

Concepções espontâneas de estudantes de Ensino Médio em problemas envolvendo circuitos elétricos

Misconceptions of High School students in problems involving electrical circuits

Prof. Rodrigo Itaboray Frade; Hudson Rodrigues de Andrade

Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix

Resumo

Com o objetivo de investigar as concepções espontâneas de alunos sobre o conteúdo de circuitos elétricos, energia e potência, realizou-se um teste com um grupo de 41 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular de Contagem-MG. Os alunos apresentaram conflitos em relação a seus conceitos intuitivos de corrente elétrica e energia elétrica, conforme também encontrado em outros estudos sobre o assunto. Entretanto, este trabalho empírico revelou outros erros conceituais não discutidos na literatura acadêmica: parte dos alunos demonstrou possuir um modelo mental que indica igualdade entre potência e corrente elétrica, e ainda outro modelo mental que relaciona diretamente potência e resistência elétrica.

Palavras-chave: Ensino de Física; Circuitos elétricos; Concepções alternativas.

Introdução

É vasta a literatura de pesquisa educacional sobre concepções espontâneas de alunos sobre conceitos científicos, embora sejam poucas as pesquisas nacionais que procuram compreender os conceitos de energia, potência e corrente elétrica em circuitos elétricos apresentados por alunos.

Na década de oitenta, *VIEIRA et al. (1986)* já apontava a incompatibilidade entre os conceitos intuitivos dos alunos com os conceitos científicos formais apresentados no ensino de Ciências. Ao se constatar a concepção dos alunos que a corrente elétrica não se conserva em um circuito elétrico, buscou-se uma substituição desse conceito intuitivo pelo seu conceito científico através de uma experiência com circuitos elétricos constituídos de fios, pilhas e lâmpadas, obtendo resultados positivos. Entretanto, os

resultados mostraram que a experimentação da montagem de circuitos não resolveu, por completo, o conflito entre os conceitos intuitivo e científico envolvidos.

Pesquisas mais recentes, como de Moreira e Serrano (2013), apontam que mesmo um maior período de tempo dedicado à educação formal sobre o assunto não resulta, necessariamente, em um abandono das concepções alternativas dos alunos.

Os conceitos intuitivos se baseiam nos modelos mentais que adultos e estudantes apresentam. Borges (1999, p.89) afirma que um modelo mental é “uma forma de organizar nosso conhecimento sobre um determinado objeto, processo ou fenômeno que usamos para pensar sobre eles por meio de simulação mental”. Em seu trabalho, foram identificados quatro modelos mentais sobre eletricidade em um grupo de 56 estudantes e profissionais de diversos níveis de escolarização. Estes modelos são:

- a) Eletricidade como fluxo: energia, corrente e voltagem são uma mesma “substância” que se move no circuito elétrico e é consumida para produzir luz nas lâmpadas.
- b) Eletricidade como corrente oposta: há dois tipos de corrente elétrica, positiva e negativa, que são consumidos na lâmpada quando esta produz luz e calor. Pequenas partículas compõem a corrente elétrica. Não há diferenciação entre energia e corrente elétrica.
- c) Eletricidade como cargas em movimento: partículas carregadas (elétrons ou prótons) se movem pelos fios do circuito elétrico, e não são consumidas. Utiliza-se de analogias para explicar as transformações de energia e resistência elétrica da lâmpada.
- d) Modelo científico: utiliza-se de um vocabulário mais funcional, com explicações detalhadas sobre energia, voltagem e corrente elétrica. O campo elétrico é o agente que cria a corrente elétrica através da diferença de potencial entre dois pontos do circuito.

De uma forma mais geral, Borges (1999) argumenta que a representação oferecida por alguns modelos descarta a necessidade de conceitos do modelo científico. Para exemplificar, é citado o exemplo de uma pessoa que possui um modelo de uma bateria como um reservatório de energia. Não há a necessidade de distinguir energia e corrente elétrica, ou de um circuito fechado para que a lâmpada acenda para quem se utiliza dessa representação.

Compreendendo que as propriedades escolhidas por um aluno para explicar um fenômeno em um circuito elétrico reflete o modelo mental que o mesmo possui sobre eletricidade, estratégias de ensino eficazes devem ser traçadas a partir do conhecimento, parcial ou total, de seus modelos mentais.

Ainda de acordo com Borges (1999), a evolução dos modelos mentais não se dá de forma simples. A evolução de um modelo mental se dá através de sua gradativa sofisticação e capacidade de explicar um número maior de fenômenos.

Assis e Teixeira (2003) apresentam um enfoque mais global sobre o tema, destacando a obtenção de resultados positivos no processo de ensino-aprendizagem do conceito de energia utilizando-se de textos e livro paradidático. Em uma revisão bibliográfica sobre o assunto, são abordadas várias concepções de energia do senso comum de alunos desde a 5ª série do ensino fundamental ao nível universitário. Estudos de Higa, citado por Assis e Teixeira (2003), apontam para uma relação de igualdade entre os conceitos de energia e potência de alunos do ensino médio.

Os estudos de Vieira et al. (1986), Borges (1999) e Assis e Teixeira (2003) são específicos e distintos entre si, mas apontam para um mesmo caminho: conhecer melhor os conceitos intuitivos dos alunos, identificando o conflito entre os mesmos e os conceitos científicos envolvidos, é ponto de partida para a construção de estratégias de ensino mais significativas.

Em relação ao ensino de Física na educação básica, vários autores discutem a importância da presença do conceito de energia, não só pela sua complexidade e abrangência, mas também por sua presença nas tecnologias. Como vemos em Caro *et al.* (2004), Cruz *et al.* (2004), Gewandszajder (2004) e Luz e Álvares (2005a, 2005b e 2005c), o conceito de energia é abordado em diferentes etapas do ensino fundamental e médio, em diferentes áreas do conhecimento.

Embora este conceito seja explorado em vários contextos no ensino regular, alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola de Contagem-MG apresentaram um baixo desempenho ao responderem uma questão sobre energia e potência em uma avaliação diagnóstica aplicada no início do ano de 2006. Na prática escolar, nota-se ainda que muitos alunos apresentam conceitos intuitivos idênticos para energia e corrente elétrica, embora não se tenha encontrado pesquisas relacionando esses conceitos intuitivos.

Decidiu-se realizar um teste escrito para alunos do 2º ano do Ensino Médio, envolvendo conceitos sobre eletricidade e circuito elétrico, com o objetivo de melhor compreender quais os erros conceituais mais comuns apresentados pelos alunos, e assim rever a prática pedagógica dos professores de Ciências e Física dessa escola.

Metodologia

Optou-se por realizar esta pesquisa com alunos do 2º ano do Ensino Médio, para que os resultados sejam utilizados na elaboração de estratégias de ensino mais eficazes na abordagem do tema Eletricidade no 3º ano do Ensino Médio, ano letivo seguinte.

Primeiramente, foi elaborado um pré-teste contendo sete questões abertas, dividido em duas partes, com a intenção de verificar algumas concepções intuitivas dos alunos sobre circuitos elétricos. As questões levavam o aluno a explicar e comparar o funcionamento de dois circuitos elétricos simples semelhantes, a não ser pela potência da lâmpada de cada um – 10W e 20W. Esse pré-teste foi aplicado a 25 alunos do 3º ano do Ensino Médio, os mesmos alunos que realizaram a avaliação diagnóstica que deu origem a este trabalho.

Os resultados desse pré-teste validaram e fundamentaram a elaboração do questionário final. Utilizando-se dos mesmos circuitos utilizados no pré-teste, foram elaboradas três questões de múltipla escolha para o questionário final, solicitando ao aluno relacionar qualitativamente cinco conceitos: energia, voltagem, corrente, resistência e potência elétrica. Esse questionário final foi aplicado a 41 alunos de três turmas do 2º ano do Ensino Médio da mesma escola, escolhidos aleatoriamente pelo número de chamada.

Resultados do Pré-teste e discussão

Nas respostas das questões do pré-teste, grande parte dos alunos mostrou-se hábil em descrever as funções da pilha e dos fios no circuito. Sobre o que ocorre no interior da lâmpada, houve certa variedade de respostas, embora poucos alunos tenham apresentado respostas incorretas. A maior parte descreveu que algo acontecia com a energia (transformação, dissipação, etc), e apenas uma resposta apontou para a dissipação da corrente elétrica.

Embora tenham ocorrido falhas conceituais nas respostas a essas questões, concluiu-se que não foram estas poucas falhas que justificariam o baixo desempenho desses alunos na avaliação diagnóstica no início do ano.

Ao serem orientados a explicar algumas diferenças nas características dos dois circuitos elétricos, notou-se que parte dos alunos não relacionou corretamente dois ou mais conceitos envolvidos em suas respostas.

Tendo em vista as principais falhas encontradas no pré-teste, decidiu-se que o teste definitivo deveria explorar a capacidade do aluno de explicar certas características do circuito elétrico através da relação entre duas ou mais grandezas físicas.

Resultados do questionário final e discussão

A primeira pergunta do questionário se referia ao valor da corrente elétrica que passa nas lâmpadas L1 (10W) e L2 (20W) dos circuitos 1 e 2, respectivamente. Os resultados dessa pergunta estão resumidos na Tabela 1:

TABELA 1 – Respostas da primeira pergunta do teste: “Há alguma diferença em relação à corrente elétrica que passa pelas lâmpadas?”

Respostas	Número de alunos	Porcentagem
Não. As lâmpadas estão submetidas à mesma voltagem.	7	17%
Não. As lâmpadas estão submetidas a voltagens diferentes.	0	0%
Sim. L1 apresenta menor potência e será percorrida por uma corrente maior.	6	15%
Sim. L2 apresenta maior potência e será percorrida por uma corrente maior.	28	68%

Fonte: dados da pesquisa

Vinte e oito alunos indicaram a alternativa correta, relacionando corretamente potência e corrente elétrica. Entretanto, parte significativa da amostra total apresentou uma resposta incorreta. Os alunos que marcaram a primeira opção provavelmente possuem um modelo mental de “eletricidade como fluxo” (BORGES, 1999), que se configura por uma percepção de energia, corrente e voltagem como uma mesma substância física. Para esses alunos, voltagem e corrente elétrica são semelhantes, e a

resistência elétrica ou potência elétrica não interferem no valor da corrente elétrica que percorre o circuito.

Também foi possível concluir que os alunos relacionam corretamente a voltagem como uma característica determinada pela fonte (pilha), pois nenhum aluno marcou a segunda opção. Essa percepção também vai ao encontro do modelo de “eletricidade como fluxo” de Borges (1999).

A segunda pergunta do questionário se referia ao valor da resistência elétrica das lâmpadas. As respostas estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – Respostas da segunda pergunta do teste: “Qual a diferença em relação à resistência elétrica das lâmpadas?”

Respostas	Número de alunos	Porcentagem
L2 possui maior resistência, pois apresenta maior potência.	15	37%
L2 possui menor resistência, pois apresenta maior potência.	26	63%
L1 possui maior resistência, pois apresenta maior potência.	0	0%
L1 possui menor resistência, pois apresenta maior potência.	0	0%

Fonte: dados da pesquisa

Nesta questão, apesar da maior parte indicar que relacionam corretamente a potência nominal de uma lâmpada e sua resistência elétrica, uma porcentagem ainda maior de alunos (37%) marcou a opção incorreta em relação à porcentagem de respostas incorretas na primeira questão (32%).

Os dados também indicam que alunos relacionam corretamente o termo potência elétrica e sua unidade de medida, pois não foram marcadas respostas que afirmavam que a lâmpada de 10W apresenta maior potência (do que a lâmpada de 20W).

Os resultados desta questão apontam um modelo mental ainda não citado na literatura consultada (VIEIRA et al, 1986; BORGES, 1999; ASSIS; TEIXEIRA, 2003): uma relação direta entre potência elétrica e resistência elétrica.

A terceira pergunta do questionário se referia à energia dissipada nas lâmpadas. Os resultados dessa pergunta estão resumidos na Tabela 3.

Mais uma vez, a maior parte dos alunos (35) relacionou corretamente a potência da lâmpada com a rapidez que a energia é dissipada. Com estes dados, verifica-se que os alunos que realizaram esse teste não apresentam o mesmo conflito conceitual apresentado pelos alunos que realizaram a prova diagnóstica, citada no início desse artigo, que deu início a todo esse processo de pesquisa.

TABELA 3 – Respostas da terceira pergunta do teste 3: “Há alguma diferença em relação à energia dissipada pelas lâmpadas?”

Respostas	Número de alunos	Porcentagem
Não. Ambas as lâmpadas estão submetidas à mesma voltagem.	3	7%
Não. Ambas as lâmpadas são percorridas por correntes elétricas de mesmo valor.	0	0%
Sim. L2 possui maior potência e dissipará energia mais rapidamente	35	86%
Sim. L1 possui menor potência e dissipará energia mais rapidamente.	3	7%

Fonte: dados da pesquisa

Ao rejeitarem a primeira alternativa, rejeitaram também a relação incorreta que apenas a voltagem determina a quantidade de energia dissipada por unidade de tempo na lâmpada.

Comparando a segunda alternativa das três perguntas, pode-se concluir que o aluno compreende que embora a voltagem da pilha nos dois circuitos apresenta o mesmo valor, a corrente elétrica neles percorrida não apresenta valores iguais.

Mais uma vez, parte dos alunos (7%) demonstra possuir um modelo mental de “eletricidade como fluxo” (BORGES, 1999) ao estabelecer relação direta e incondicional entre energia e voltagem, ignorando a influência das demais variáveis apresentadas na situação.

Considerações finais

Este trabalho apresentou como objetivo investigar as concepções espontâneas de alunos sobre o conteúdo de circuitos elétricos, energia e potência, permitindo uma melhor identificação dos erros conceituais mais comuns apresentados pelos mesmos, e assim rever a prática pedagógica dos professores de Ciências e Física dessa escola.

Ao analisar como alunos do 2º ano do Ensino Médio relacionam dois ou mais conceitos científicos sobre eletricidade em circuitos elétricos, verificou-se que grande parte dos estudantes apresentou as respostas corretas no questionário final, indicando possuírem modelos mentais semelhantes aos modelos científicos desses conceitos.

Um número significativo de alunos apresentou concepções espontâneas inadequadas ao relacionar de corrente elétrica e energia elétrica, conforme previsto na literatura. Além desta falha, este trabalho empírico revelou outras concepções espontâneas incorretas não discutidas na literatura acadêmica: parte dos alunos demonstrou possuir um modelo mental que indica igualdade entre potência e corrente elétrica, e ainda outro modelo mental que relaciona diretamente potência e resistência elétrica. Acredita-se que estas três falhas conceituais identificadas interferem significativamente na compreensão da relação entre as grandezas físicas presentes em um circuito elétrico.

Referências

- ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Ode. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 1, p. 41-52, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000100004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 19 jan. 2016.
- BORGES, A. Tarciso. Como evoluem os modelos mentais. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p.85-112, set. 1999. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/15/41>>. Acesso em: 19 jan. 2016.
- CARO, Carmen Maria de et.al. APEC. **Construindo consciências**. 5ª, 6ª, 7ª e 8ª. Séries. São Paulo: Scipione, 2004.
- CRUZ, J. L. C.(Ed.). **Ciências**. Ensino Fundamental. Livros 5, 6, 7, e 8 . São Paulo: Moderna, 2004.
- GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Ciências nosso corpo**: 5ª série. 2. ed., Ática: São Paulo. 2004
- HIGA, T. T. Conservação de Energia: estudo histórico e levantamento conceitual dos alunos. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física) - Faculdade de Educação, **Universidade de São Paulo**, 1988.
- LUZ, Antônio; ALVARES, Beatriz. **Curso de Física - Volume I** . 6. ed. São Paulo: Scipione, 2005a.
- _____. **Curso de Física – Volume II**. 6. ed. São Paulo: Scipione, 2005b.



_____. **Curso de Física – Volume III**. 6. ed. São Paulo: Scipione, 2005c.

MOREIRA, Luís Paulo Basgalupe; SERRANO, Agostinho. Representações Mentais de Concepções Espontâneas dos Estudantes após Utilização de Softwares. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.11, n.3, dez. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/44472/28216>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

VIEIRA, Jairo et al. Conservação de corrente elétrica num circuito elementar: o que os alunos pensam a respeito?. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 3, n 1, p. 12-16, abr. 1986. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7933/7299>>. Acesso em: 19 jan. 2016.