

ENSINO DE ELETRICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL: LIÇÕES A PARTIR DE TESES E DISSERTAÇÕES ACADÊMICAS

Eric Keiji Tokuda

Denise Therezinha Rodrigues Marques Wolski

RESUMO: A Física é comumente vista pelos alunos como uma disciplina complexa. Um dos motivos desta visão é a experiência em sala de aula com a disciplina, que é frequentemente traumática. Neste cenário, o conhecimento de abordagens alternativas de ensino pode favorecer o educador em sala de aula. Neste trabalho, analisamos teses e dissertações acadêmicas desenvolvidas no Brasil que estudaram o ensino da eletricidade no Ensino Fundamental. A análise destes trabalhos revela que conceitos tradicionalmente vistos como complexos e introduzidos no ensino médio podem ser explorados sob à luz de teorias educacionais vygotskianas já em idade infantil no Ensino Fundamental. Em todos os trabalhos, foram propostos experimentos físicos como complemento à aula conceitual. As implementações em sala de aula ocorreram em diversas séries do Ensino Fundamental e em todos os casos relatados, foi bem aceito pelos alunos, com grande interação. Ademais, através de posteriores discussões e questionários, foi verificado uma efetiva compreensão dos conceitos explorados.

Palavras-chave: Eletricidade. Ensino Fundamental. Experimentos.

1. Introdução

A Física é vista por muitos alunos como uma disciplina difícil e complexa. Um dos possíveis fatores associados a essa visão é a ausência de conexão dos conceitos explorados com a realidade do aluno. A Física nesse caso é vinculada a uma série de substituições de números em “fórmulas” matemáticas e de resoluções de exercícios de livros. Nessas ocasiões, é natural que muitos alunos criem aversão à Física e não consigam explicar a realidade através dos conceitos aprendidos.

Embora esses problemas já tenham sido identificados e amplamente explorados, muitos professores continuam mantendo as abordagens tradicionalistas. Nessas abordagens, os professores assumem o centro da cena enquanto os alunos representam uma audiência passiva. O professor apresenta o material do livro-texto, resolve exemplos numéricos e ocasionalmente faz demonstrações matemáticas. O estudante, por sua vez, ouve a aula, faz anotações e raramente faz comentários ou perguntas. As aulas podem ser acompanhadas ocasionalmente de atividades de laboratório, nas quais os alunos apenas seguem o protocolo descrito pelo professor.

Diversos teóricos da educação abordaram estes problemas. Por exemplo, de acordo com a visão cognitivista do aprendizado, os estudantes estão constantemente modificando sua estrutura mental para se adaptar às mudanças que experimentam (ANDERSON, 1996; GREENO, 1996). O processo de construção de conhecimento é facilitado por interações sociais (VYGOTSKY, 1998), motivação (WEINSTEIN, 1998) e acomodação do equilíbrio cognitivo (PIAGET, 1954).

Nesse âmbito, educadores das mais diversas áreas propuseram estratégias para aplicar essas teorias em sala de aula (BITTENCOURT, 2005; AULER, 2002). Em (HAKE, 1998), o autor explora essas teorias no ensino da Física. De acordo com ele, os alunos devem estar ativamente envolvidos com seus professores, colegas de classe e com os materiais de ensino, pois desse modo, há um entendimento conceitual e um aprimoramento das habilidades de resolução de problemas. Outras abordagens incorporam exemplos, materiais e atividades do contexto da vida real com o objetivo de estabelecer conexões da Física com aplicações no cotidiano.

Para fins didáticos, tradicionalmente se divide a Física em campos, sendo a Eletricidade uma das grandes áreas. No campo da Eletricidade se estudam as cargas elétricas, suas propriedades e os fenômenos causados por elas. Atualmente, existe significativo interesse comercial nesse campo de estudo, visto a atual dependência da sociedade sobre a energia elétrica.

No Brasil, o ensino da Física apresenta uma série de desafios adicionais como a ausência de formação específica em Física (NASCIMENTO, 2020) e o impacto da valorização da pesquisa em ciência básica sobre o ensino (MOREIRA, 2018). Ainda de acordo com ele, “...nos dias de hoje, o ensino de Física no Brasil está em crise, desatualizado, minimizado, desvalorizado” (MOREIRA, 2018). O Ministério da Educação (MEC), consciente desta situação, estabelece que:

(...) as dificuldades enfrentadas pelos alunos estão relacionadas com a falta de relação dos conteúdos estudados em sala de aula na disciplina Física com a vida cotidiana deles, evidenciando a importância de o professor considerar a contextualização ao ministrar os conceitos para que proporcionem ao aluno um maior aprendizado, favorecendo um ensino de melhor qualidade. (GODOI, 2018, p.13)

Nesse âmbito, este trabalho teve como objetivo geral analisar os projetos de pesquisa em nível de pós-graduação que abordam o ensino de eletricidade no Ensino Fundamental no Brasil. Para tanto, foram analisadas as dissertações de mestrado e doutorado catalogadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações que atendiam ao critério de busca, este o qual, elaborado de modo a encontrar os manuscritos que exploram em nível de Ensino Fundamental o tópico de eletricidade.

Na Seção 2, descrevemos o critério de busca e a fonte de dados; na Seção 3, descrevemos como os trabalhos foram filtrados e descrevemos cada um dos trabalhos; na Seção 4, realizamos uma análise comparativa entre os trabalhos levantados e; na Seção 5, apresentamos as considerações finais.

2. Definição do escopo e coleta dos dados

Este estudo tem como foco as dissertações associadas a projetos de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil. Este escopo de trabalho foi escolhido porque trabalhos desse cunho tendem a ter rigor acadêmico, com metodologia científica e cuidado na escrita e também por poderem serem vistos como um indicador de interesse dos novos pesquisadores pelo tema. Realizamos a busca através da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)¹ do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Esta ferramenta integra os sistemas de informação de dissertações e teses acadêmicas no Brasil. Na data da utilização da ferramenta, 656.337 estavam indexados na base de dados. Não foi utilizado filtro com relação à data de publicação, porém os resultados se limitam ao catálogo disponível na biblioteca utilizada.

Salienta-se que este critério de busca, assim como qualquer outro, não garante a existência de resultados pertinentes mas que não atendam aos critérios aqui utilizados.

Foi utilizado a opção de busca avançada do BDTD, e foi utilizado como critério a presença das palavras “ensino”, “fundamental” e “eletricidade” no título do texto. A busca foi realizada no dia 23 de janeiro de 2019. Foram obtidos 5 resultados.

3. Seleção e descrição dos trabalhos

¹ <https://bdtd.ibict.br/>

Em uma primeira triagem, o resumo dos trabalhos foram lidos com o objetivo de eliminar aqueles cujos temas claramente divergiam do tema estudado. Nesta fase observou-se que todos os resumos estavam dentro do tema almejado. No restante desta seção, são descritos e analisados cada um dos trabalhos.

O primeiro trabalho (JUNIOR, 2012) descreve as estratégias utilizadas para o ensino de eletricidade para alunos do quarto ano do Ensino Fundamental. O autor fundamentou-se em Vygotsky (1998) ao analisar a importância das interações sociais na formação da cultura do indivíduo. Tomou por base, também, o conceito de aprendizagem significativa desenvolvido por Ausubel (1968), em que se destaca o conhecimento prévio como fundamental para criação e ampliação de uma rede cognitiva. O autor propôs a utilização de histórias em quadrinhos, materiais elétricos como lâmpadas, brinquedos e baterias e também um objeto de aprendizagem de simulação. Mais especificamente, buscou-se conhecer o significado das inscrições nas baterias e lâmpadas, dialogar sobre o funcionamento dos brinquedos à bateria, discutir a rede elétrica residencial e simular circuitos elétricos em um simulador.

A abordagem foi organizada em um módulo didático a partir da divisão nos três momentos pedagógicos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento (ANGOTTI E DELIZOICOV, 1991). Na problematização inicial, situações idealmente pertencentes à realidade dos alunos são apresentadas e potenciais explicações dos alunos são discutidas. Na organização do conhecimento, motivados pela situação apresentada, conceitos e definições são apresentados e discutidos. Finalmente, na aplicação do conhecimento, os conceitos apresentados são utilizados para explicar o fenômeno/problema proposto inicialmente, bem como explicar outros fenômenos.

Essa estratégia foi aplicada em uma escola privada em Rosário, no Rio Grande do Sul, e seus resultados foram discutidos pelos autores. A condução deste módulo apresentou uma série de atividades diferenciadas como a interação com colegas durante a atividade, a criatividade através da criação textual e de histórias em quadrinhos, a leitura e interpretação de simbologias elétricas em equipamentos, o manuseio de uma ferramenta de simulação de circuitos elétricos. Tais atividades motivaram e atraíram o interesse dos alunos, como descreve o autor:

As análises realizadas neste trabalho permitiram constatar que o trabalho em pequenos grupos deve ser explorado pelos professores

em suas atividades didáticas. As atividades didáticas e as relações sociais são de suma importância no processo ensino-aprendizagem. Estas atividades fizeram com que todos os alunos, até mesmo os mais quietos, participassem ativamente dos exercícios propostos. A atividade foi produtiva e satisfatória, chegando em parte a surpreender em seus resultados (JUNIOR, 2012, p.85).

O estudo conduzido por Morales (2016) propôs atividades em sala de aula com o objetivo de introduzir conceitos de eletricidade para alunos do 5º. ano do Ensino Fundamental. A aula foi projetada para ser ministrada em uma hora. O roteiro da aula foi elaborado levando em conta as teorias de Bruner (1973), a qual salienta a importância de se conduzir as aulas levando em consideração a capacidade cognitiva daquela turma em específico. De acordo com o autor, um mesmo tópico, por exemplo, a eletricidade, deve ser introduzida de modo diferente em alunos do ensino médio e do Ensino Fundamental. A aula se iniciou com uma apresentação da área da Física e na sequência da Eletricidade. Em seguida foram discutidos conceitos fundamentais sobre eletricidade, como átomos e carga elétrica. Então, os efeitos da eletricidade passaram a ser analisados. Inicialmente foi observado o acendimento de uma lâmpada através da energia elétrica proveniente de uma bateria. Em seguida foi observado o aquecimento de um ferro elétrico. E por último, foi experimentado o efeito fisiológico da corrente elétrica através de um círculo formado pelo professor e pelos alunos ligados a um gerador Van der Graaf.

Um mês depois, os alunos responderam a um questionário sobre os conceitos explorados por meio da sequência didática descrita acima, como “O que é eletricidade?” e “Quais efeitos que a corrente elétrica pode causar em diferentes materiais?”. Os resultados indicaram que mesmo após um mês da data da aula, grande parte dos alunos souberam responder corretamente às perguntas. Esse roteiro foi conduzido em uma escola particular no município de Maringá, Paraná. Em sumário,

A proposta deste minicurso foi apresentar uma nova ferramenta metodológica para que professores possam trabalhar em sala de aula. Demonstrar que os conceitos de Física podem ser apresentados de maneira simplificada, para que possam atingir o público-alvo (MORALES, 2016, p.37).

O terceiro trabalho analisado foi o de Dos Santos (2018). Nele, são propostos experimentos a partir dos quais podem ser explorados conceitos de eletricidade. Os experimentos foram produzidos com material acessível e de baixo custo. A aula foi

fundamentada nas teorias de Vygotsky (1994), a qual enfatiza as vantagens da utilização de atividades experimentais como possibilidade de surpreender os alunos com os fenômenos experimentados e a priorização de determinados conteúdos. Alicerçada nestas teorias, buscou-se trabalhar os conceitos de cargas elétricas de sinais diferentes, atração e repulsão elétrica, conservação de carga elétrica, e materiais condutores e isolantes. O trabalho descreve em detalhes a composição do conjunto experimental, o qual é composto por 7 instrumentos que dão origem a 17 experimentos. Uma aula foi conduzida utilizando esse material no 9º. ano do Ensino Fundamental e no 3º. ano do Ensino Médio, em duas escolas do município de Juiz de fora, Minas Gerais. De acordo com os autores, a experiência em sala de aula foi bem-sucedida:

Ao nosso ver, a utilização do kit didático durante as aulas de Física nas turmas do 9º. ano do Ensino Fundamental e do 3º. ano do Ensino Médio se mostrou de grande valia no auxílio tanto da apresentação quanto da compreensão dos principais conceitos de eletrostática aos quais o kit se destina (dos SANTOS, 2018, p.82).

Em Trevisani (2019), o autor propõe um roteiro de aulas para introduzir conceitos de eletricidade, o qual denomina de Sequência de Ensino Investigativa. A autora destaca o papel do professor no ensino colaborativo e na mediação da ampliação de conhecimentos. A autora conduziu por três dias distintos três aulas consecutivas, em um total de 9 horas de aula. A primeira fase consistiu em um levantamento do conhecimento prévio dos alunos e introdução de conceitos essenciais. Propôs-se então o uso de um circuito composto por uma lâmpada e uma bateria para explorar os conceitos de eletricidade.

No primeiro experimento, os alunos, em grupos, deveriam descobrir como conectar os fios, a lâmpada e a bateria de modo a acender a lâmpada. No segundo experimento, os estudantes deveriam explorar a substituição de um trecho do circuito por um material isolante e por um material condutor. No terceiro experimento, exploraram a utilização de um interruptor no circuito e a utilização de um fio de comprimento variável para alterar o brilho da lâmpada. As atividades foram acompanhadas por leitura de texto compartilhada sobre o assunto e produção textual individual reflexiva sobre o experimento.

O trabalho analisado descreve o processo de realização das atividades propostas no roteiro e resultados da aplicação desta abordagem em uma turma do

quarto ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública no município de Presidente Prudente, São Paulo. A autora ficou satisfeita com os resultados do trabalho:

...no caso da eletricidade, a criança constrói esses conceitos ao longo do processo com os contributos do ensino, pois como nosso referencial aponta 'o ensino precede ao desenvolvimento'. Assim, os processos de desenvolvimento são estimulados pela instrução! De tal maneira, podemos afirmar que a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) elaborada e aplicada neste trabalho contribuiu para dar início à construção pela criança do conceito de circuito elétrico (Trevisani, 2019, p. 83).

No trabalho produzido por França (2020), tem-se por objetivo utilizar sucatas eletrônicas como material acessível para experimentação da eletricidade em sala de aula. O planejamento das aulas foi fundamentado na Taxionomia de Bloom (1956), de acordo com a qual os alunos são capazes de aprender em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Esta taxonomia classifica os objetivos educacionais em níveis hierárquicos de complexidade. O autor também se apoia em Bachelard (2000), especialmente, na ideia de rupturas do senso comum. O estudo foi focado no resistor, comumente presente nos dejetos eletrônicos. Foi proposto aos alunos a leitura das informações técnicas presentes nos resistores, utilização de multitestes e o estudo e a experimentação de circuitos elétricos simples. Tal abordagem dá uso ao material eletrônico presente em quantidade abundante na região. A abordagem foi implementada em uma turma do 9º. ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede estadual no município de Manaus, Amazonas.

Dessa forma, criamos um ambiente para que o aluno seja capaz de aprender a fazer pesquisa, operar alguns instrumentos científicos e técnicos necessários, para que consiga dar continuidade ao processo de construção do ensino e aprendizagem dentro da área tecnológica (FRANÇA, 2020, p.110).

4. Análise comparativa

Foram analisados cinco trabalhos, com anos de realização entre 2012 e 2020, espaçados em média por um ano e meio. Todos os trabalhos estão vinculados a dissertações de mestrado, embora a busca tenha incluído também trabalhos de doutorado. Quatro trabalhos foram oriundos de universidades públicas enquanto um foi de uma universidade privada.

Os trabalhos analisados propõem modelos pedagógicos de ensino de tópicos de eletricidade em nível de Ensino Fundamental. Em cada um dos trabalhos, a aplicação da abordagem em uma ou mais turmas é descrita. Todas as abordagens incluem uma porção experimental, seja através de experimentos físicos ou de simuladores. Em todas as abordagens propostas, os experimentos foram abordados em conjunto com a aula conceitual. Isso está de acordo com as fundamentações teóricas utilizadas pelos autores (VYGOTSKY, 1998; BLOOM, 1956, AUSUBEL, 1968) pois as atividades e os experimentos propostos favorecem a interação social, trazem elementos de ludismo e utilizam vários sentidos humanos no aprendizado.

O trabalho de Junior (2012) se distinguiu dos demais por fundamentar-se no modelo de Três Momentos Pedagógicos, como descrito na Seção 3. As seções experimentais ocorrem depois de uma problematização contextual e de uma exploração dos conceitos. Este trabalho também se destaca por incorporar um simulador digital de circuitos elétricos e pela participação dos pais ao solicitar que os alunos trouxessem produtos eletrônicos de suas casas.

Um diferencial dos experimentos propostos por Morales (2016) é a possibilidade de os alunos sentirem a eletricidade (choque) através de um gerador Van der Graaf.

Já o trabalho de Dos Santos (2018) se distinguiu dos demais pela quantidade de experimentos propostos, no total de 17, todos utilizando materiais acessíveis aos alunos e permitindo a exploração de conceitos físicos não convencionais.

O trabalho de França (2020) surpreendeu pelo planejamento do roteiro da aula, o qual, salienta a importância da observação do comportamento e da cognição dos alunos durante a aula, o qual, para ser efetivado em sua implementação em sala de aula, foi utilizado gravação em áudio e vídeo dos alunos.

Por fim, o trabalho de Trevisani (2019) se destacou dos demais por introduzir elementos de meio ambiente, através da “reciclagem” de objetos eletrônicos uma vez descartados em sala de aula.

Observamos nesta análise que os trabalhos são similares, mas complementares. É importante observar que os sucessos particulares das abordagens não garantem o mesmo efeito caso as abordagens tivessem sido aplicadas em um outro contexto escolar e econômico-social, o que reforça a importância da adaptação da abordagem de acordo com os alunos e contextos.

5. Considerações finais

Buscamos neste estudo realizar um levantamento dos projetos acadêmicos de mestrado e doutorado com foco no ensino de conceitos de eletricidade a alunos do Ensino Fundamental. Esse tema é particularmente relevante porque a eletricidade é normalmente abordada no Ensino Médio, mas um contato prévio durante o Ensino Fundamental pode facilitar o processo de aprendizado posterior. Ademais, conceitos como o de segurança elétrica são particularmente importantes para crianças.

Encontramos cinco trabalhos de mestrado, o que demonstra uma quantidade pequena de trabalhos na área. Todas as abordagens incorporaram uma parte experimental em sala de aula.—Foram relatadas experiências bem-sucedidas de ensino, com participação da maior parte dos alunos e assimilação dos novos conceitos. Desse modo, este estudo serviu como uma inspiração para educadores que almejam diversificar seu modo de ensino, através da incorporação de experimentos práticos. Em particular, foram relatadas o ensino de conceitos de eletricidade em turmas do Ensino Fundamental em escolas brasileiras, as quais podem ser particularmente úteis aos professores desse contexto.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.R.; REDER, L.M.; SIMON, H. A. Situated learning and education. **Educational Researcher**, 25 (4), 5-11, 1996.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. N.; HANESIAN, H. **Educational psychology: A cognitive view**, New York, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1968.

BACHELARD, G. **A epistemologia**. Lisboa: Edições 70, 2000.

BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de História: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2005.

BLOOM, B. S. **Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain.** *New York: McKay* 20: 24, 1956.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRUNER, J. S. **O processo da educação.** São Paulo, Ed Nacional, 1973.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **In:** Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.). São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COSGROVE, M. A study of science-in-the-making as students generate their own analogy for electricity. **International Journal of Science Education**, 17, 295–310, 1995.

DOS SANTOS, E. G. **Uma Abordagem Histórica e Experimental sobre Eletricidade no Ensino Fundamental e Médio.** Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2018.

DUPIN, J.-J.; JOSHUA, S. Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, 24, 791–806, 1987.

FRANÇA, C. A. R. **Transposição didática para o ensino e aprendizagem de eletricidade por meio de experimentações com sucatas de placas eletrônicas na 9ª. série do Ensino Fundamental.** Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2019.

Godoi, G. H. **O Ensino de Física na Perspectiva da Base Nacional Comum Curricular.** Monografia de pós-graduação (Especialista em Ensino de Ciências e Matemática). IFGoiano Campus Morrinhos, Goiás, 2018.

GREENO, J. G.; COLLINS, A. M.; RESNICK, L. B. Cognition and learning. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.), **Handbook of educational psychology** (pp. 15-46). New York: Macmillan, 1996.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousands-student survey of mechanics test data for introductory physics course. **American Journal of Physics**, 66, 64-74, 1998.

JUNIOR, P. R. C. P. **O ENSINO DE ELETRICIDADE NO QUARTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática) - Centro Universitário Franciscano, RS, 2012.

MCDERMOTT, L. C. Oersted medal lecture: Physics Education Research—the key to student learning. **American Journal of Physics** 69, no. 11: 1127-1137, 2001.

MOORE, T. **Six ideas that shape physics**. 2 ed. New York: McGraw-Hill College, 1998.

MORALES, V. C. **Introdução de conceitos Físicos sobre Eletricidade no Ensino Fundamental I**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2016.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados** 32, no. 94: 73-80, 2018.

NASCIMENTO, M. M. O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018. **Revista Brasileira de Ensino de Física** 42, 2020.

PIAGET, J. **The construction of reality in the child**. Vol. 82. Routledge, 2013.

REIF, F; LARKIN, J. H.; BRACKETT, G. C.. Teaching general learning and problem-solving skills. **American Journal of Physics** 44, no. 3: 212-217, 1976.

TREVISANI, J. A. **Uma sequência de ensino investigativa sobre eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental: relevância do ensino deliberado na construção do conhecimento científico.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2019.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** São Paulo: Ícone Editora. 228 p, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1994.

WEINSTEIN, R. **Promoting positive expectations in schooling.** In N. Lambert & B. McCombs. How student learn: Reforming schools through learner-centered education. (pp. 81-111). American Psychological Association, 1998.