

APÊNDICE A

O PRODUTO



Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA

Departamento de Ciências Exatas e Naturais - DCEN

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF

CONSTRUINDO CIRCUITOS ELÉTRICOS NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

MARCOS ROBERTO AMANCIO PASCOAL

Material instrucional vinculado à dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no polo 09 da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Antonio López Ruiz

Mossoró – RN

2016

Apresentação

O presente material instrucional é fruto do nosso trabalho, apoiado financeiramente com bolsa da CAPES, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no polo da Universidade Federal Rural do Semiárido, em Mossoró – RN. E constitui-se numa proposta de sequencia didática para o ensino de circuitos elétricos no 9º ano do Ensino Fundamental.

Para que o professor possa implementar este produto educacional de forma consistente, torna-se necessário o domínio sobre alguns conteúdos de Física que serão explicitados a seguir: noções sobre carga elétrica, origem e propagação do campo elétrico, condutor e isolante elétricos, diferença de potencial elétrico, resistência elétrica e corrente elétrica. Para tanto, indica-se a seguinte bibliografia: HEWITT, P. G, Física Conceitual. 9ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002; RAMALHO, NICOLAU, Os Fundamentos da Física, vol. 3 - Eletricidade e Física Moderna. Ed Moderna, São Paulo, 2003.

Na concepção da sequência, aqui apresentada, ponderamos os resultados da implementação de uma versão preliminar da mesma, na escola Jenny Gomes, localizada em Fortaleza - CE, relatados na dissertação. Adota-se como referencial teórico para o levantamento do conhecimento prévio dos alunos, a proposta do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF – da Universidade de São Paulo. Portanto, o ponto de partida da ação instrucional, leva em consideração o universo vivencial mais imediato do aprendiz, relacionando-o com os conceitos que serão abordados no estudo de circuitos elétricos. Na execução da sequência, articulam-se as aulas experimental, no laboratório de ciências, e computacional, usando o projeto PHET no laboratório de informática da escola.

A sequência está dividida em cinco partes a serem executadas em oito aulas, com tempo de duração de cinquenta minutos cada. Na primeira parte, levanta-se através de questionário, o conhecimento prévio dos estudantes sobre eletricidade, energia elétrica, circuito elétrico, materiais condutores e isolantes elétricos, voltagem, corrente e resistência elétrica. Em seguida, os alunos são convidados a ler um texto e a um vídeo, visando relacionar esse conhecimento prévio com os conceitos científicos utilizados na descrição dos fenômenos presentes nos circuitos elétricos. Na segunda parte realiza-se a montagem de circuitos elétricos simples de corrente contínua, utilizando materiais de baixo custo, no laboratório de ciências. Na terceira parte estuda-se o circuito elétrico através de simulação computacional no laboratório de informática, usando o simulador PHET. Na quarta parte se realiza a sistematização e integralização dos conteúdos abordados nas atividades anteriores. Na quinta e última parte aplica-se um questionário para avaliar a aprendizagem alcançada pelos alunos.

A Sequência Didática

1ª Aula: Sistematização do conhecimento prévio dos alunos sobre circuitos elétricos.

Essa aula deverá começar com o levantamento do conhecimento prévio dos alunos. Para tanto, estes deverão ser convidados a responder, anonimamente, um questionário (Apêndice B), com oito perguntas que serão respondidas de forma individual, em um tempo aproximado de vinte minutos. Os alunos serão informados da importância que no âmbito da educação científica, atribuímos ao conhecimento que eles têm, prévio às aulas, sobre o tema objeto de estudo - circuitos elétricos. Em seguida, ministra-se uma aula teórica onde são explicados os principais dispositivos utilizados na construção de um circuito elétrico simples, tais como pilhas, fios, interruptores e lâmpadas, além da definição de grandezas físicas, como voltagem, resistência e corrente elétrica que estão presentes no estudo de circuitos elétricos.

2ª Aula: Apresentação de texto e vídeo sobre elementos de circuitos e produção de energia elétrica.

Esta aula inicia-se com a leitura de um texto (Apêndice C) que pretende sistematizar o conhecimento dos alunos, levantado no pré-teste, e fornecer conceitos científicos sobre elementos e propriedades dos circuitos elétricos. Nesse sentido, elementos que não estão presentes no texto, tais como, elétrons livres, rede cristalina do metal, movimentos térmico e de arraste dos elétrons provocado pela fonte de energia, deverão ser incorporados no momento da discussão do texto com os alunos. Devem-se exemplificar as transformações de energia possibilitadas através da corrente elétrica, como por exemplo, a transformação de energia elétrica em energia mecânica, no ventilador; em energia sonora no alto-falante; em energia térmica, no chuveiro elétrico ou em luminosa, nas lâmpadas.

Em seguida, apresenta-se um vídeo sobre o processo de produção de energia elétrica. Produzido pelo Telecurso, da Fundação Roberto Marinho, esse vídeo é voltado ao Ensino Fundamental abrangendo a disciplina de ciências. Nele é feita uma análise do “caminho percorrido” pela energia elétrica desde as usinas até nossas casas. São feitas considerações sobre os tipos de energia que serão transformadas dentro na usina, obtendo como resultado dessa transformação a energia elétrica que nós utilizamos. O aluno deve compreender que a produção de energia elétrica acontece dentro das usinas e esse processo exige que outros tipos de energia sejam consumidos. O vídeo pode ser encontrado no endereço eletrônico abaixo:

<http://educacao.globo.com/telecurso/videos/ensino-fundamental-2/t/ciencias/v/telecurso-ensino-fundamental-ciencias-aula-43/1260806/>

3ª Aula: Construção experimental de circuitos elétricos.

Nesta aula e na seguinte, se realizam, no Laboratório de Ciências, as experiências propostas na guia de trabalho - Apêndice D. Para tanto, a turma é dividida em grupos, de até cinco alunos. Todos os componentes para montagem dos circuitos encontram-se dispostos na bancada do laboratório. Listamos abaixo o material que será usado no laboratório de ciências:

- Pilhas AA de 1,5 V;
- Suportes para duas pilhas;
- Lâmpadas de 1,1 V; 2,4 V e 12 V;
- Suporte para lâmpadas;
- Carregador de 12 V;
- Fios flexíveis;
- Garras de metal (Jacarés);
- Interruptores de tomada;
- Vasilhas de plástico;
- Fita Gomada;
- Chaves de fenda ou Philips;
- Grafite de lapiseira;
- Isopor;
- pedaço de madeira (usamos um lápis);
- Chave de metal;
- Colher de metal;
- Borracha;
- Régua de plástico;
- Solução de água com açúcar;
- Solução de água com sal.

Sugere-se que o professor discuta brevemente os conceitos abordados na aula 2 sobre voltagem, corrente elétrica e as transferências de energia propiciadas pela corrente elétrica. Os assuntos abordados nesta aula serão os seguintes: gerador em curto-circuito, elementos necessários para formar um circuito elétrico de corrente contínua, função do interruptor no circuito e a relação entre voltagem e energia elétrica. Na lousa, explica-se o que é uma pilha ou bateria em curto e quais as suas consequências no circuito. Essa orientação é importante para que os alunos não descarreguem as pilhas.

- Atividade 1.1 - conforme orientações do guia de trabalho, os alunos devem descobrir uma maneira de acender a lâmpada. Em seguida, responderão os itens:

a) Descreva as partes da pilha e da lâmpada que devem ser tocadas com os fios para poder ligar a lâmpada? Faça um desenho que mostre a maneira como você fez os contatos dos fios para acender a lâmpada.

b) O que é preciso para acender uma lâmpada? Monte uma frase que mostre suas ideias sobre como acender uma lâmpada.

c) A pilha ajuda a acender a lâmpada? O que a pilha faz?

d) Os fios ajudaram a acender a lâmpada? Qual a utilidade deles?

e) Se os fios não estivessem com as pontas desencapadas, a lâmpada ligaria? Por quê?

O professor pode discutir com os alunos a função da pilha e dos fios no circuito e por que eles são essenciais para acender a lâmpada. Os alunos devem ser indagados sobre a necessidade da cobertura plástica que envolve os fios utilizados.

- Atividade 1.2 - monta-se um circuito para acender uma lâmpada usando fios, suportes, uma pilha e um interruptor. É usado um interruptor comum de tomada. O professor deve explicar, na lousa, o processo para conectar os fios no suporte das pilhas e no interruptor. Após a montagem do circuito, os estudantes responderão os itens da guia:

a) Você conseguiu acender a lâmpada usando o interruptor? Quais foram as dificuldades?

b) É o interruptor que fornece energia para o circuito? O que você acha?

c) Você já usou um interruptor? Onde?

d) Você acha que o interruptor é realmente útil? Por quê?

e) O que significa dizer que um interruptor está aberto? O que significa dizer que um interruptor está fechado?

Nesse momento, o professor destaca a importância do interruptor no circuito, quanto à praticidade e sua utilização no cotidiano mais imediato dos estudantes. O professor pode perguntar aos alunos: no momento em que apertamos o interruptor e ligamos a lâmpada do circuito que foi construído, estamos abrindo ou fechando um circuito? E a energia da lâmpada vem do interruptor? Os alunos devem ser lembrados sobre uma condição necessária para o funcionamento do circuito, o percurso fechado. Como será utilizado um dispositivo familiar para os alunos, então essas perguntas conseguem alcançar situações vivenciais percebidas pelos meninos.

- Atividade 1.3 - usando o circuito da questão anterior pede-se aos alunos para substituir a lâmpada de 1,1 V por outra de 2,4 V e observar o brilho desta última, quando ligada a uma

única pilha e em seguida devem fazer uma previsão sobre o brilho da lâmpada de 2,4 V ao colocarmos duas pilhas. Após isso, os alunos respondem os itens abaixo:

- a) Como você explica o aumento na luminosidade da lâmpada?
 b) Como você acha que a pilha interfere no movimento dos elétrons dentro do fio?

Os alunos podem ser instigados com a seguinte pergunta – O que pode alterar o brilho da lâmpada? Deve-se observar o dimensionamento, visto que a lâmpada de 2,4 V apresenta maior luminosidade e maior tamanho, comparados a lâmpada de 1,1 V. O professor pode perguntar se os elétrons livres estão presentes no fio mesmo quando a pilha não esta conectada no circuito. Cabe um momento de discussão, onde os conhecimentos dos alunos tornam-se mais elaborados, do ponto de vista científico.

4ª Aula: Construção experimental de circuitos elétricos – Continuação.

• Atividade 1.4 - usam-se duas pilhas e uma lâmpada de 2,4 V, pede-se aos alunos que abram o circuito deixando duas extremidades de fios livres. Solicitamos que estabeleçam contato com os diferentes materiais abaixo, para verificar o acendimento da lâmpada.

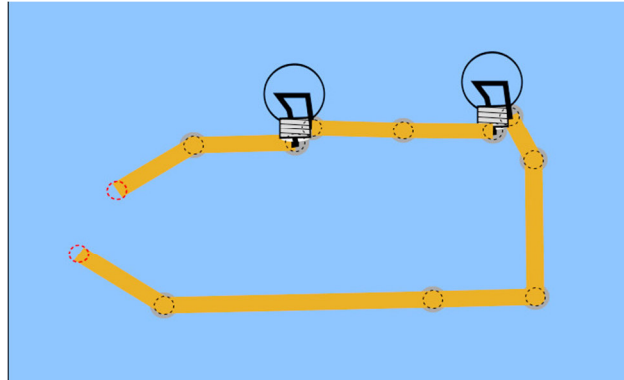
- | | | |
|------------------------|------------|----------------|
| a) Borracha - | acende () | não acende () |
| b) Régua de plástico - | acende () | não acende () |
| c) colher de metal - | acende () | não acende () |
| d) madeira - | acende () | não acende () |
| e) chave de metal - | acende () | não acende () |
| f) grafite - | acende () | não acende () |
| g) isopor - | acende () | não acende () |
| h) água com açúcar - | acende () | não acende () |
| i) água com sal - | acende () | não acende () |

O professor deve discutir sobre a quantidade de elétrons livres em diferentes materiais, introduzindo os fundamentos do conceito de mobilidade das partículas portadoras de carga elétrica. Depois de testar a condutividade da água com sal, o professor deve perguntar se a corrente elétrica é feita apenas de elétrons livres.

Recomenda-se usar um circuito com uma bateria de 12 V, uma lâmpada de 12 V e refazer a experiência para verificar a condutividade da água com sal, no caso da lâmpada não acender com o circuito de 3 V utilizado anteriormente. O professor pode situar o aluno sobre a necessidade do aumento da voltagem para que o meio se torne condutor.

- Atividade 1.5 - os alunos devem montar o circuito, representado na figura 12. No espaço entre os fios deve-se colocar o suporte com duas pilhas. As lâmpadas usadas são de 2,4 V.

Figura 12 - problema 1.5



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

Nesta experiência o aluno deve compreender os elementos que são necessários para que haja corrente no circuito. Logo após, os estudantes respondem a pergunta da guia de trabalho:

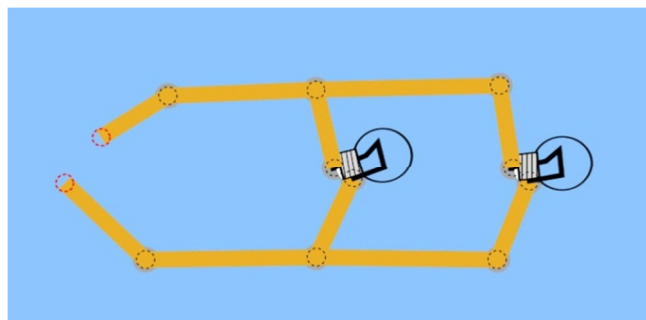
- Se você desenroscar uma das lâmpadas o que acontece com a outra? O que você acha que acontecerá com a movimentação ordenada dos elétrons dentro do fio?

Sugerimos que o professor pergunte por que as lâmpadas apagam se a pilha ainda está ligada no circuito. O professor deve discutir com os alunos: o que provoca o movimento direcionado dos elétrons de condução dentro do metal? E como esse movimento pode ser interrompido?

- Atividade 1.6 - monta-se o circuito, representado na figura 13. No espaço entre os fios deve-se colocar o suporte com duas pilhas. As lâmpadas empregadas são de 2,4 V. Depois de pronto o circuito, os alunos devem retirar uma das lâmpadas do soquete e observar o que acontece com o brilho da outra lâmpada. Em seguida, devem responder a seguinte pergunta:

- Se você desenroscar uma das lâmpadas do soquete o que acontece com a outra? Por que a movimentação direcionada de elétrons não cessou no trecho da outra lâmpada?

Figura 13 - problema 1.6



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

Neste momento, o aluno é chamado a pensar sobre o fato de a voltagem e a corrente atuarem de forma independente sobre cada lâmpada. O professor pode argumentar que depois de retirada uma lâmpada, a outra continua acesa, sem haver nenhuma alteração no brilho, ou seja, algumas grandezas físicas do circuito permanecem constantes. Pressupor quais seriam essas grandezas.

5ª e 6ª Aulas: Construção virtual de circuitos elétricos.

Essas aulas serão conduzidas no Laboratório de Informática da escola com base na guia de trabalho - Apêndice E. Serão quatro exercícios a serem realizados individualmente pelos alunos utilizando o computador. Porém, eles poderão interagir com os colegas e fazer perguntas ao professor quando sentirem necessidade.

Nesses exercícios se contemplam noções sobre o campo elétrico e a diferença de potencial no interior do condutor, a relação entre a voltagem e a corrente, a relação entre resistência e corrente, o conceito de intensidade de corrente, resistência elétrica, sentido real e convencional da corrente elétrica no circuito.

Após uma breve recapitulação dos assuntos abordados nas aulas 3 e 4, o professor deve abrir o simulador PHET deixando disponível, na área de trabalho do computador, o kit de construção de circuito DC. Em seguida, os alunos começam a realizar os exercícios da guia de trabalho.

- Atividade 2.1 - pede-se ao aluno para montar um circuito virtual que permita acender uma lâmpada usando fios e uma pilha. Depois de os alunos construírem o circuito, sugerimos que o professor trabalhe a formação de conceitos como campo elétrico e diferença de potencial ao longo do fio condutor, tomando como ponto de partida a pergunta do problema 2.1 - *Na simulação as bolinhas se moviam ao mesmo tempo ou esperavam umas pelas outras?*

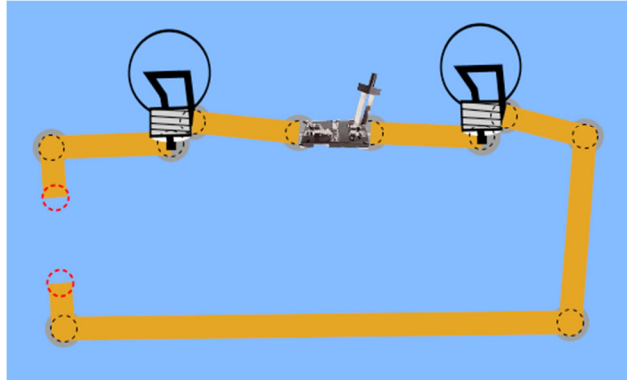
O professor deverá destacar que esta simulação pretende representar o movimento de arraste dos elétrons livres dentro do material condutor quando as extremidades desse material estão submetidas a uma diferença de potencial.

- Atividade 2.2 - os estudantes devem montar um circuito que permita acender uma lâmpada usando fios, uma pilha e agora também um interruptor. Pode-se aproveitar a simulação utilizada no exercício anterior, acrescentando o interruptor entre a pilha e a lâmpada. As posições da chave do interruptor serão testadas, verificando a movimentação das cargas livres e o funcionamento do circuito. A seguir, respondem-se as perguntas da guia:

- a) E se o fio fosse cortado o que aconteceria com o movimento dos elétrons? Por quê?
- b) O fio cortado equivale a um interruptor aberto ou fechado?

- Atividade 2.3 - monta-se o circuito, representado na figura 14, devendo o aluno colocar no espaço entre os fios, a pilha que esta no *menu* do programa de simulação.

Figura 14 - problema 2.3



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

Neste exercício, com base nas perguntas da guia, aborda-se a relação entre voltagem e corrente elétrica, além do conceito de intensidade de corrente.

- O que você acha que são os pontos azuis?
- No momento em que fechamos o interruptor precisamos esperar que uma bolinha próxima da pilha chegue até a lâmpada para acendê-la?
- Clique com o botão direito do mouse sobre a pilha, depois clique em alterar voltagem. Agora aumente e diminua o valor da voltagem da pilha e descreva o que acontece. O que varia? O que continua igual?
- Quando aumentamos a voltagem da pilha, o que acontece com o número de bolinhas que passam por segundo em cada lâmpada?

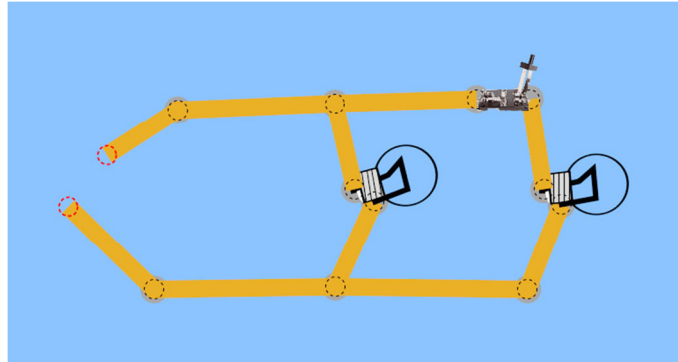
O professor deve dizer que os elétrons “observados” na simulação representam apenas os portadores livres da carga elétrica. Os elétrons sujeitos ao movimento caótico no entorno dos vértices da rede cristalina do metal não são contemplados nessa simulação. O professor deve discutir o conceito de velocidade de arrastre que, em comparação com a rapidez de estabelecimento da corrente no circuito, é muito baixa.

Os alunos devem alterar o valor da voltagem, clicando com o botão direito do mouse sobre a pilha. E depois, observar e descrever as mudanças no brilho da lâmpada, decorrentes de variações na diferença de potencial aplicada. Nesse momento o professor deve relembrar discussões anteriores sobre como se dá o aumento do brilho observado na lâmpada e sobre a relação entre voltagem e energia. Para finalizar este exercício, os estudantes devem aumentar o valor da voltagem e observar o que acontece com a quantidade de elétrons livres que atravessam as lâmpadas por segundo. O professor deve discutir os resultados das observações

dos alunos, salientando que a intensidade de corrente não muda após atravessar a lâmpada ou qualquer dispositivo elétrico. Explica-se na lousa o conceito de seção transversal do fio.

- Atividade 2.4 - os estudantes montam o circuito, representado na figura 15.

Figura 15 - problema 2.4



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

O objetivo desta parte é discutir o significado de resistência elétrica e da sua relação com a corrente, o sentido real de percurso da corrente e a velocidade dos elétrons livres como um fator dependente da voltagem e da resistência.

É desejável que o professor oriente os alunos na montagem do esquema de circuito virtual apresentado. A partir da interação dos alunos com esse circuito, torna-se possível responder as perguntas da guia de trabalho.

- Podemos inverter o sentido de movimento dos pontos azuis? O que você pensa sobre isso?
- Clique com o botão direito do mouse sobre uma lâmpada, (qualquer uma delas, tanto faz!) depois clique em alterar resistência. Agora aumente e diminua o valor da resistência da lâmpada e descreva o que acontece.
- Que efeito o aumento na resistência elétrica provoca sobre a passagem de corrente elétrica?
- Como fazer para mudar a velocidade de movimento dos elétrons livres?

O aluno deve clicar com o botão direito do mouse sobre a imagem da pilha e descobrir a utilidade da função “inverter polaridade”. Discute-se aqui, o sentido real da corrente elétrica. O professor pode comentar sobre o sentido convencional da corrente. Em seguida, o estudante irá clicar com o botão direito do mouse sobre a imagem da lâmpada para investigar a utilidade da função “alterar resistência” da lâmpada. Sugerimos que o professor introduza o significado de resistência elétrica como uma propriedade inerente à matéria que depende do tipo de material e de suas características geométricas. Esperamos que a resistência seja entendida como um obstáculo à passagem dos elétrons livres, devido à própria estrutura do material.

Deverá ser feita uma investigação da relação entre a corrente elétrica e a resistência da lâmpada, na qual os alunos serão convidados a descrever e analisar as consequências microscópicas decorrentes da alteração da resistência elétrica de um dispositivo sobre a velocidade dos elétrons livres no condutor. Para finalizar essa aula, o professor faz a seguinte pergunta: *Que grandezas da física, presentes no circuito, provocam mudança na velocidade dos portadores de cargas livres?* Devem ser discutidas quais são essas grandezas e como se dá a dependência entre elas.

7ª Aula: Sistematização integradora da construção experimental e simulação computacional de circuitos elétricos.

Nessa aula, serão sistematizados os conceitos fundamentais utilizados no estudo de circuitos elétricos. O professor escreverá na lousa os tópicos descritos no parágrafo abaixo sobre os assuntos estudados, acrescentando possíveis dúvidas a serem esclarecidas. Num diálogo aberto com o grupo, oportunizamos a participação dos estudantes, permitindo que eles se pronunciem sobre os conteúdos.

No que diz respeito à sistematização conceitual serão retomados os tópicos abordados na construção experimental e na simulação computacional - elementos de circuito necessários para acender uma lâmpada, interruptor e sua função no circuito, o circuito como um percurso fechado, campo elétrico, o conceito de voltagem, a intensidade de corrente, relação entre voltagem e corrente, sentido da corrente, mobilidade de carga, materiais condutores e isolantes, a relação entre resistência e corrente, conceito de resistência elétrica, relação entre voltagem e energia elétrica, as transformações de energia associadas ao circuito e as proporcionalidades entre as grandezas voltagem, corrente e resistência.

Sobre as concepções alternativas dos estudantes, discutiremos a visão substancial da energia elétrica, ou seja, as pilhas como armazenadores de eletricidade; a recorrência da utilização do termo voltagem e corrente como sinônimos, demonstrando a dificuldade para distinguir e utilizar essas grandezas; o modelo de corrente que se gasta ao atravessar um elemento de circuito, a interpretação da voltagem como uma propriedade da corrente e não da corrente como uma consequência da diferença de potencial entre dois pontos de um condutor, o fio que é concebido apenas como lugar por onde a corrente é transportada. (POZO, 2009).

Identificam-se os componentes do circuito: como o gerador, o receptor ou aparelho elétrico e os fios, que são itens necessários para o funcionamento de um circuito. Busca-se entender a interação que existe entre esses elementos e a necessidade de um percurso fechado

para que eles exerçam seu papel. Destaca-se a importância do interruptor para liberar ou bloquear a passagem de corrente elétrica num trecho de circuito.

Fala-se da diferença de potencial da pilha, como causadora do movimento ordenado dos elétrons livres no interior do material condutor. Acrescenta-se nessa discussão, o campo elétrico, para isso, toma-se o exemplo da lâmpada que acende simultaneamente quando fechamos o interruptor da tomada. Pode-se discutir como esse fato pode acontecer já que a velocidade de arraste dos elétrons é extremamente baixa. Nesse momento, fala-se da interação das cargas com o campo elétrico dentro do fio.

Comenta-se que a velocidade dos pontos azuis simboliza a passagem da corrente elétrica no condutor. Destaca-se que o conceito de intensidade de corrente está associado à quantidade de carga que atravessa a seção transversal do condutor em um tempo conhecido. Fala-se do conceito de carga elétrica elementar e do princípio de conservação das cargas elétricas.

Recomenda-se que o professor discuta o conceito de mobilidade dos portadores de carga, destacando os aspectos estruturais da matéria para diferenciar os materiais condutores dos isolantes. Fazendo referência à experiência 1.4 na qual se estuda a condutividade elétrica da água com sal, o professor deve comentar que a corrente elétrica, nesse caso, não é formada de elétrons livres, mas de outros portadores de cargas, os íons. Assim, o conceito de portadores de cargas livres se generaliza também para os líquidos e, tomando como exemplo as lâmpadas fluorescentes, para os gases.

Apresenta-se a resistência elétrica como uma grandeza diretamente relacionada ao conceito de mobilidade de portadores, ou seja, como uma propriedade inerente a todos os materiais, relacionada à dificuldade da passagem dos portadores de carga pela estrutura atômica do material condutor e, conseqüentemente, à transformação da energia elétrica em calor.

Para explicar outras transformações de energia associadas ao circuito, fala-se da corrente elétrica como base de funcionamento dos aparelhos elétricos. Nesse sentido, os circuitos construídos pelos alunos no laboratório de ciências devem servir de exemplos para subsidiar essa discussão. Outros exemplos de aparelhos que convertem energia elétrica em outras modalidades de energia, por meio dos efeitos da corrente, podem ser citados.

As proporcionalidades entre voltagem, corrente e resistência serão discutidas, tomando por base os exercícios da guia de trabalho referentes às aulas 5 e 6. Com base na simulação discute-se sobre a alteração na resistência da lâmpada, na voltagem da pilha, e sua

interferência sobre a velocidade dos elétrons livres. O professor termina essa aula com uma conversa sobre a impossibilidade de se alterar cada grandeza isoladamente.

8ª Aula: Aplicação de questionário avaliativo.

A sequência didática finaliza com a aplicação de um questionário avaliativo (Apêndice F) que deve ser respondido de maneira individual, não sendo permitida aos alunos nenhuma pesquisa ou consulta, somente a orientação do professor. É desejável que essa avaliação seja feita após certo intervalo de tempo, destinado ao estudo individual ou coletivo dos estudantes e a maturação dos conceitos introduzidos - uma semana, por exemplo. As questões de ordem pessoal devem verificar as principais dificuldades conceituais ou outras dificuldades relacionadas à manipulação experimental e computacional, além de visar o aperfeiçoamento desse material de estudo. As demais questões procuram determinar o nível de compreensão alcançado pelos alunos através dos acertos nas questões objetivas e subjetivas. Nenhuma das perguntas do pós-teste repetiam perguntas formuladas em aulas anteriores.

Pretende-se com esta aula, retirar algumas conclusões sobre os métodos de aprendizagem utilizados a partir dos resultados obtidos, além de tentar medir a aprendizagem dos alunos sobre os conteúdos elencados durante a sequência.

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFRSA
PROGRAMA DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - DCEN

No âmbito do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, financiado pelo governo federal, por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, resolvemos desenvolver nessa escola um projeto de pesquisa sobre o ensino de eletricidade. De início, desejamos saber que concepções os alunos possuem sobre circuito elétrico, corrente, voltagem e resistência. Com esse objetivo foi produzido o questionário que segue abaixo.

Responda as perguntas abaixo de acordo com suas ideias e vivências.

1. Você sabe o que é eletricidade? Conte uma situação sobre esse tema

Sim () _____

Não ()

2. Você sabe o que é energia elétrica? Escreva uma frase sobre isso.

Sim () _____

Não ()

3. Você sabe o que é condutor elétrico? Dê exemplos.

Sim () _____

Não ()

4. Você sabe o que é isolante elétrico? Dê exemplos.

Sim () _____

Não ()

5. Você sabe o que é circuito elétrico? Escreva o que você pensa sobre isso.

Sim () _____

Não ()

6. Você sabe o que é voltagem? Escreva ou desenhe o que você imagina sobre isso.

Sim () _____

Não ()

7. Você sabe o que é corrente elétrica? Escreva ou desenhe o que você imagina sobre isso.

Sim () _____

Não ()

8. Você sabe o que é resistência elétrica? Escreva ou desenhe o que você pensa sobre isso.

Sim () _____

Não ()

APÊNDICE C

ELEMENTOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS¹

Ao colocar um dispositivo elétrico em funcionamento estamos fechando um circuito elétrico. O circuito é constituído de um aparelho elétrico, uma fonte de energia elétrica, que pode estar situada próximo ou distante do aparelho e fios de ligação que conectam adequadamente um ao outro. Para facilitar o manuseio, os circuitos elétricos contêm um elemento extremamente importante que é o interruptor. Nos aparelhos elétricos o interruptor é o botão liga-desliga. O metal dos fios de ligação é o caminho ou a trilha por onde a energia elétrica da fonte vai chegar até os aparelhos e a capa plástica que é um material isolante, delimita esse caminho. Quando a energia da fonte está sendo utilizada pelo aparelho, dizemos que o circuito está fechado e que há uma corrente elétrica. Para funcionarem, os aparelhos elétricos precisam ser "alimentados" energeticamente por uma fonte de energia elétrica que pode ser uma pilha ou bateria. Nessa situação há transformação de energia elétrica em outras formas de energia e o que possibilita tal transformação é a existência de corrente elétrica.

Todo aparelho elétrico tem um folheto com instruções de uso e informações sobre as condições de seu funcionamento. Uma dessas informações diz respeito a uma grandeza elétrica, que é a voltagem, o seu valor numérico, no caso da tomada da nossa casa é 220; a sua unidade de medida é o volt e o símbolo de sua unidade é V.

A maioria dos aparelhos elétricos não traz uma informação especificada sobre corrente elétrica, mas ela está presente em todos os aparelhos elétricos quando eles estão em funcionamento. Existem dois tipos de corrente elétrica: a corrente contínua que é fornecida por pilhas e baterias e a corrente alternada que é aquela fornecida pelas usinas para as casas, indústrias, etc. Quando um aparelho é ligado a uma pilha ou bateria, a corrente elétrica se mantém em um mesmo sentido. Isso quer dizer, que a força que impulsiona os elétrons é sempre no mesmo sentido. A corrente contínua tem como símbolo as letras "CC" ou "DC". Já na tomada, a corrente é alternada. Isso significa, que ora a corrente tem um sentido, ora tem outro, oposto ao primeiro. Isso ocorre porque a força que impulsiona os elétrons livres inverte constantemente de sentido. A corrente alternada tem como símbolos as letras "CA" ou "AC" ou mesmo o sinal \sim .

¹ Tomado, com pequenas modificações, das Leituras de Física – Grupo de Reelaboração de Ensino de Física GREF - Eletromagnetismo. Volume 3.

APÊNDICE D

GUIA DE TRABALHO PARA CONSTRUÇÃO EXPERIMENTAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS.

1.1. Utilize os materiais do Kit nº 1 disponibilizado pelo professor e monte uma situação onde você possa acender uma lâmpada usando fios e uma pilha.

Material do Aluno – (O Kit nº 1 dispõe de pilhas sem suporte, fios e lâmpadas de 1,1 V sem o soquete.)

a) Descreva as partes da pilha e da lâmpada que devem ser tocadas com os fios para poder ligar a lâmpada? Faça um desenho que mostre a maneira como você fez os contatos dos fios para acender a lâmpada.

b) O que é preciso para acender uma lâmpada? Monte uma frase que mostre suas ideias sobre como acender uma lâmpada.

c) A pilha ajuda a acender a lâmpada? O que a pilha faz?

d) Os fios ajudaram a acender a lâmpada? Qual a utilidade deles?

e) Se os fios não estivessem com as pontas desencapadas você acha que a lâmpada ligaria? Por quê?

1.2. Utilize o material do Kit nº 2 e monte uma situação onde você possa acender uma lâmpada usando fios, uma pilha e um interruptor. *Material do Aluno - (No Kit nº 2 você encontrará pilhas com suporte, fios, lâmpadas de 1,1 V com suporte, jacarés e interruptores.)*

a) Você conseguiu acender a lâmpada usando o interruptor? Quais foram as dificuldades?

b) É o interruptor que fornece energia para o circuito?

c) Você já usou um interruptor? Onde?

d) Você acha que o interruptor é realmente útil? Por quê?

e) O que significa dizer que um interruptor esta aberto? O que significa dizer que um interruptor esta fechado?

1.3. Use o esquema da questão anterior com uma pilha e substitua a lâmpada de 1,1 V por uma de 2,4 V. Observe o brilho da nova lâmpada e faça uma previsão sobre o que você acha que acontecerá com a intensidade da luz de 2,4 V ao colocarmos duas pilhas. Agora, acrescente a pilha e observe o brilho da lâmpada. Responda os itens abaixo:

a) Como você explica o aumento na luminosidade da lâmpada?

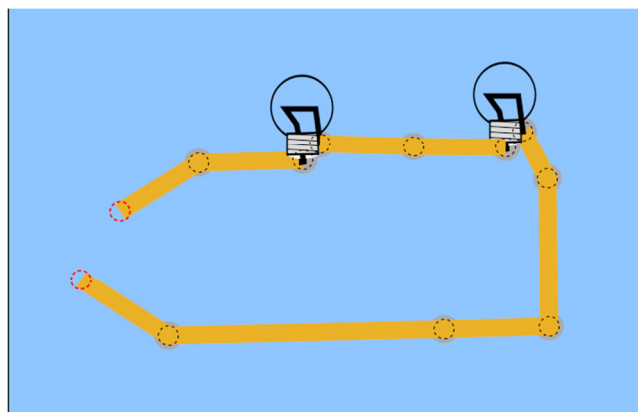
b) Como você acha que a pilha interfere no movimento dos elétrons livres do fio?

1.4. Usando duas pilhas e uma lâmpada de 2,4 V retire agora o interruptor e com as extremidades dos fios livres, estabeleça contato com os diferentes materiais abaixo, para verificar se a lâmpada acende ou não.

- | | | |
|------------------------|------------|----------------|
| a) Borracha - | acende () | não acende () |
| b) Régua de plástico - | acende () | não acende () |
| c) colher de metal - | acende () | não acende () |
| d) madeira - | acende () | não acende () |
| e) chave de metal- | acende () | não acende () |
| f) grafite - | acende () | não acende () |
| g) isopor - | acende () | não acende () |
| h) água com açúcar - | acende () | não acende () |
| i) água com sal - | acende () | não acende () |

1.5. Utilize os materiais do Kit nº 3 e monte a situação que esta representada no esquema da Figura 12. Use duas pilhas. *Material do Aluno – (No Kit nº 3 você usará lâmpadas de 2,4V com suporte, pilhas de 1,5V com suporte, fios e jacarés.)*

Figura 12 - problema 1.5.

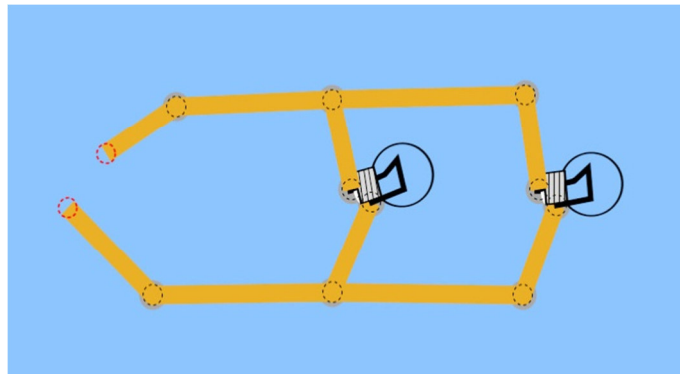


Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

Se você desenroscar uma das lâmpadas do seu suporte o que acontece com a outra? O que você acha que houve com a movimentação dos elétrons livres dentro do fio?

1.6. Utilize os materiais do Kit nº 3 e monte a situação que esta representada no esquema da figura 13. Use duas pilhas. *Material do Aluno – (No Kit nº 3 você usará lâmpadas de 2,4 V com suporte, pilhas de 1,5 V com suporte, fios e jacarés.)*

Figura 13 - problema 1.6



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

Se você desenroscar uma das lâmpadas do soquete o que acontece com a outra? Por que a movimentação de elétrons livres não cessou no trecho da outra lâmpada?

APÊNDICE E

GUIA DE TRABALHO PARA CONSTRUÇÃO VIRTUAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS, USANDO O PHET.

2.1. Monte no simulador PHET uma situação onde você possa acender uma lâmpada usando fios e uma pilha. Desenhe o esquema que você construiu. Agora responda: Na simulação as bolinhas se moviam ao mesmo tempo ou esperavam umas pelas outras?

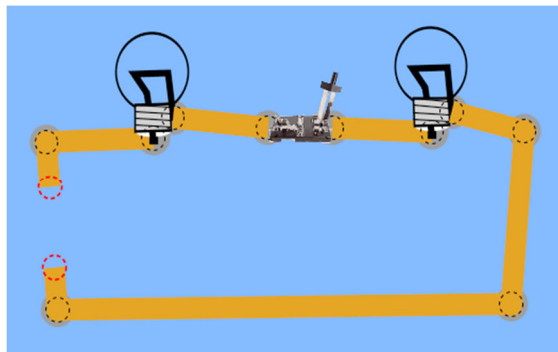
2.2. Monte no simulador PHET uma situação onde você possa acender uma lâmpada usando fios, uma pilha e agora também um interruptor. Desenhe o esquema que você construiu. Agora responda:

a) E se o fio fosse cortado o que aconteceria com o movimento dos elétrons? Por quê?

b) O fio cortado equivale a um interruptor aberto ou fechado? Por quê?

2.3. Monte no simulador PHET um esquema semelhante ao da figura abaixo e responda os itens a seguir.

Figura 14 - problema 2.3



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

a) O que você acha que são os pontos azuis?

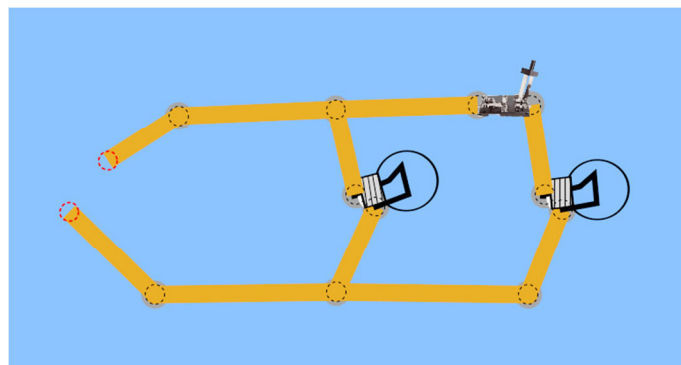
b) No momento em que fechamos o interruptor precisamos esperar que uma bolinha próxima da pilha chegue até a lâmpada para acendê-la?

c) Clique com o botão direito do mouse sobre a pilha, depois clique em alterar voltagem. Agora aumente e diminua o valor da voltagem da pilha e descreva o que acontece. O que varia?

d) Quando aumentamos a voltagem da pilha, o que acontece com o número de bolinhas que passam por segundo em cada lâmpada?

2.4. Monte no simulador PHET um esquema semelhante ao da Figura abaixo e responda os itens a seguir.

Figura 15 - problema 2.4



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

a) Podemos inverter o sentido de movimento dos pontos azuis? O que você pensa sobre isso?

b) Clique com o botão direito do mouse sobre uma lâmpada, (qualquer uma delas, tanto faz!) depois clique em alterar resistência. Agora aumente e diminua o valor da resistência da lâmpada e descreva o que acontece.

c) Que efeito o aumento na resistência elétrica provoca sobre a corrente?

d) Como fazer para mudar a velocidade de movimento dos elétrons?

APÊNDICE F

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO PÓS-TESTE

Aluno: _____ Série: _____ Turma: _____

1. Em que situação você aprendeu mais? Com a atividade real ou a virtual? O que você gostou mais e onde sentiu mais dificuldade?

2. Você descobriu ou aprendeu alguma coisa que não era do jeito que você pensava?

3. Você pode dizer o que é necessário para mudar o brilho de uma lâmpada ligada em um circuito? Comente se existe alguma relação do brilho da lâmpada com a velocidade de movimento dos pontos azuis que você observou no laboratório de informática.

4. A velocidade dos pontos azuis representa melhor qual propriedade do circuito?

() resistência () voltagem () corrente () eletricidade () não sei

5. Quando muda a velocidade desses pontos azuis é porque muda o(a):

() energia elétrica () voltagem () interruptor () resistência () não sei

6. Qual a fonte de energia de um circuito elétrico?

() pilha () fios () lâmpada () interruptor () não sei.

7. O brilho de uma lâmpada é melhor representado qual propriedade do circuito?

() eletricidade () voltagem () energia elétrica () corrente () não sei

8. O filamento de uma lâmpada incandescente esta ligado ao conceito de:

() resistência () voltagem () corrente () eletricidade () não sei

9. Resistência elétrica esta associada a um(a) _____ na passagem de cargas elétricas pela estrutura do material.

() atração () repulsão () caminho () dificuldade () não sei

10. O movimento organizado de cargas elétricas dentro do fio é:

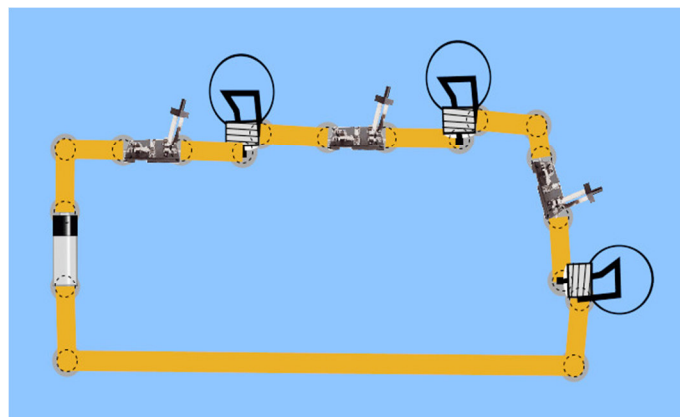
() resistência () voltagem () corrente () energia elétrica () não sei

11. Quando os pontos azuis estão parados não há transferência de _____ para o equipamento poder funcionar.

() resistência () voltagem () corrente () energia elétrica () não sei

12. Imagine que você é um engenheiro elétrico ou um técnico eletricitista. Qual esquema você usaria na instalação elétrica de uma casa? O esquema da figura 16 ou da figura 17? Explique por que você acha isso? Considere que cada esquema se refere a uma casa com três cômodos.

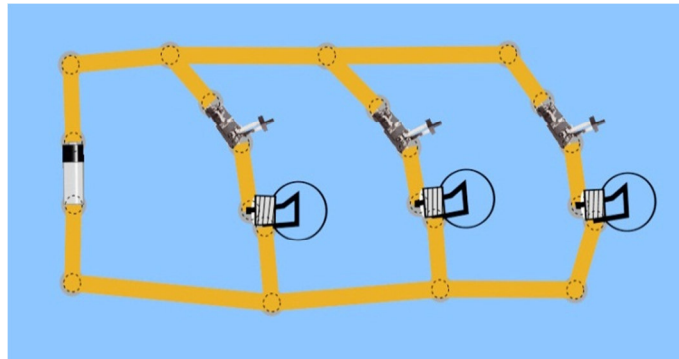
Figura 16 - esquema de circuito em série



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

a) Usaria este esquema? Sim ou Não? Por quê?

Figura 17 - esquema de circuito em paralelo



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/>

b) Usaria este esquema? Sim ou Não? Por quê?

13. A quantidade de bolas azuis que atravessam o circuito, chegando por segundo na lâmpada é igual, maior ou menor que a quantidade de bolas azuis que saem da lâmpada por segundo? Há alguma alteração na corrente depois de atravessar a lâmpada?

14. O que provoca o movimento das bolas azuis? O que você acha que é preciso para que elas comecem a se mover dentro dos fios?

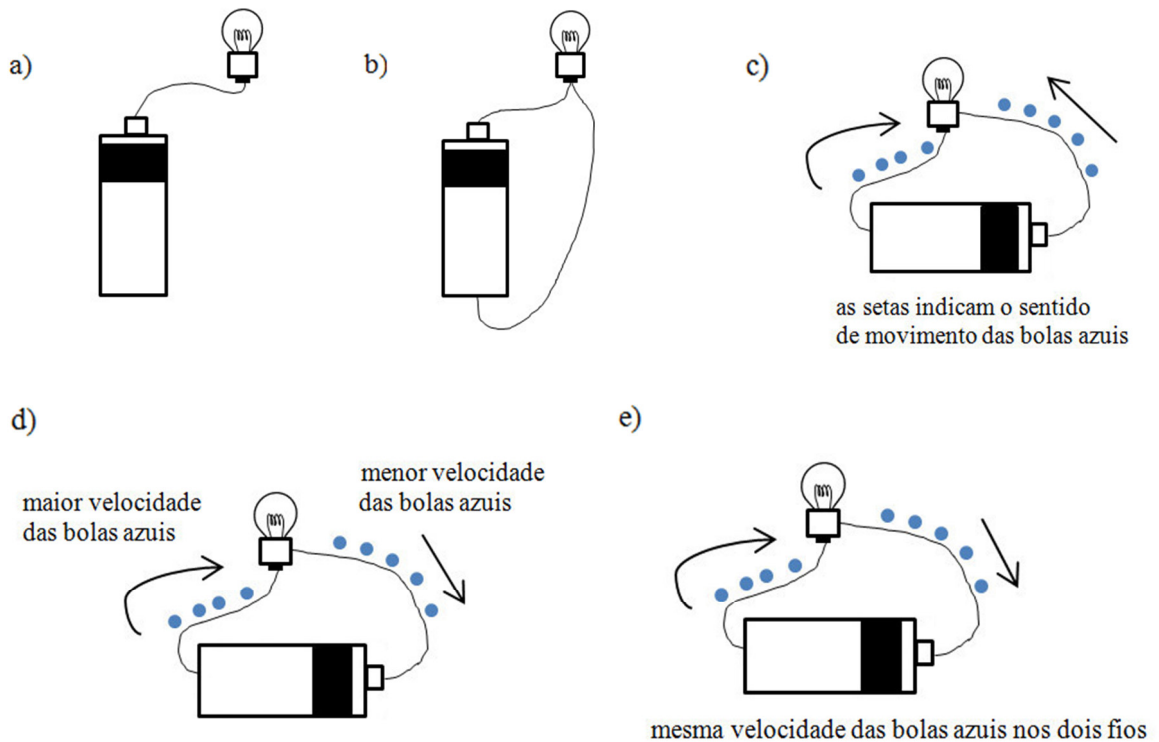
15. Será que o brilho forte da lâmpada provoca um aumento na velocidade das bolas azuis? Ou é a movimentação rápida das bolas azuis que causa uma maior intensidade no brilho da lâmpada? Em outras palavras, você acha que é a voltagem que provoca o aparecimento da corrente elétrica? Ou será que é a corrente elétrica que causa a voltagem? O que você pensa sobre isso? _____

16. Depois de tudo que você estudou e aprendeu o seu conceito de corrente elétrica mudou? Explique com suas palavras o que é corrente elétrica?

17. Depois de tudo que você estudou e aprendeu a sua definição de voltagem elétrica é a mesma? Explique com suas palavras o que é voltagem elétrica?

18. Depois de tudo que você estudou e aprendeu a sua definição de resistência elétrica mudou? Explique com suas palavras o que é resistência elétrica?

19. Você já investigou como ocorre a circulação da corrente elétrica entre a pilha e a lâmpada. Agora marque o item que representa o modelo de corrente adequado para o circuito elétrico simples de corrente contínua. (Driver et. al., 1994 apud POZO, 2009).



20. Como você avalia o seu aprendizado sobre circuitos elétricos ao final de todas essas atividades? Você pode escrever aqui alguns pontos importantes do seu aprendizado.
