

INVESTIGAÇÃO DO ENTENDIMENTO DE ESTUDANTES DO TERCEIRO ANO SOBRE CIRCUITOS E CORRENTE ELÉTRICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

INVESTIGATION OF THIRD YEAR STUDENTS' UNDERSTANDING OF CIRCUITS AND ELECTRIC CURRENT: AN EXPLORATORY STUDY

Ericarla de Jesus Souza¹, Amanda Amantes²

¹Universidade Federal da Bahia (UFBA)/Instituto de Física (IF), ericarlasouza@ufba.br

²Universidade Federal da Bahia (UFBA)/Instituto de Física (IF), amandamantes@ufba.br

Resumo

A compreensão de conceitos relacionados à corrente elétrica e circuitos elétricos representa um desafio para muitos estudantes devido à sua natureza abstrata. Este artigo busca examinar como se apresenta o entendimento de estudantes do terceiro ano do ensino médio sobre circuitos e corrente elétrica após o processo de escolarização, utilizando um conjunto de itens construídos com base em instrumentos previamente validados na literatura. A pesquisa exploratória foi conduzida com 205 estudantes e buscou mapear a configuração do entendimento. A análise dos dados, realizada por meio dos escores normalizados, concentra-se em uma abordagem exploratória, visando identificar padrões e tendências significativas. Este estudo contribui, do ponto de vista metodológico de pesquisa, para elencar possíveis preditores de aprendizagem para investigar a aprendizagem desse conteúdo. Além disso, traz contribuições para uma compreensão dos desafios enfrentados pelos estudantes nesse domínio e oferece *insights* para aprimorar a abordagem pedagógica desses conceitos no ambiente educacional.

Palavras-chave: Entendimento, corrente elétrica, circuitos elétricos, ensino de Física

Abstract

Understanding concepts related to electric current and electrical circuits represents a challenge for many students due to their abstract nature. This article seeks to examine how third-year high school students' understanding of circuits and electric current appears after the schooling process, using a set of items constructed based on instruments previously validated in the literature. The exploratory research was conducted with 205 students and sought to map the configuration of understanding. Data analysis, carried out using normalized scores, focuses on an exploratory approach, aiming to identify significant patterns and trends. This study contributes, from a research methodological point of view, to listing possible learning predictors to investigate the learning of this content. Furthermore, it contributes to an understanding of the challenges faced by students in this domain and offers insights to improve the pedagogical approach to these concepts in the educational environment.

Keywords: Understanding, electric current, electrical circuits, teaching Physics

Introdução

A eletricidade é uma das áreas da Física que tem recebido maior atenção no que tange às dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem, conforme indicado pela pesquisa de Dorneles, Araújo e Veit (2006). A literatura revela uma extensa pesquisa ao longo do tempo acerca do entendimento dos estudantes em relação à eletricidade (Millar & King, 1993; Coelho, 2007).

Conforme destacado nos estudos de Coelho (2007), é evidente que as pesquisas existentes predominantemente adotam abordagens exploratórias e descritivas, abrangendo desde os conceitos iniciais sobre eletricidade até o conhecimento mais formal e avançado, tanto no ensino secundário quanto no universitário. A compreensão dos conceitos relacionados à corrente elétrica e aos circuitos elétricos é desafiadora devido a sua abstração para vários estudantes. A natureza abstrata da eletricidade requer uma mudança na percepção e na forma como os alunos visualizam o mundo, exigindo uma compreensão das abstrações conceituais associadas à corrente elétrica e aos circuitos elétricos.

Diante disso, é fundamental entender como esses elementos se relacionam e são representados graficamente em diagramas de circuitos, juntamente com a terminologia técnica associada à eletricidade. Superar essas dificuldades requer abordagens pedagógicas que tornem os conceitos mais tangíveis e aplicáveis. Nesse sentido, estratégias que envolvem demonstrações práticas, experimentos simples, analogias, recursos visuais e atividades interativas podem facilitar o aprendizado, tornando-o mais acessível e interessante. Para criar essas atividades e instruções eficazes, é essencial mapear e diagnosticar o entendimento dos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio a respeito desses conteúdos.

Este artigo busca examinar a partir de uma análise exploratória como se apresenta o entendimento de estudantes sobre a parte conceitual e procedimental¹ de circuitos e corrente elétrica, após o processo de escolarização, utilizando um conjunto de itens construído por questões de instrumentos já validados na literatura,

¹ *Procedimental se caracteriza aqui como o saber fazer, inclui técnicas, estratégias, procedimentos, cálculos matemáticos, aplicabilidade do conteúdo.

como os de Coelho (2007), Mazur (2015) e Silveira *et al.* (1989), e por questões adaptadas e/ou elaboradas pelos autores.

Referencial Teórico

É importante fazer a distinção entre entendimento e conhecimento. De acordo com Perkins (1993), a compreensão vai além da simples aquisição de conhecimento. Por exemplo, um estudante pode possuir conhecimento sobre os conceitos de corrente elétrica e circuitos elétricos, ser capaz de expressar esse conhecimento verbalmente ou por escrito, pode conseguir resolver os cálculos de circuitos em série e paralelo, calcular tensão etc. e, no entanto, não ser capaz de construir um circuito real utilizando lâmpadas, fios e uma fonte de energia ou não saber identificar um vazamento de energia na ligação elétrica residencial de sua própria casa. Isso indica que seu entendimento sobre esse conceito pode não estar totalmente desenvolvido.

A aprendizagem é considerada uma evolução do entendimento, ou seja, é o desenvolvimento progressivo das habilidades cognitivas. Esse processo contínuo de construção do conhecimento e entendimento pode ser influenciado por fatores diversos. O estado emocional, as relações sociais, a familiaridade com o tema e a linguagem são apenas alguns desses fatores; eles variam com o tempo e ampliam, conseqüentemente, os possíveis caminhos através dos quais um determinado entendimento pode progredir (Fischer, 1980).

Portanto, a perspectiva da aprendizagem como evolução do entendimento ressalta a natureza dinâmica e contínua do processo educacional, enfatizando a importância de abordagens pedagógicas que considerem o desenvolvimento gradual e a progressão do conhecimento ao longo do tempo. O entendimento é um traço latente que pode ser acessado a partir de instrumentos dentro de uma perspectiva teórica preestabelecida.

Na abordagem teórica, o entendimento é considerado um atributo comparável à habilidade, como defende Fischer (1980). Para Biggs e Collis (1982) o entendimento é um atributo comparável ao pensamento, que se torna mais complexo ao longo do tempo, resultante das interações em diversos contextos onde o conteúdo é explorado. Sua complexidade é influenciada por vários fatores, como maturidade, suporte social e nível de desenvolvimento cognitivo. No viés teórico-metodológico, considerando o entendimento como um traço latente, sua mensuração pode ser realizada por meio de

instrumentos validados, levando em conta que seu grau de articulação está vinculado a uma hierarquia concebida em termos de complexidade.

Método

Em concordância com objetivo deste trabalho, que consiste no entendimento conceitual e procedimental de corrente e circuitos elétricos, elaboramos um instrumento a partir da inclusão de itens já validados na literatura e a construção/adaptação de novos itens que foram necessários para acessar conhecimentos que os testes já existentes não contemplam. Para conduzir o estudo, o instrumento foi administrado a 205 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, pois como o objetivo foi o de mapear o entendimento após o período de escolarização, os estudantes deveriam já ter estudado o conteúdo de eletricidade.

O instrumento em questão consiste em 40 itens, distribuídos da seguinte maneira: 14 itens dicotômicos (Verdadeiro ou Falso), 23 itens do tipo objetivo com quatro alternativas e três itens discursivos. A coleta de dados foi realizada com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio da Rede Estadual do Espírito Santo e da Rede Federal de Minas Gerais. Os questionários foram aplicados de forma presencial em sala de aula sob supervisão do professor de Física em forma *offline* utilizando o *Google Forms*. Os resultados dos mesmos foram submetidos a uma análise exploratória baseada nos escores do teste.

Análise e Resultados

Os dados correspondentes às respostas dos estudantes ao teste de conhecimento foram transformados e avaliados em termos de variável dicotômica, produzindo um escore total de acertos. Esse escore total foi normalizado e utilizado para avaliar a frequência de acertos, fornecendo parâmetros para identificar dificuldade dos itens e os conteúdos mais aprendidos. Ou seja, a análise exploratória dos dados coletados compreendeu a avaliação da frequência e na análises de itens considerados fáceis e difíceis, interpretando o tipo de conhecimento do estudante de acordo com a frequência de marcação. Ademais, foram analisados os itens discursivos, a partir das respostas dos alunos, criamos três categorias, baseada na perspectiva docente de avaliação: correto, parcialmente correto e incorreto.

Explorando a média e o desvio-padrão na Avaliação de Desempenho Geral

As respostas dos estudantes foram codificadas para facilitar a interpretação, de modo que, para os itens objetivos e dicotômicos, as respostas marcadas de acordo com o gabarito das questões foram substituídas pelo número 1, enquanto as respostas em desacordo foram representadas pelo número 0. Quanto aos itens discursivos, analisamos de acordo com as três categorias supracitadas no tópico acima. Após essa categorização, foi atribuído o número 0 para a categoria “incorreto”, o número 1 para a categoria “parcialmente correto” e o número 2 para a categoria “correto”; formando assim uma grande matriz. Após essa codificação, foram calculados os escores e os escores normalizados e a média normalizada das marcações dos itens de acordo com o gabarito e com as categorias.

A média normalizada foi de 57,2 o que sugere um desempenho médio na amostra de 2005 respostas. Dividimos a amostra em grupos de escore alto, médio e baixo. O grupo com baixo escore normalizado, abaixo de 35, apresentou uma média de 28,8, já o grupo com médio escore normalizado, entre 36 a 69, teve uma média de 56,1, enquanto o grupo com alto escore normalizado, acima de 70, teve uma média de 75,6. O desvio-padrão dos escores normalizados total foi de 13,9 e dos três subgrupos foram, respectivamente, 3,4; 9,7 e 3,4, considerado relativamente baixo, indicando consistência nas respostas dentro dessas categorias.

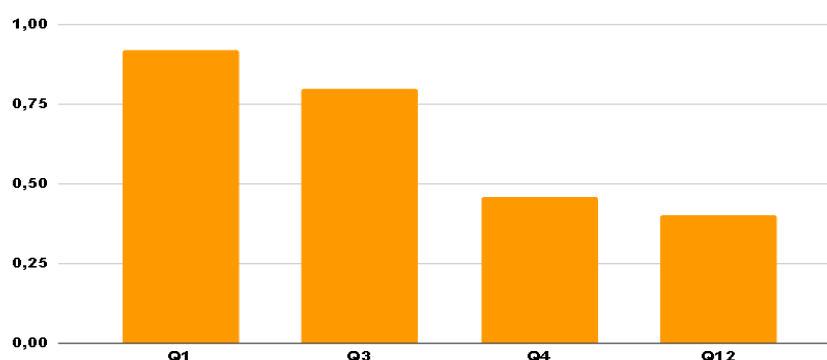
O grupo de alunos dos escores mais baixos consistia principalmente em estudantes da rede estadual da zona periférica do Espírito Santo, provenientes do ensino regular. O grupo dos escores médio era composto por um total de 154 estudantes sendo a maior quantidade de alunos dos cursos de meio ambiente e agroecologia da rede Federal. Por outro lado, os alunos do Instituto Federal de Minas Gerais de informática compuseram o grupo de desempenho mais elevado, alcançando uma média consideravelmente superior à média geral dos resultados.

Desempenho em questões dicotômicas

O desempenho nas questões dicotômicas se refere a quantidade de acertos de cada questão. As Questões 01 a 14 eram do tipo dicotômico, sendo de verdadeiro ou falso. A Figura 1 representa, por meio do gráfico de desempenho, as questões com os mais altos e os mais baixos índices de acertos. As questões Q1 e Q3 apresentaram uma média de acertos de acima de 0,75, o que indica que essas questões podem ser consideradas fáceis, dada a significativa quantidade de respostas corretas. A questão

Q1 abordava sobre conceito de corrente elétrica e a Q3 refere-se sobre os termos utilizados de forma coloquial sobre tensão elétrica. Por outro lado, as questões Q4 e Q12 eram do tipo procedimental e obtiveram as médias mais baixas de acertos, ou seja, foram os itens com maior quantitativo de erros, de modo que podemos classificá-los como os itens dicotômicos mais desafiadores. A Q4 abordava sobre o conceito de resistência equivalente em um circuito em série através de uma imagem. Já a Q12 refere-se sobre a análise de três circuitos iguais em paralelo com o uso de amperímetro e pergunta sobre os valores das correntes nos aparelhos. O nível de erros de Q12 podemos associar sobre a dificuldade dos estudantes em interpretar a pergunta com as imagens do circuito e associar com a leitura do amperímetro, ou seja, esse item demandava habilidades diferentes dos estudantes.

Figura 1: Gráfico de desempenho em itens dicotômicos

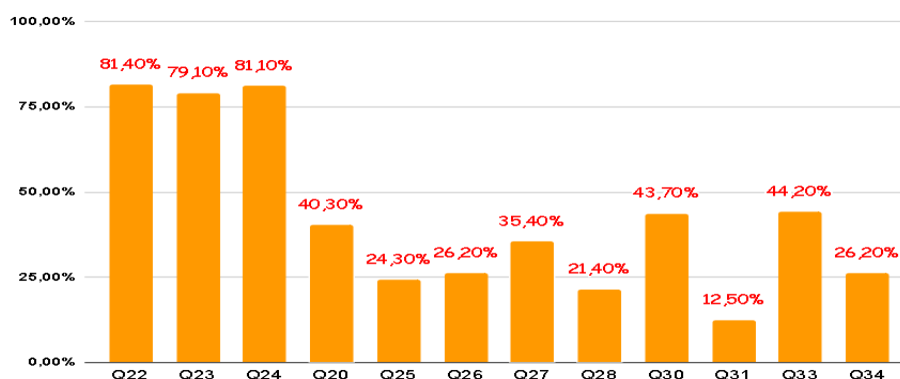


Fonte: Autoras, 2024.

Análise da frequência de acertos e erros em questões objetivas

As Questões 15 a 37 eram do tipo objetiva, com quatro alternativas sendo que apenas uma estava correta. Na Figura 2, representada pelo gráfico de frequência de acertos, foram destacadas as questões que obtiveram porcentagem de acertos acima de 79%, como é o caso das questões Q22, Q23 e Q24, cujos itens são compostos por perguntas conceituais sobre circuito elétrico, como é o caso da Q22, que pergunta de forma objetiva o conceito de circuito elétrico em série. No gráfico também se pode observar quais questões tiveram menor porcentagem de acertos, que é o caso da Q31, que possui apenas 12,50% de acertos. Essa questão do tipo procedimental dizia a respeito à análise de uma imagem de um circuito elétrico e perguntava sobre o brilho das lâmpadas ao fechar uma chave. Tal questão exigiu dos estudantes algumas habilidades, como analisar a imagem, entendimento da função da chave no circuito e de como se comporta o brilho das lâmpadas em circuito misto.

Figura 2: Gráfico de frequências de acertos em itens objetivos

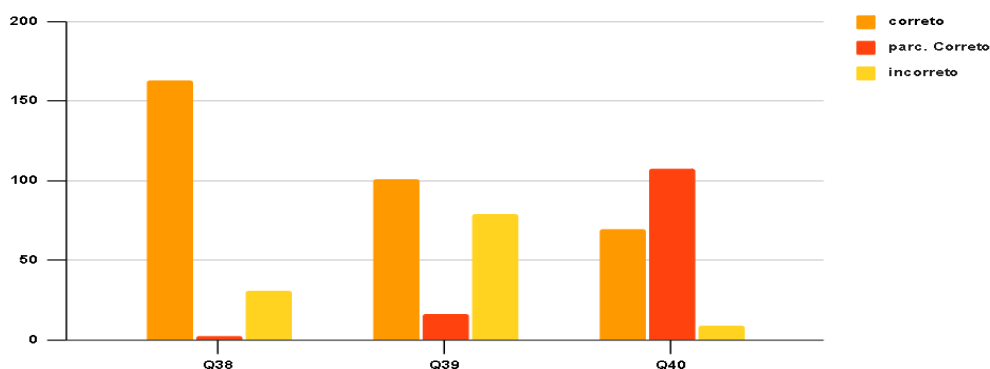


Fonte: Autoras, 2024.

Análise de itens discursivos

As questões 38 a 40 eram discursivas, conforme supracitado no texto, foram analisadas a partir das respostas dos alunos, e criadas três categorias, baseada na perspectiva docente de avaliação: correto, parcialmente correto e incorreto. A Q38, sobre a aplicação da primeira lei de Ohm, revelou um entendimento satisfatório, com 163 escores na categoria “correto” e 31 escores na categoria “incorreto”, conforme evidenciado na Figura 3. Na Q39, que abordava a segurança ao ligar aparelhos em diferentes voltagens, houve 101 respostas na categoria “correto” e 79 respostas na categoria “incorreto”, pode indicar haver com desafios na aplicação do conhecimento sobre corrente e tensão elétrica. Por fim, a Q40, obteve 107 respostas na categoria “parcialmente correto” e 69 respostas na categoria “correto”, destacando-se como o item mais complexo. Esta questão é solicitava a explicação do que ocorre na pilha, fios, interruptor e na lâmpada quando o interruptor é acionado e a lâmpada ascende.

Figura 3: Gráfico de codificação dos itens discursivos



Fonte: Autoras, 2024.

Considerações finais

A análise exploratória do conjunto de dados proporcionou *insights* para compreender como os estudantes do terceiro ano apresentam seu entendimento em relação à corrente e circuitos elétricos. A metodologia de análise de frequência a partir de escores normalizados nos fornece parâmetros para investigar quais conteúdos se apresentam como desafiador para serem aprendidos, dentro do tema de circuito elétrico. Os itens que tratavam de conceitos de corrente e circuitos elétricos foram os mais acertados, sendo os relacionados a procedimentos com análises e interpretação de imagens apresentaram mais respostas equivocadas. Isso indica que possivelmente o processo de escolarização está contemplando, do ponto de vista conceitual, maior aprendizagem de conceitos teóricos de corrente e circuitos, sendo necessário um aprofundamento maior para indicações procedimentais sobre possíveis abordagens que proporcionem maior compreensão em aplicações em outras searas.

Em resumo, a análise exploratória delineou indícios sobre como o conteúdo de circuito elétrico está contemplado na compreensão dos alunos, possibilitando levantar hipóteses para futuras pesquisas mais aprofundadas.

Referências

- BIGGS, J.; COLLIS, K. **Evaluating the quality of learning: the SOLO Taxonomy**. New York: Academic Press, 1982. v. 296.
- COELHO, G. R. A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: um estudo longitudinal. Tese (Doutorado)- UFMG/FaE, 2011.
- DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I - circuitos elétricos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. p. 487–496, 2006.
- FISCHER, K. W. (1980). A theory of cognitive development: the control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87, 477–531.
- MARINHO, E. C.; PESSOA; RODRIGUEZ, E. A. Aprendizagem no Ensino de Eletricidade desenvolvida por uma proposta de Educação por Projetos. **Ens. Tecnol. R**, n. 1, p. 21–35, 2020.
- MILLAR, R.; KING, T. Students' understanding of voltage in simple series electric circuits. **International Journal of Science Education**, n. 4, p. 339–349, 1993.
- PERKINS, D. Teaching for Understanding. *The Professional Journal of the American Federation of Teachers*. v.17 n3, p. 8-28, 1993.
- SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. e AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 41(11): 1129–1133, nov. 1989.