexivos, colocando em posição de destaque a discussão e a reflexão a respeito dos fenômenos físicos ali envolvidos.

Apesar de, durante a confecção deste trabalho, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018) não ter sido tomada enquanto princípio norteador, são traçados a seguir alguns paralelos entre o documento oficial e a SEI proposta.

Com base na BNCC (BRASIL, 2018), é possível citar, por exemplo, a competência específica 3 da Ciência da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio:

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).” (p. 558 - Nossa grifo).

Ainda, através da BNCC (BRASIL, 2018), é possível estabelecer pontos convergentes observando as habilidades:

“(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.” (p. 559 - Nossa grifo).

Espera-se que este trabalho seja um ponto de reflexão para professores e licenciandos, com o intuito de, gradativamente, tornarem o seu ambiente de atuação mais próximo do fazer científico, desvinculando-o de apenas manipulações algébricas e de treinos de métodos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Francisco Andreálio Lôbo 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 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172018000300506&lng=nrm=iso>. Acesso em: 07 fev. 2020.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.19, N.3, 2002, UFSC, Florianópolis, p.291-313. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- CAPES. **Pibid - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência.** 2008. Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid>>. Acesso em: 28 fev. 2020.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 1-20.
- _____. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18(3), 765-794, 2018.
- FILHO, Benigno Barreto; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Física Moderna.** 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. 256 p. 3 v.
- JUNIOR, Francisco Ramalho; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física.** 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 3 v.

SASSERON, L. H, e MACHADO, V. F, PIETROCOLA, M (org), **Alfabetização Científica na prática - Inovando a forma de ensinar Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017. - (Série Professor Inovador)

SILVEIRA, Fernando Lang Da. **Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples.** In: ROCHA, João Bernardes Da. Física no ensino médio: falhas e soluções. Porto Alegre: Edipucrs, 2011. p.61-67. Disponível em: <<http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/Ebooks/Pdf/978-85-397-0789-8.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2020.

SOARES, Matheus Silva et al. **Brincando com circuitos elétricos: Um conjunto de práticas desenvolvidas no âmbito do PIBID/UFRJ-FÍSICA.** Revista Cadernos de Educação Básica, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 10-19, ago. 2019. Quadrimestral. ISSN 2525-2879. Disponível em: <<https://cp2.g12.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/2416>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

APÊNDICE A - ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR PARA APLICAÇÃO

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI), abordada neste trabalho, propõe uma série de problemas experimentais a serem encarados pelos alunos, com algumas sugestões para a implementação em sala de aula. Não se deseja, de forma alguma, cercear a atuação do professor e sim sugerir, a fim de extrair o melhor proveito possível da SEI aqui apresentada. Na tabela 1, abaixo, é exposto o tempo, em média, a ser empregado, os conceitos aos quais a turma precisa já ter sido exposta e os saberes que devem ser sistematizados após o término da aplicação. É importante, entretanto, que ao aplicar os estudantes ainda não tenham sido expostos às propriedades da associação de resistores em série e em paralelo.

Tabela 1 - Tempos e conceitos físicos

	Tempo aproximado de duração	Conceitos previamente apresentados	Conceitos a serem sistematizados após a aplicação
Parte 1	1h30	Intensidade de corrente elétrica, definição e cálculo. Fonte, definição e cálculo. Resistor, definição e cálculo. Lâmpada incandescente, representação esquemática.	Distribuição do valor da d.d.p. da fonte em cada elemento associado em série. Distribuição do valor da d.d.p. da fonte em cada elemento associado em paralelo.
Parte 2		Lei de Ohm, definição e cálculo.	Conservação da corrente elétrica em um circuito com elementos associados em série.

Fonte: O autor

As partes 1 e 2 do caderno do aluno disponibilizado podem ser executadas separadamente e em qualquer ordem, pois através delas objetivam-se saberes diferentes partindo dos mesmos conceitos.

Durante toda a sequência de ensino, é preciso o levantamento e o teste de hipóteses, pois, assim, é possível verificar quais as variáveis interferem no fenômeno físico estudado. Ao ordenar os alunos em grupos, a troca de ideias entre colegas é facilitada por ser mais natural em relação ao que ocorreria caso o professor estivesse envolvido no diálogo (CARVALHO, 2013, p. 12). Além disso, organizando-os dessa forma, eles podem trocar ideias em graus de domínio muito próximos dos conhecimentos utilizados e contribuindo, assim, para a fluência do diálogo (CARVALHO, 2013, p.5).

Recomenda-se ao docente apenas supervisionar os grupos de trabalho, agindo de maneira mais direta apenas quando solicitado. Nesse caso, mediando algumas situações onde ocorre falta de clareza ou de consenso entre os membros integrantes (BORGES, 2002, p. 307).

Por fim, após as respostas relativas a cada parte, recomenda-se a sistematização a respeito dos conhecimentos tratados, assim como a sua contextualização em outras situações, para além do contexto escolar, através de um diálogo do professor com a turma. A fim de colaborar com o desenvolvimento dessa comunicação, a autora Sasseron (2017) no livro Alfabetização Científica na Prática expõe:

“algumas perguntas feitas pelo professor também são muito características:

- Você conhece algum outro exemplo para isso?
- O que disso poderia servir para esse outro [exemplo/ caso/ etc.]?
- Como você explica o fato de [isso ser observado/ acontecer/ existir]?
- Você pode explicar isso de outra maneira?
- Dê um exemplo.
- [Isso] seria um bom exemplo disso?
- Como isso se aplica a esse caso?
- Existe uma razão para duvidar dessa evidência?
- O que você diria a alguém que afirmasse que [isso ser observado / acontecer/ existir]?” (p.43).

APÊNDICE B - TUTORIAL PARA A CONSTRUÇÃO DAS GARRAS JACARÉ

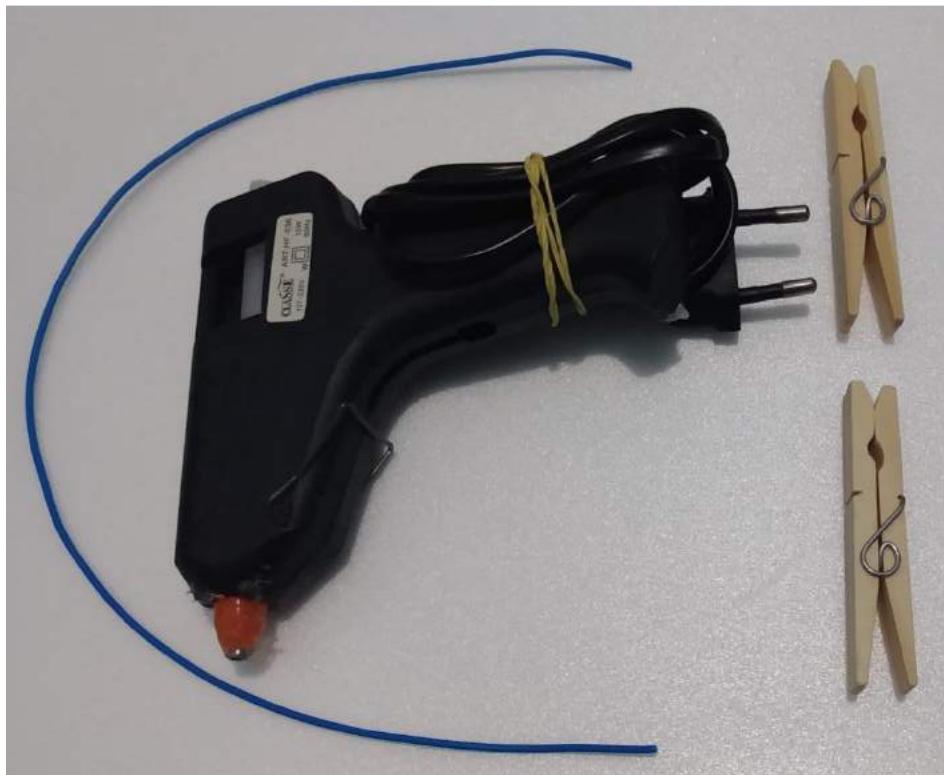
O material necessário para a realização da montagem completa é exibido na figura 1 e listado na tabela 1.

Tabela 1 - Listagem do material

01 pedaço de fio de 36 cm de comprimento e 0,2 cm de diâmetro, aproximadamente
02 pregadores de roupa de madeira
01 pistola de cola quente
01 refil de cola quente

Fonte: O autor

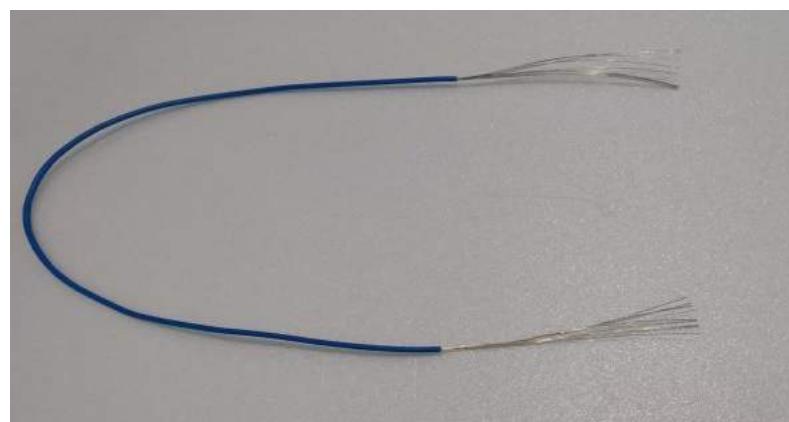
Figura 1 - Material necessário



Fonte: O autor

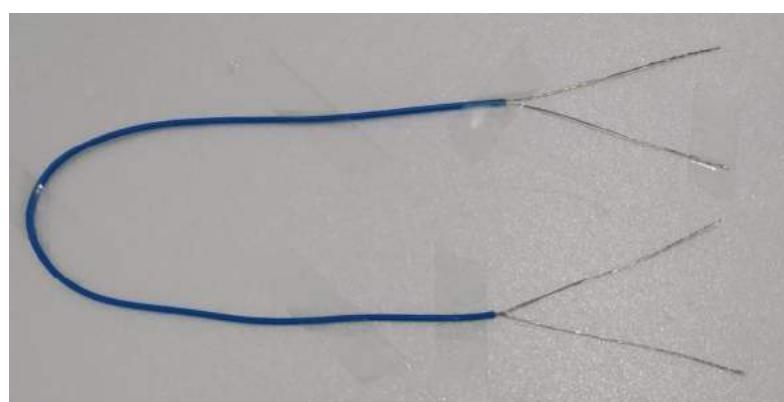
Primeiramente, desencapse por volta de 6 cm de ambas as extremidades do fio (Figura 2) e, logo em seguida, separe dois ramos em cada ponta (Figura 3).

Figura 2 - Fio desencapado



Fonte: O autor

Figura 3 - Ramos separados



Fonte: O autor

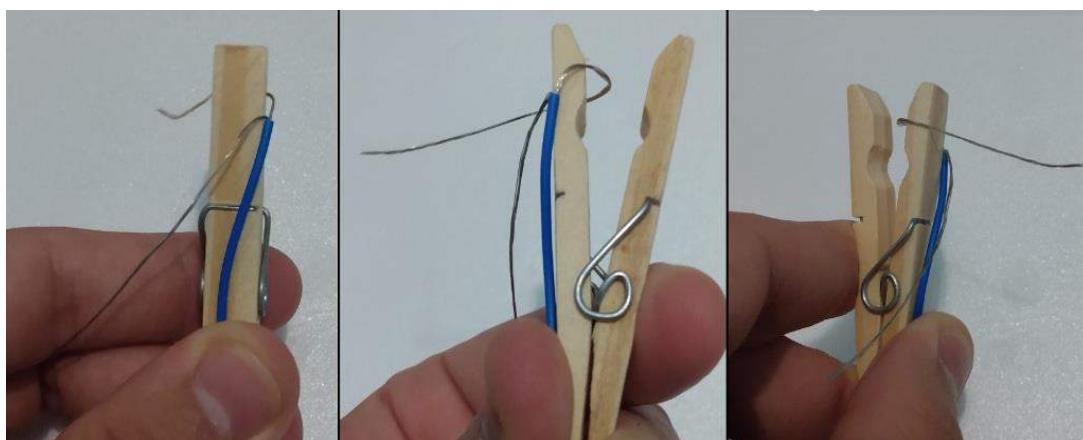
Encoste um ramo contra a lateral de um dos pregadores (Figura 4) e pressione para mantê-lo aberto. Simultaneamente, envolva cada ramo de fio em torno do pedaço de madeira tocado por seu polegar (Figura 5). Após realizar o processo com ambos os ramos, o resultado deverá ser conforme ilustra a figura 6.

Figura 4 - Fio encostado na lateral do pregador



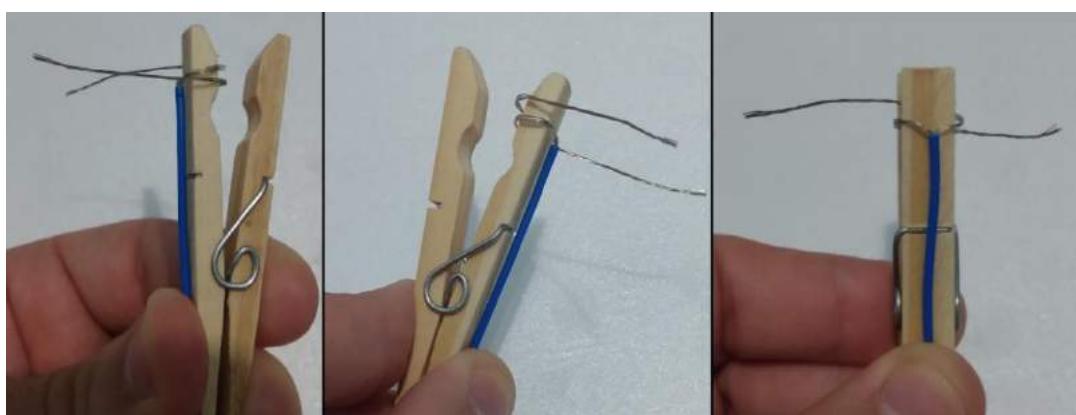
Fonte: O autor

Figura 5 - Ramo do fio sendo envolvido



Fonte: O autor

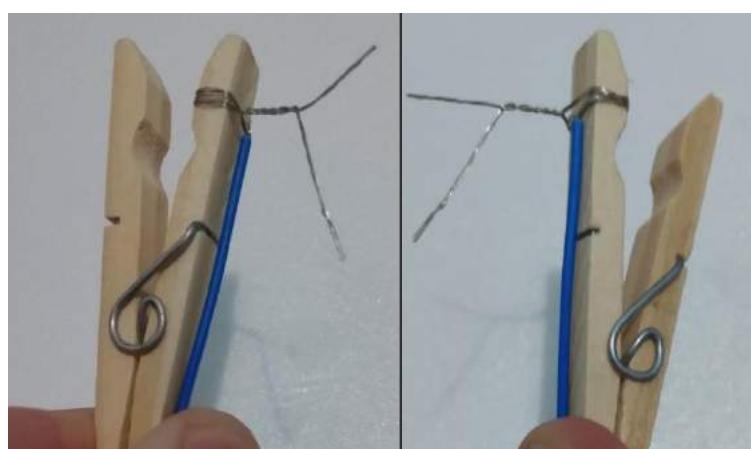
Figura 6 - Resultado final com ambos os ramos envolvidos



Fonte: O autor

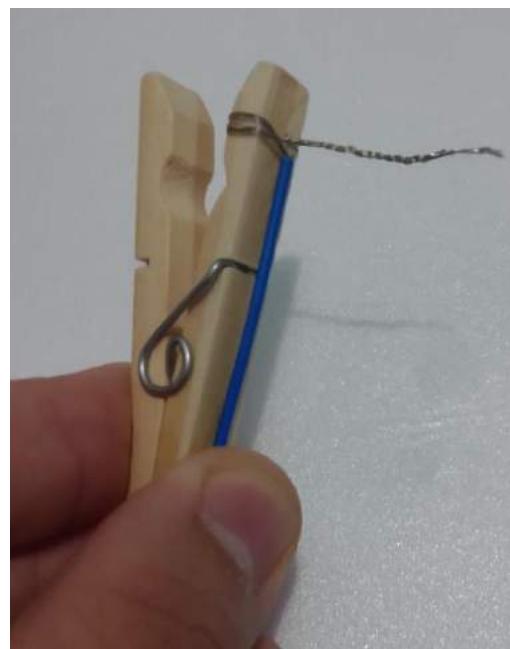
Na sequência, enrole os dois ramos do fio entre si, a fim de prendê-los ao pregador (Figura 7). Mantendo o pregador aberto, o pedaço de fio exposto (Figura 8) deve ser envolvido ao redor da parte do pregador, à qual os ramos foram anteriormente envoltos. O resultado deverá ser semelhante ao visto na figura 9.

Figura 7 - Ramos do fio enrolados



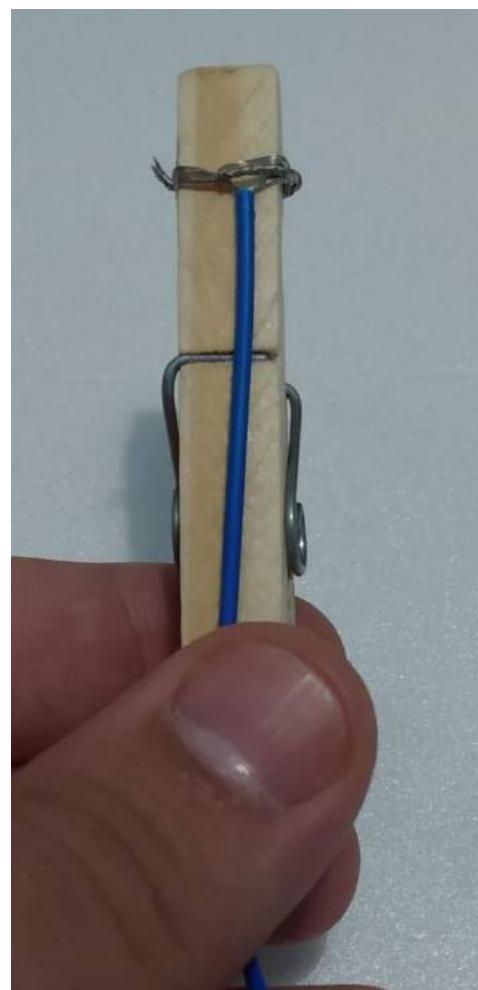
Fonte: O autor

Figura 8 - Pedaço de fio exposto



Fonte: O autor

Figura 9 - Resultado até o momento



Fonte: O autor

Por fim, na ponta oposta da lateral do pregador, pingue uma gota de cola quente (Figura 10) e, imediatamente, pressione o corpo do fio contra a cola quente ainda derretida (Figura 11).

Figura 10 - Gota de cola quente na lateral do pregador



Fonte: O autor

Figura 11 - Fio em contato com a cola quente



Fonte: O autor

Após a cola secar, repita os mesmos procedimentos utilizando o segundo pregador e a outra extremidade do fio. O resultado final deverá ser conforme a figura 12 a seguir.

Figura 12 - Resultado final



Fonte: O autor

APÊNDICE C - CADERNO DO ALUNO

Montando circuitos elétricos

Introdução

A Eletricidade está presente em diversos momentos de nosso cotidiano. A fim de abordar este tema, você e seu grupo terão a oportunidade de realizar a montagem de alguns circuitos elétricos e discutir a respeito dos fenômenos presentes em cada um deles.

Material disponível

- 1 fonte com valor constante de 1,5 V
- 2 lâmpadas iguais
- 4 garras jacaré
- 1 fonte com valor constante de 3 V
- 1 resistor

Orientações gerais

- 1) Utilize as garras jacaré para unir os componentes de um circuito. Observe o exemplo na imagem abaixo:



- ⚠** 2) Durante a montagem de cada um dos circuitos mostrados, utilize somente os componentes indicados no retângulo quadriculado posicionado à direita.

- 3) Desconsidere a resistência elétrica de todos os fios presentes no *kit*.

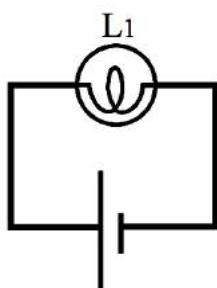
Componentes e símbolos

Componente	Símbolo
Fonte	
Lâmpada	
Resistor	

Parte 1

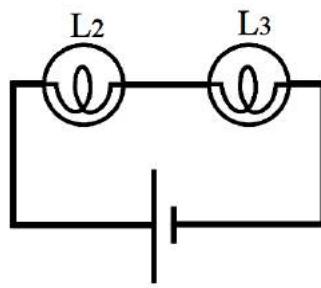
Para responder aos questionamentos a seguir, sempre troque ideias e opiniões com seus colegas de grupo.

Atividade 1) Veja os circuitos 1 e 2 abaixo.



círculo 1

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 2 garras jacaré



círculo 2

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 2 lâmpadas
- 3 garras jacaré

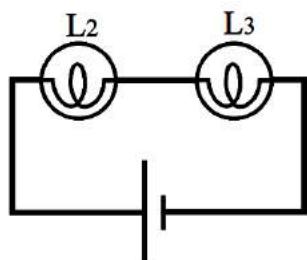
- a) Antes de montar os circuitos, compare como seriam os brilhos das lâmpadas L₁, L₂ e L₃.

-
-
-
- b) Qual(is) fator(es) apoia(m) a resposta do seu grupo na questão anterior?

- c) Após montar os circuitos 1 e 2, verifique o fenômeno ocorrido. A hipótese do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L₁, L₂ e L₃ foi confirmada?

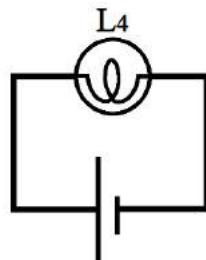
- d) Qual(is) é(seriam) o(s) motivo(s) causador(es) do que foi observado após as montagens?

Atividade 2) Verifique os circuitos 2 e 3 a seguir.



circuito 2

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 2 lâmpadas
- 3 garras jacaré



circuito 3

Material:
- 1 fonte de 1,5 V
- 1 lâmpada
- 2 garras jacaré

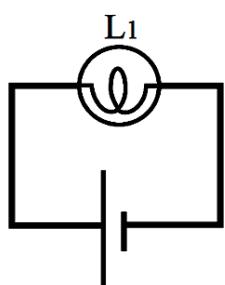
a) E agora, como seriam os brilhos das lâmpadas L_2 , L_3 e L_4 ?

b) O que sustenta a resposta do seu grupo na pergunta anterior?

c) Depois de realizar a montagem dos circuitos 3 e 4, observe o fenômeno ocorrido em ambos. A opinião do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L_2 , L_3 e L_4 corresponde ao observado?

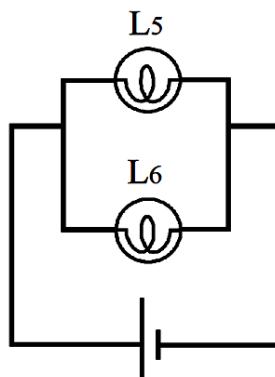
d) Que(ais) aspecto(s) explicaria(m) o observado por vocês depois das montagens?

Atividade 3) Examine os circuitos 1 e 4 adiante.



circuito 1

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 2 garras jacaré



circuito 4

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 2 lâmpadas
- 2 garras jacaré

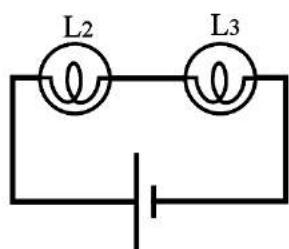
a) Nesse caso, como se comportariam os brilhos das lâmpadas L₁, L₅ e L₆.

b) O que levou seu grupo a pensar dessa forma?

c) Ao fim da montagem dos circuitos 1 e 4, veja o fenômeno ocorrido nos dois. A proposição do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L₁, L₅ e L₆ é verdadeira?

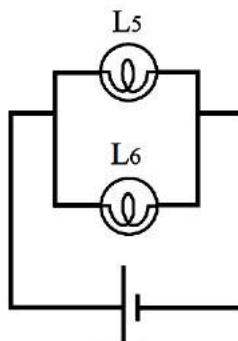
d) Qual(is) causa(s) poderia(m) explicar o que foi visto?

Atividade 4) Observe os circuitos 2 e 4 representados logo em seguida.



círculo 2

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 2 lâmpadas
- 3 garras jacaré



círculo 4

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 2 lâmpadas
- 2 garras jacaré

a) Compare como seriam os brilhos das lâmpadas L₂, L₃, L₅ e L₆.

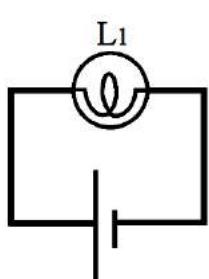
c) Posteriormente a execução da montagem dos circuitos 2 e 4, verifique o fenômeno ocorrido. As ideias a respeito do brilho das lâmpadas L₂, L₃, L₅ e L₆ foram verificadas?

d) Qual(is) fator(es) é (são) pertinente(s) para a explicar os fatos presenciados?

Parte 2

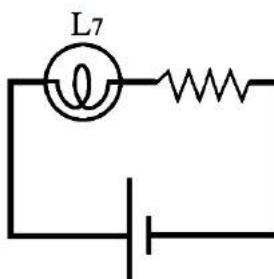
Para responder aos questionamentos a seguir, sempre troque ideias e opiniões com seus colegas de grupo.

Atividade 1) Veja os circuitos 1 e 5 abaixo.



círculo 1

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 2 garras jacaré



círculo 5

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 1 resistor
- 3 garras jacaré

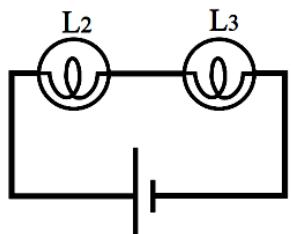
a) Repare nos componentes dos circuitos e compare como seriam os brilhos das lâmpadas L₁ e L₇.

b) Qual(is) motivo(s) sustentam o seu argumento?

c) Após montar os circuitos 1 e 5, verifique o fenômeno ocorrido. A hipótese do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L₁ e L₇ foi confirmada?

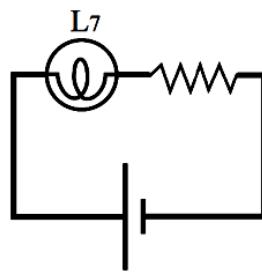
d) O que pode explicar o que se viu?

Atividade 2) Verifique os circuitos 2 e 5 a seguir.



circuito 2

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 2 lâmpadas
- 3 garras jacaré



circuito 5

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 1 resistor
- 3 garras jacaré

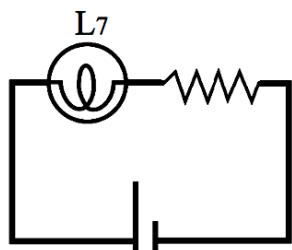
- a) Agora, para estes circuitos, compare como seriam os brilhos das lâmpadas L₂, L₃ e L₇.

-
-
-
-
- b) Por que seu grupo pensa dessa forma?
-
-
-
-
-

- c) Depois de realizar a montagem dos circuitos 2 e 5, observe o fenômeno ocorrido em ambos. A opinião do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L₂, L₃ e L₇ se mostrou real?
-
-
-
-

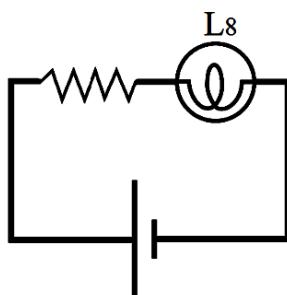
- d) Para o seu grupo, que fatores levaram ao que foi observado por vocês?
-
-
-
-
-

Atividade 3) Examine os circuitos 5 e 6 adiante.



circuito 5

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 1 resistor
- 3 garras jacaré



circuito 6

Material:
- 1 fonte de 3 V
- 1 lâmpada
- 1 resistor
- 3 garras jacaré

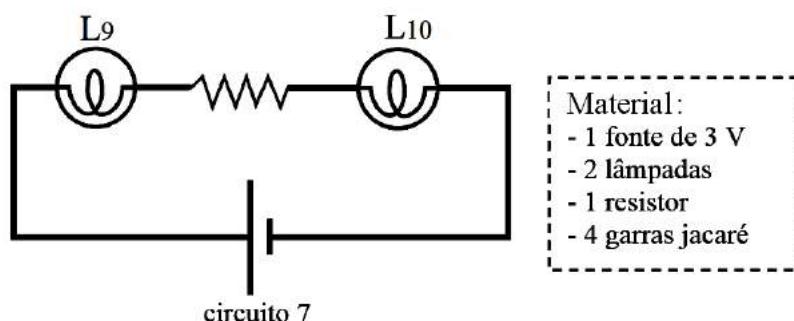
- a) Observe os componentes dos circuitos. Como seriam os brilhos das lâmpadas L_7 e L_8 .

-
- b) O que é possível apontar como essencial para sustentar a sua proposta?
-
-
-
-
-

- c) Ao fim da montagem dos circuitos 5 e 6, veja o fenômeno ocorrido nos dois. A proposição do seu grupo a respeito do brilho das lâmpadas L_7 e L_8 foi verificada?
-

- d) Qual(is) agente(s) é(são) capaz(es) de descrever o que foi percebido?
-
-
-
-
-

Atividade 4) Observe o circuito 7 representado logo em seguida.



a) Compare como se dariam os brilhos das lâmpadas L_9 e L_{10} .

b) Qual(is) informação(ões) apoia(m) a hipótese de seu grupo?

c) Posteriormente à execução da montagem do circuito 7, verifique o fenômeno ocorrido. As ideias a respeito do brilho das lâmpadas L_9 e L_{10} aconteceram?

d) Qual(is) informação(ões) é(são) importante(s) para realizar uma explicação a respeito do que foi testemunhado pelo seu grupo?
