

CIRCUITOS ELÉTRICOS NO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Rojans Coqueiro Rodrigues¹, Marta Feijó Barroso²

¹ UFRJ / PEF e PEMAT / rojans.rodrigues@gmail.com

² UFRJ / Instituto de Física / marta@if.ufrj.br

Resumo

Apresentamos neste trabalho uma sequência didática para o ensino de circuitos elétricos e conceitos iniciais de eletrodinâmica, agora previstos para o 8º ano do Ensino Fundamental pela Base Nacional Comum Curricular para o componente curricular de Ciências. As atividades têm enfoque em atividades práticas com envolvimento ativo dos alunos na construção e manipulação de circuitos, observações de fenômenos e discussões em pequenos grupos, com orientação do professor. Um kit experimental foi elaborado e a sequência desenvolvida com perspectiva de explorar, gradativa e recorrentemente, conceitos que apresentam concepções alternativas ou de senso comum identificadas na pesquisa em ensino de Física que dificultam a aprendizagem. As atividades foram aplicadas em turmas regulares de 8º ano e 9º ano do EF durante o processo de implementação do currículo orientado pela BNCC em uma escola da rede privada de ensino do Rio de Janeiro ao longo dos anos de 2019 e 2020. Durante a aplicação foi percebido forte envolvimento dos alunos nas etapas de experimentação e sistematização dos conceitos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino Fundamental II, Circuitos elétricos

Introdução

O uso de tecnologias derivadas de conhecimentos científicos sobre a eletricidade é imprescindível na sociedade contemporânea. O desenvolvimento de modelos, teorias e a compreensão de fenômenos desse campo da Física possibilitou grandes mudanças tecnológicas, socioculturais e ambientais ao longo dos últimos dois séculos. Esta relação é tão profunda que para a maioria das pessoas é praticamente impossível imaginar a rotina diária sem o uso de equipamentos elétricos. Apesar da relevância desse tema, pesquisas em Ensino de Física demonstram que estudantes de Ensino Médio apresentam recorrentemente concepções de senso comum (Pacca *et al.*, 2003) ou alternativas (Duit e Rhöneck, 1998; Andrade *et al.*, 2018) sobre circuitos elétricos que diferem dos modelos cientificamente estabelecidos.

Sobre o ensino desse tema no Ensino Fundamental (EF), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹, homologada em 2017 e implementada entre 2019 e 2020, gerou uma mudança considerável. Tradicionalmente grande parte das coleções de materiais didáticos de Ciências para os anos finais do EF concentravam os conteúdos de Física e Química no último volume² e estruturavam o estudo da eletricidade em blocos sobre eletrostática e eletrodinâmica. Já na BNCC, esse tema passa a ser abordado no 8º ano com enfoque na construção de circuitos elétricos, transformações e geração de energia elétrica, além de cálculos de seu consumo e

¹ <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>

² Vide guia do PNLD de 2014 em que apenas duas coleções não concentram os conteúdos de Física e Química no 9º ano. <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro-didatico/guia-pnld-2014>, Acesso em 08/08/2024.

ações de economia, e o tema relativo a estrutura e organização da matéria é mantido no 9º ano. Diante deste cenário, buscamos desenvolver e aplicar uma sequência didática que fosse direcionada por atividades práticas com circuitos elétricos. Para facilitar a aprendizagem, a sequência foi planejada considerando os objetivos, os recursos disponíveis e os conhecimentos prévios dos alunos (Borges 2002). Como subsídios e inspirações para a construção das atividades foram consultados materiais de referência, tais como Leituras em Física (GREF 1998)³, *Physics by Inquiry* (McDermott et al. 1996), *Tutorials in Introductory Physics* (McDermott et al. 1998), *Tutorials in Introductory Physics – Homework* (McDermott et al. 2002), *Teaching Introductory Physics* (Arons 1997) e *Matter & Interactions* (Chabay & Sherwood 2015).

Os roteiros das atividades apontam para materiais organizados na forma de um *kit* compacto (Figura 01 e Tabela 01). Este conjunto foi projetado para ter um custo acessível a fim de facilitar a oferta de um por grupo. Ao todo a sequência é composta por oito atividades (Tabela 02), cada uma delas complementada por um trabalho de casa. No presente trabalho abordaremos as três atividades iniciais. Na primeira é discutida a ideia de circuito, na segunda a classificação dos materiais como condutores e isolantes e a terceira um modelo de corrente elétrica como um fluxo orientado e contínuo ao longo de um circuito. Essa sequência didática foi aplicada em uma escola da rede privada de ensino do Rio de Janeiro em turmas de 8º ano em 2020 e de 9º ano em 2019 e 2020 que não tinham cursado o ano escolar anterior com o currículo orientado pela BNCC.

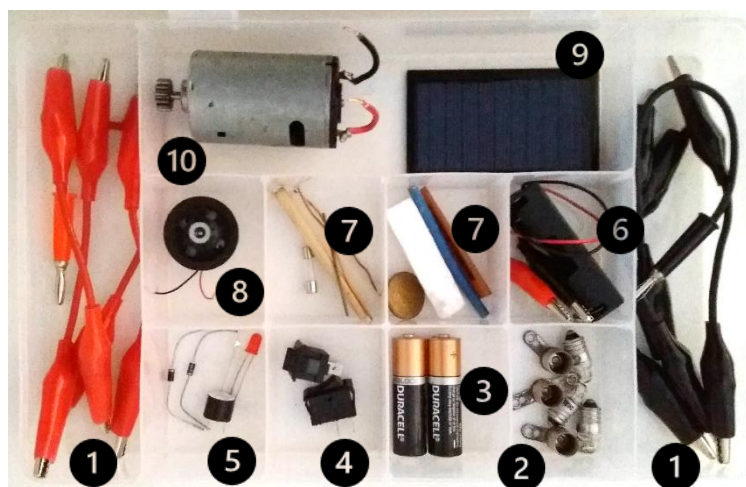


Figura 01: kit experimental

Tabela 01: Descrição dos itens do *kit* experimental

ID	Descrição	Quant.
1	Fios de cobre banana/jacaré preto e vermelho	1 cada
	Fios de cobre jacaré/jacaré preto e vermelho	3 cada
	Fio de cobre com as pontas desencapadas	2
2	Lâmpadas pingo d'água de 2,5 V (Modelo GE 222)	3
	Soquete para lâmpada E10 tipo rosca	3
3	Pilhas alcalinas AA	2
4	Chave gangorra com 2 terminais	2
5	LED vermelho 5 mm	1
	LED branco 5 mm	1

³ <http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>

	Buzzer ativo 5,0 V	1
	Diodos retificadores 1N4004	2
6	Suporte para 2 pilhas AA	1
7	Materiais condutores e isolantes diversos	
8	Motor DC 5,9 V	1
9	Mini célula fotovoltaica (aproximadamente 5V)	1*
10	Motor DC 12 V (adquirido como sucata eletrônica)	1*

* itens de maior custo que podem não constar em todos os kits e que podem ser compartilhados entre grupos

Descrição da sequência didática

As atividades da sequência didática proposta são, em sua maioria, organizadas em torno de construções de circuitos e visam estabelecer uma base fenomenológica estruturada. Esta é utilizada para apoiar as discussões e construções de modelos mentais dos conceitos básicos de eletricidade pelos alunos, bem como as explicações do professor. Como sugerido por Borges (2002) as atividades são projetadas para a aplicação em pequenos grupos com tarefas simples e com um sentido claro de progressão. Pretende-se ao longo das atividades ajudar os alunos a estabelecerem conexões entre *dois domínios do conhecimento* (Millar 2004): o domínio dos objetos e das propriedades observáveis e o domínio dos conceitos e ideias. Portanto, as atividades estabelecem claramente quais componentes de circuito serão utilizados, sejam eles novos ou já conhecidos de atividades anteriores, e quais conceitos são abordados.

Tabela 02: Atividades da sequência didática

Nome da Atividade	Componentes de circuitos apresentados na atividade	Conceito abordado
Lâmpada, fio e pilha	pilha comum 1,5 V, lâmpada incandescente e fio flexível de cobre.	Circuito
Acende ou não acende	conectores jacaré, soquete, e objetos condutores e isolantes.	condutores e isolantes
Fechado ou aberto	suporte para duas pilhas, interruptores, diodos retificadores.	corrente elétrica e convenção de um sentido
Lâmpada e mais lâmpadas		resistividade, resistência e resistores
Medindo a corrente elétrica	amperímetro digital, motor DC 5,9V, LEDs, <i>buzzer</i> ativo.	conservação da corrente elétrica e Lei dos nós
Sapos, pilhas e baterias?	voltímetro digital, célula fotovoltaica, “ <i>gerador</i> ” (motor DC 12V).	força eletromotriz e diferença de potencial
Potência		potência
O que é cobrado na “conta de luz”?		consumo de energia elétrica

Atividade 1 – Lâmpada, fio e pilha

A primeira atividade propõe aos alunos o desafio de acender uma lâmpada incandescente de lanterna com apenas uma pilha de 1,5 V tipo AA ou C e um pedaço de fio com pontas desencapadas. Eles devem ser encorajados a desenvolver o maior número de tentativas e registrá-las, até que obtenham as quatro possíveis soluções, como exemplificado na Figura 02.

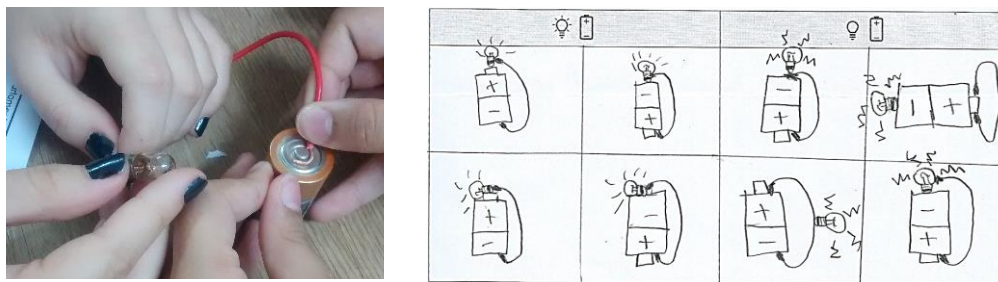


Figura 02: tentativa inicial de um grupo à esquerda; registros de uma aluna do 8º ano com as quatro soluções possíveis e outras quatro montagens que não funcionam à direita.

Esses desenhos são utilizados para as discussões nas questões posteriores sobre as similaridades e diferenças entre as construções em que a lâmpada acende e as em que não acende. Com isso pretende-se conduzir os alunos à percepção de que ela, tal como a pilha e o fio, possui dois terminais intrínsecos (rosca e ponta metálica inferior), e que o resultado esperado só ocorrerá se os três elementos forem conectados ponta a ponta em um ciclo (Figura 02).

- B) Vocês deveriam ter encontrado ao menos quatro arranjos diferentes que acendem a lâmpada. Como esses arranjos se assemelham? Como eles diferem dos arranjos em que a lâmpada não acendeu?

Um fio liga no positivo/negativo e outro na lâmpada. Mas que ela não acende, ou o fio não tocou os dois lados, ou estava na posição errada.

- C) Aponte quais condições devem ser atendidas para que a lâmpada acenda.

1- Um lado do fio no ferro da lâmpada e outro no outro lado (lâmpada com o mini ferrinho tocando na bateria) / 2- Fio no mini ferrinho, ferro na bateria, e outro lado com a outra ponta do fio.

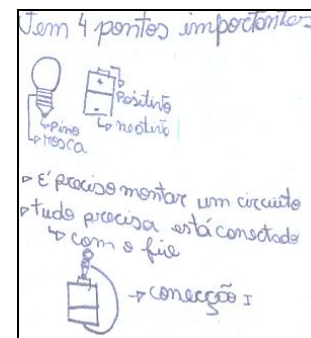


Figura 03: Respostas de uma aluna do 8º ano às questões da Atividade 1 à esquerda; anotações de uma aluna do 9º ano em um post-it colado no material da Atividade 1 à direita.

O trabalho de casa da Atividade 1 apresenta esquemas de possíveis montagens com uma pilha, uma lâmpada e um pedaço de fio desencapado, como mostrado na Figura 04, e pede que sejam assinalados aqueles em que a lâmpada acende. Espera-se que nesta etapa da instrução os esquemas com circuitos incompletos ao redor dos terminais da pilha (4, 6, 9 e 10) não sejam atraentes. Contudo, as montagens em que a pilha é posta em curto-circuito (1, 7, 8 e 11) apenas serão rejeitadas se verificadas experimentalmente e discutidas em sala de aula ao longo da atividade prática.

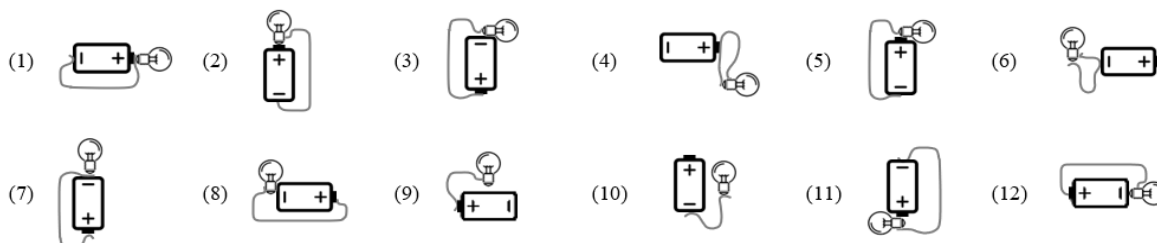


Figura 04: Esquemas de circuitos simples dados no trabalho de casa da Atividade 1.

Ao final desta atividade espera-se que os alunos tenham desenvolvido um modelo mental para circuitos elétricos simples que contraste com o de *efeito linear e causal entre baterias e lâmpadas* (Duit e Rhoneck 1998; Andrade et al, 2018), além de ganharem familiaridade com os primeiros componentes de circuitos que serão utilizados ao longo da sequência didática. Para complementar as conceituações dos alunos são apresentadas no material as definições de um dicionário para **circuito**.

Atividade 2 – Acende ou não acende

Esta etapa tem o objetivo subsidiar uma classificação provisória dos materiais como condutores ou isolantes, quando submetidos a pequenas diferenças de potencial. Inicialmente é solicitado aos alunos que projetem e confirmem com o professor um circuito com os materiais disponíveis: uma pilha, fios com conectores jacarés, uma lâmpada incandescente enroscada no soquete e um dos itens de teste (Figura 04). Dos esquemas apresentados na Figura 04, o esquema (a) é um exemplo do circuito esperado para a atividade e os esquemas (b) e (c) são projetos que precisam ser ajustados; uma vez que construídos, esses circuitos podem levar percepções diferentes das previstas para debate.

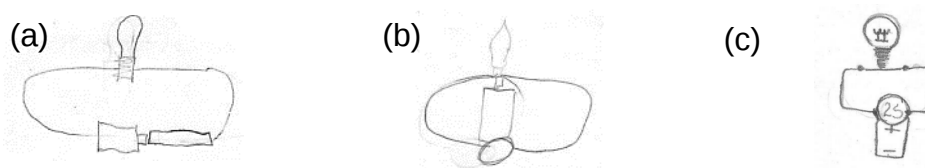


Figura 05: Esquemas produzidos por alunos na etapa de planejamento da Atividade 2.

Após a confirmação do circuito projetado, os materiais restantes são entregues aos grupos para que sejam testados e classificados, conforme o funcionamento da lâmpada (Figura 06). Foi observado nas aplicações que os alunos tendem a testar outros materiais disponíveis no ambiente da sala de aula. Nas questões seguintes os alunos são conduzidos a associar o comportamento da lâmpada com os dois grupos de materiais utilizados a fim de chegar em uma nomenclatura para eles. Nas aplicações realizadas os grupos chegaram nos termos em “condutores / transmissores” e “isolantes / não transmissores / não condutores / acondutores”, sem interferência do professor durante os debates.

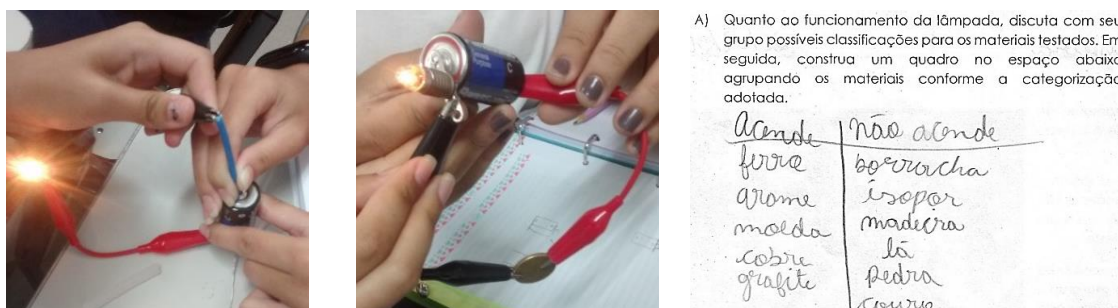


Figura 06: montagens de dois grupos do 8º ano à esquerda e ao centro; quadro de anotações dos testes de um aluno do 8º ano à direita.

A última questão dessa atividade indaga se há mudança no comportamento do circuito caso o item de teste esteja mais próximo de um terminal específico da pilha; também solicita que os alunos discutam entre si e testem. Esta pergunta tem objetivo de introduzir a discussão de um modelo mental que contraponha o *raciocínio sequencial* de análise de circuitos elétricos (Duit e Rhöneck 1998; Andrade et al. 2018) que será aprofundado na atividade seguinte.

No trabalho de casa desta atividade é questionado em qual dessas categorias se enquadram os materiais que compõem a lâmpada e o soquete. Nas aplicações da sequência didática foi verificada uma tendência dos alunos em identificar e classificar apenas as partes externas da lâmpada. Por esta razão, foram inseridas indicações numéricas com setas no material instrucional disponibilizado na versão final. Essa estratégia foi utilizada por alguns alunos e inspirou a alteração do

material. Há também dois exercícios de extrapolação sobre as estruturas internas da lâmpada e do soquete que se mostraram mais difíceis que o esperado e necessitaram ampla explicação na correção expositiva do trabalho de casa.

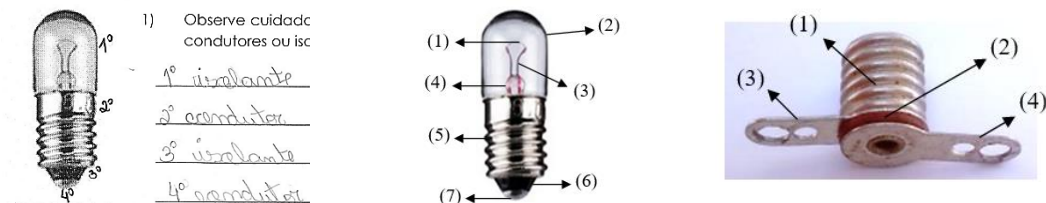


Figura 07: resposta de uma aluna do 9º ano de 2020 à esquerda; imagens utilizadas na versão final do material instrucional ao centro e à direita.

Atividade 3 – Fechado ou aberto

Com a formação de modelos mentais preliminares para *circuitos*, *condutores* e *isolantes*, a sequência didática propõe a construção de um modelo para a *corrente elétrica* que possa ser evidenciado e testado em atividades práticas. Na Atividade 3, são construídos circuitos de teste, similares aos utilizados anteriormente, para a observação e análise do acendimento da lâmpada quando são inseridos e manipulados interruptores e diodos retificadores. Nela são utilizados novos elementos que demandam maior observação e análise por parte dos alunos para que não pareçam caixas-pretas para eles. Os suportes de duas pilhas AA de 1,5 V são explorados no primeiro exercício e as chaves no segundo, antes da montagem dos circuitos de teste. A função dos diodos é discutida após a construção e análises dos circuitos. Diferentemente da Atividade 2, em que os alunos projetam o circuito, nesta um esquema é dado no roteiro (Figura 08). Os alunos são informados que a “Caixa A” e a “Caixa B”, representadas no esquema, são espaços para testar componentes que são presos pelas garras dos fios.

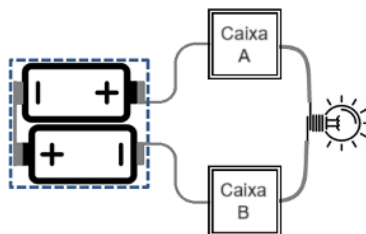


Figura 08: esquema do circuito de teste para a Atividade 3.

A primeira construção utiliza uma chave gangorra e um condutor conhecido nesses espaços de teste. As questões de análise que seguem essa montagem discutem a ideia de circuito aberto e fechado, tendo o brilho da lâmpada como evidência observável. Como a chave disponibilizada é do tipo gangorra os alunos precisam atribuir significado aos símbolos “I” e “O” como indicadores de chave fechada e aberta, respectivamente, para a sequência dos exercícios. Na conclusão dessa primeira montagem os alunos são questionados se a posição da chave (estar na “Caixa A” ou na “Caixa B”) altera o funcionamento do circuito. Esse debate visa contestar o *raciocínio sequencial* de análise de circuitos, ou seja, busca-se levar os alunos à compreensão de que o efeito de acender ou apagar a lâmpada será percebido ao abrir ou fechar a chave, independentemente da posição dela em relação à lâmpada e a um dado polo das pilhas.

A segunda construção utiliza como itens para teste um diodo retificador 1N4004 e um condutor num circuito que segue o esquema da Figura 08, e pede para que os alunos registrem suas tentativas (Figura 09). Com ela pretende-se conduzir a percepção de um sentido para a corrente elétrica ao redor do circuito, ao contrário do modelo pré-instrucional de que a corrente é emitida nos dois polos da bateria na direção da lâmpada (Pacca *et al.* 2003). Em seguida é perguntada a função do diodo (Figura 10).

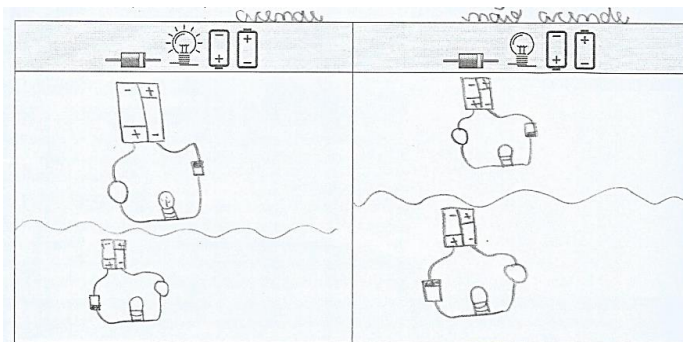


Figura 9 – registros de um aluno do 9º ano para os circuitos com diodo na Atividade 3.

B) Qual a função do diodo neste circuito? Faça inferências sobre o funcionamento deste componente eletrônico.

Ele é condutor quando posicionado ao sentido do negativo e isolante quando posicionado ao sentido positivo.

Figura 10 – Resposta de um estudante do 9º ano sobre a função do diodo.

O trabalho de casa é precedido de uma definição de corrente elétrica, e iniciado com dois exercícios que apresentam quatro circuitos com duas chaves abertas ou fechadas, ou dois diodos, e pergunta-se em qual(is) a lâmpada acenderá (Figura 11). A primeira questão pede-se para avaliar os argumentos de três alunos fictícios sobre o sentido da corrente elétrica através de um circuito simples: i – apenas do polo positivo para a lâmpada; ii – da bateria para a lâmpada e retornando; iii – dos dois polos na direção da lâmpada. De forma similar na segunda questão pede-se para avaliar qual é a representação do sentido convencional da corrente elétrica através de um corte transversal do conjunto lâmpada/soquete. O trabalho é encerrado com um texto para leitura e um vídeo disponíveis na *internet*⁴ sobre a oxidação do filamento de lâmpadas incandescentes, acompanhados de duas questões para análise e aprofundamento.

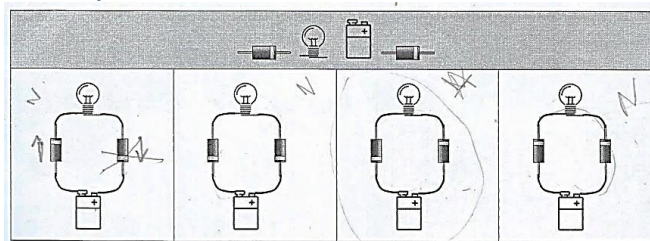


Figura 11 – Resposta de uma aluna do 9º ano 2019 em um item do trabalho de casa.

Considerações finais

As aplicações da sequência didática apontam para um engajamento dos alunos tanto nas etapas de construção de circuito quanto nas de discussão e

⁴ <http://www.cienctube.com/2009/04/oxidacao-do-filamento-de-tungstenio-de.html>

conclusão. Acreditamos que este envolvimento ativo possa auxiliar em construções conceituais mais sólidas. Ter conhecimento das concepções alternativas mais comuns associadas ao tema foi de grande importância pois os alunos as utilizam isoladamente ou em combinações com os conceitos já abordados. Isto reforça a importância do professor no planejamento e condução das atividades, mesmo que se pretenda dar maior protagonismo aos alunos e à comunicação entre eles.

Foi possível verificar, no decorrer das práticas experimentais e nas respostas dadas às questões do roteiro, como exemplificado nas Figuras 2, 3, 9 e 11, que os alunos passaram a expressar um conjunto de ideias sobre circuito e corrente mais consistentes com as cientificamente aceitas. Desta forma, concluímos que as atividades propostas têm potencial para auxiliar alunos do Ensino Fundamental no processo de evolução conceitual (Mortimer, 1996) nos temas de Física abordados.

Devido às restrições sanitárias no ano de 2020 a Atividade 3 foi aplicada apenas na turma do 9º ano que tinha o dobro de tempos de aulas semanais. Foram tentadas algumas adaptações de partes da sequência para o sistema de aulas on-line, mas que são de difícil avaliação dado a forma repentina que ocorreram e a excepcionalidade do período.

Referências

- ANDRADE, F. A. L. et al. **Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, n. 3, e3406, 2018. DOI 0.1590/1806-9126-RBEF-2018-0008
- ARONS, A. B. **Teaching Introductory Physics**. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 1997.
- CHABAY, R. W.; SHERWOOD, B. A. **Matter and interactions: electric and magnetic interactions**. 4th edn. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015.
- DUIT, R.; RHÖNECK, C. V. **Learning and Understanding Key Concepts of Electricity**. In: TIBERGHIE, A.; JOSSEM, E. L.; BAROJAS, J. (org.) **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**, 1998. Cap. 2.
- McDERMOTT, L. C. et al. **Physics by Inquiry, Vol. II**. – New Jersey: John Wiley & Sons, inc. 1996.
- McDERMOTT, L. C. et al. **Tutorials in Introductory Physics** – New Jersey: Preliminary Edition, Prentice-Hall, inc. 1998.
- McDERMOTT, L. C. et al. **Tutorials in Introductory Physics – Homework**. – New Jersey: 1 ed. Prentice-Hall, inc. 2002.
- MILLAR, R. **The role of practical work in the teaching and learning of Science**. Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences. Washington, 2004.
- PACCA, L. A. J. et al. **Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum**. Cad.Bras.Ens.Fís., v.20, n.2: p.151-167, ago.2003.
- MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?**. Investigações em ensino de ciências, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.