

Aula Experimental de Física: um foco na aprendizagem de competências e habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem^{†*}

Jonas de Paula Oliveira¹

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Doutorando – Universidade Federal da Grande Dourados

Shirley Takeco Gobara¹

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campo Grande – MS

Fernando Pereira Teixeira de Carvalho¹

Escola Estadual Antônia da Silveira Capilé
Dourados – MS

Resumo

Essa pesquisa tem como objetivo analisar as contribuições de uma atividade experimental na área de circuitos elétricos para aprendizagem dos alunos, em uma escola de ensino médio, considerando as competências e habilidades previstas na matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Nessa proposta, questiona-se: quais são os indicativos que evidenciam as contribuições de uma atividade experimental demonstrativa, voltada à aprendizagem de habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem, para mensurar circuitos elétricos de uso cotidiano? A pesquisa foi realizada em uma escola pública da cidade de Dourados/MS, com a participação de vinte alunos e dois professores. A metodologia de análise é qualitativa, levando em conta as propostas de um currículo com foco no ensino de procedimentos, atitudes e conceitos. Os materiais utilizados para a construção do experimento são de baixo custo e possuem vínculo direto com o cotidiano dos alunos. A partir da análise dos dados, percebe-se que a atividade experimental contribuiu com o processo de aprendizagem de conteúdos procedimentais dos referidos alunos.

[†] Experimental Physics Class: a focus on learning competences and skills provided in the Enem curriculum reference matrix

^{*} Recebido: 13 de julho de 2020.
Aceito: 1 de fevereiro de 2022.

¹ E-mails: jonasdep@gmail.com; stgobara@gmail.com; fernandoprofisica@gmail.com

Palavras-chave: *Ensino de Física; Políticas Curriculares; Conteúdos Procedimentais; ENEM.*

Abstract

This research aims to analyze the contributions of an experimental activity in the area of electrical circuits for student learning, in a high school, considering the competencies and skills provided in the reference matrix of the National High School Exam (Enem). In this proposal, the question is: what are the indications that evidence the contributions of a demonstrative experimental activity, aimed at learning skills provided in the Enem curriculum reference matrix, to scale electrical circuits of daily use? The research was carried out in a public school in the city of Dourados/MS, with the participation of twenty students and two teachers. The analysis methodology is qualitative, taking into account the proposals of a curriculum focused on teaching procedures, attitudes and concepts. The materials used for the construction of the experiment are low cost and have a direct link with the students' daily lives. From the analysis of the data, it perceives that the experimental activity contributed to the process of learning procedural contents of the referred students.

Keywords: *Physics Teaching; Curriculum Policies; Procedural Contents; ENEM.*

I. Introdução

No contexto escolar, as atividades experimentais têm um papel muito importante nos processos de ensino-aprendizagem para o ensino de Ciências, em particular para o Ensino de Física, servindo como meio para materializar alguns objetivos pedagógicos. No entanto, é importante ressaltar que ainda se propaga uma visão distorcida das atividades experimentais cuja origem está na concepção empirista que muitos professores têm sobre a Ciência, ao enxergá-la como neutra, objetiva e progressista, dispensando assim a criatividade e o contexto histórico que essas atividades podem abordar (BORGES, 2002). De acordo com Gibin e Souza Filho (2016), as atividades experimentais pedagógicas podem ser caracterizadas como tradicionais ou investigativas. Nas tradicionais, os procedimentos de realização são estabelecidos em um roteiro que irá conduzir o processo, e mesmo que os estudantes realizem todas as etapas previstas, muitas vezes não entendem os motivos.

Na perspectiva de melhorar as estratégias tradicionais, as atividades experimentais investigativas aparecem como uma opção, e a principal diferença entre as duas é que nessa

nova proposta os estudantes não utilizam um roteiro fechado que foi substituído por situações-problema, as quais são propostas pelo professor, com a finalidade de favorecer e respeitar os conhecimentos iniciais dos estudantes (GIBIN; SOUZA FILHO, 2016).

A atividade experimental pode ser realizada individualmente, em grupo ou pelo professor, de forma demonstrativa. No primeiro e segundo casos, os alunos manipulam os materiais do experimento que são distribuídos por grupo ou por aluno, portanto a atividade ocorre com o contato direto do aluno com o(s) objeto(s) que fazem parte do experimento a ser realizado. No terceiro caso, demonstrativo, não ocorre a manipulação direta dos objetos pelos alunos e, eventualmente, o professor pode solicitar a participação de um ou mais alunos na realização do experimento. Entre essas três formas de realizar uma atividade experimental, é importante notar que todas podem contribuir para a aprendizagem dos alunos, porém o mais desejável seria permitir a manipulação direta dos alunos por oferecer as condições de uma aprendizagem prática do fenômeno a ser observado e analisado. No entanto, a realidade de muitas escolas dificulta a realização dessa manipulação direta, considerando a falta de equipamentos, laboratórios, recursos humanos capacitados e tempo disponível para trabalhar com uma grande quantidade de alunos, elementos que geralmente compõem as escolas públicas. Além desses aspectos, essas escolas públicas brasileiras sofrem com a falta de recursos financeiros, o que não permite a construção de espaços de laboratórios e aquisição de materiais que possam ser usados por alunos e professores para a realização de atividades experimentais, principalmente no primeiro e segundo casos. De acordo com Borges, 2002; Santos, Piassi e Ferreira, 2004, uma tática que vem amenizando esse problema é a construção e uso de experimentos de baixo custo. Mesmo percebendo que há limitações nessas propostas de atividades experimentais, a sua realização vem sendo considerada importante, na medida em que quebram o ciclo de uma aula puramente conceitual e, na ausência de espaços específicos para as atividades experimentais, o terceiro caso – a forma demonstrativa – pode ser uma boa alternativa para a aprendizagem de habilidades cognitivas, que são aquelas relacionadas à capacidade de organização, observação, manipulação de dados experimentais (montagem, medidas, ajustes, etc.), além de contribuir para estabelecer hipóteses e realizar inferências e fazê-los perceber a sua realidade cotidiana (DUARTE, 2012).

Mudanças curriculares a partir da LDB/96, como a elaboração do PCN+ Ensino Médio e a reformulação do Enem em 2009, deram ênfase à necessidade de realizar aulas experimentais para desenvolver propostas de ensino focadas na aprendizagem de competências e habilidades. De acordo com Coll *et al.* (2000) e Zabala (2008), essa proposta visa sair de um ensino puramente conceitual e colocar em destaque a importância de um ensino procedimental focado na aprendizagem de um saber prático do cotidiano. Segundo Oró (2008, p. 24) os conteúdos procedimentais, da área de ciências da natureza, podem ser “todos aqueles que utilizamos na aula-laboratório, assim como aqueles relacionados com o trabalho de campo.” e cita, como um dos exemplos, a montagem de circuito elétrico que pode ser feita em uma aula experimental realizada na sala de aula. Nesse sentido, ao final da educação

básica, conforme previsto na matriz de referência do Enem (BRASIL, 2009, p. 18), os alunos devem ser capazes de “dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.” e identificar as tecnologias relacionadas.

Considerando-se que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) manteve o foco em um processo de ensino por competências e habilidades, o Enem provavelmente irá usar a BNCC a partir de 2021 como matriz de referência para a elaboração dos itens que compõem as suas avaliações. No entanto, na previsão a partir das orientações contidas nesse documento, os circuitos elétricos estão propostos para serem ensinados a partir do 8º ano do ensino fundamental, com a seguinte proposta: “Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais” (BRASIL, 2018a, p. 349). Para o ensino médio, a BNCC apresenta uma proposta de ampliar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental como, por exemplo, a habilidade de:

Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade (BRASIL, 2018a, p. 555).

Na BNCC, está enfatizada a importância do uso de atividades experimentais como uma forma de prática investigativa para as ciências da natureza, que tenha condições de permitir aos estudantes do ensino médio se aproximar de procedimentos que lhes permitam identificar informações ou variáveis relevantes, escolher e usar instrumentos de medidas, experimentar e testar hipóteses e chegarem a conclusões (BRASIL, 2018a).

Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental (BRASIL, 2018a, p. 551).

Como consequência deste contexto, surge o desafio de pensar meios para colocar em prática um processo de ensino-aprendizagem que foque também os conteúdos procedimentais, levando-se em conta a realidade escolar que temos no Brasil.

Portanto, essa investigação teve como objetivo analisar as contribuições de uma atividade experimental, na área de circuitos elétricos, para aprendizagem dos alunos de uma escola de ensino médio, considerando as competências e habilidades previstas na matriz de referência do Enem. De forma que, com essa investigação, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa: quais são os indicativos que evidenciam as contribuições de uma atividade experimental demonstrativa, voltada à aprendizagem de habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem, para mensurar circuitos elétricos de uso cotidiano?

Utilizando a metodologia de análise qualitativa proposta por Bogdan e Biklen e com base no aporte teórico de Coll *et al.* (2000), Zabala (2008) e Oró (2008), a pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual da cidade de Dourados/MS e contou com a participação de vinte alunos do ensino médio e dois professores de Física. A experimentação ocorreu a partir da observação da montagem e do funcionamento de circuitos elétricos de forma indireta (demonstração), e também com observação direta (montagem dos circuitos elétricos). Dois grupos, com 4 alunos cada, executaram a montagem dos circuitos elétricos. Na construção do aparato experimental foram utilizados equipamentos de baixo custo, diretamente relacionados às atividades cotidianas dos alunos, a fim de promover um processo de ensino focado nos conhecimentos e habilidades previstos na matriz curricular do Enem (BRASIL, 2009).

Sendo assim, nos próximos tópicos são abordadas, inicialmente, as reflexões do Enem como instrumento de avaliação das competências e as habilidades adquiridas pelos egressos do ensino básico. Em seguida, a relação entre conhecimentos procedimentais e as atividades experimentais, conforme as propostas de Coll *et al.* (2000), Zabala (2008) e Oró (2008). Posteriormente, são abordadas a organização e os procedimentos da aula experimental, a análise dos dados e das informações coletadas e as considerações finais.

II. Enem e a avaliação por competências e habilidades

O Enem, criado em 1998 por meio da Portaria MEC nº 438/1998, inicialmente tinha como finalidade principal servir de autoavaliação para os egressos da educação básica. Na prática, o Enem se constituiu em uma prova de múltipla escolha e uma prova de redação que foram utilizadas para avaliar as competências e habilidades desenvolvidas pelos candidatos ao final do ensino básico. A referida Portaria estabeleceu também um rol de 5 competências e 21 habilidades para serem usadas na avaliação da prova objetiva, além de 5 competências para avaliar a prova de redação. Entre as 21 habilidades, constava no inciso I, parágrafo segundo do artigo 2º, a habilidade 1:

I – dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno de natureza científica, tecnológica ou social, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para realização ou interpretação do mesmo (BRASIL, 1998, p. 178, grifos nossos).

Naquele momento, essa habilidade foi utilizada para avaliar se o candidato era capaz, por exemplo, de interpretar a realização de experimentos sobre circuitos elétricos por meio da observação de uma ilustração.

Em 2009, o Enem foi reformulado, conforme consta na Portaria do INEP nº 109/2009, e foi criada uma nova estrutura de competências e habilidades que passaram a compor a Matriz de Referência do Enem, revogando as estabelecidas anteriormente. Nessa nova estrutura, as competências e habilidades passaram a ser designadas por área do

conhecimento. Na área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, que engloba conhecimentos das disciplinas de Física, Química e Biologia, existem 6 competências e 30 habilidades para cada uma. Damos destaque apenas à Habilidade 5 (H5): “dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.” (BRASIL, 2009, p. 18), que está relacionada à proposta dessa pesquisa.

Em 2018, a intenção do governo de usar o Enem como uma política educacional de avaliação foi reforçada, conforme consta no artigo 7º do Decreto presidencial nº 9.432/2018, que estabeleceu que “[...] O Enem tem como objetivo aferir o domínio das competências e das habilidades esperadas ao final da educação básica.” (BRASIL, 2018b, p. 1). Portanto, o desenvolvimento de técnicas e estratégias de ensino que tenham como objetivo a aprendizagem de procedimentos de montagem e interpretação de circuitos elétricos atende ao objetivo do Enem e contribui para a melhoria da qualidade do Ensino de Física, por se constituir em uma alternativa para romper com um ensino puramente conceitual, ainda muito recorrente no ensino.

II.1 Competências e habilidades: conteúdos procedimentais e experimentação

O conjunto de competências e habilidades pode ser observado a partir do conceito teórico de conteúdos procedimentais, considerando-se que, de acordo com Coll *et al.* (2000), os novos currículos escolares já incorporaram os conteúdos procedimentais. Esses conteúdos não foram criados com essa nova proposta curricular e também não são conhecimentos completamente diferentes do que já eram ensinados, porém, a partir da LDB/1996 e da implementação do Enem, passou a ser dado um destaque aos procedimentos, o que não era feito antes. Segundo Coll *et al.* (2000), o contexto que deu origem a essas mudanças indica que a inclusão de procedimentos nos currículos não faz parte de uma moda passageira, mas sim de algo mais profundo que deve estruturar a natureza do trabalho escolar.

Nos novos currículos da educação infantil, primária e secundária, os procedimentos são considerados como um tipo de conteúdo escolar tão próprio como são os fatos, os conceitos, os princípios, as atitudes e as normas. Os desenhos curriculares incluem os procedimentos em todas as áreas e em todas as etapas da escolaridade e espera-se, portanto, que se planejem as correspondentes atividades escolares para sua aprendizagem e ensino (COLL et al., 2000, p. 75).

O conceito de conteúdo procedimental utilizado nessa pesquisa segue o proposto por Coll *et al.* (2000) e Zabala (2008), que relacionam um procedimento à destreza de ‘saber fazer’, ou seja, uma habilidade ou método que segue ações ordenadas com a finalidade de realizar ou colocar em prática um objetivo.

Alguns desses procedimentos foram vistos por nós com outras denominações (hábitos, técnicas, algoritmos, habilidades, estratégias, métodos, rotinas etc.) o qual, na prática, equivalem ao mesmo que queremos dizer quando falamos em

procedimentos. De alguma maneira, o termo procedimento engloba todos eles, sem ter muito sentido fazer referência de maneira claramente diferenciada a esses termos (COLL et al., 2000, p. 76, grifos nossos).

Para materializar os conteúdos procedimentais nas práticas escolares, é preciso evidenciar as finalidades e propósitos do conteúdo procedimental que será ministrado, de forma que:

Devemos saber para que serve e qual a sua função ainda, que seja para realizar uma nova aprendizagem. Se não conhecemos sua função, o conteúdo procedimental será aprendido, mas não saberemos utilizá-lo na ocasião apropriada (ZABALA, 2008, p. 16).

Nesse contexto, os conteúdos curriculares da educação básica brasileira vêm sendo propostos para materializar um processo de ensino com base em competências e habilidades, ou seja, o saber fazer, o que evidencia que a parte procedimental dos currículos passa a ser pensada como uma etapa fundamental da aprendizagem, que pode ser ministrada por meio de uma aula experimental.

Procedimentos relacionados com o trabalho experimental: Utilização de ferramentas, instrumentos e aparelhos. Montagem de dispositivos, como máquinas simples, circuito elétrico ou casas para animais. Observação direta ou indireta. Mensuração de distintas magnitudes [...]. (ORÓ, 2008, p. 24, grifos nossos).

Apesar de existir uma diversidade de conteúdos procedimentais desenvolvidos nas chamadas aulas experimentais no laboratório, em sala de aula, de campo, etc., nessa pesquisa escolhemos um que foca o ensino da habilidade de dimensionar circuitos elétricos, que é um dos conhecimentos exigidos na formação em nível médio, que consta na matriz de Referência do Enem (BRASIL, 2009), conforme apresentado no tópico seguinte.

III. Experimentação por demonstração investigativa

As atividades experimentais demonstrativas se tornam viáveis, tendo em vista que podem ser realizadas na própria sala de aula, com materiais de baixo custo e durante o tempo regular da aula. De acordo com Carvalho (2011), a experimentação demonstrativa não pode ser restrita apenas a uma observação do fenômeno físico que está ali presente, porque dessa forma não despertaria nem o interesse dos bons alunos. No entanto, essa autora aponta uma atividade experimental investigativa como uma opção viável.

A demonstração deve apresentar não só o fenômeno em si, mas criar oportunidades para a construção científica de um dado conceito ligado a esse fenômeno e esse é o primeiro grande cuidado que temos que tomar quando preparamos uma demonstração investigativa: estar consciente da epistemologia das Ciências e saber

diferenciar entre um fenômeno e o(s) conceito(s) que o envolve(m) (CARVALHO, 2011, p. 64).

As atividades experimentais demonstrativas podem ser pensadas a partir do ensino de conteúdos procedimentais, conforme a proposta teórica de Coll *et al.* (2000) e de Zabala (2008), que observam que os conhecimentos curriculares são divididos em três níveis: os conceituais, os atitudinais e os procedimentais. De acordo com Coll *et al.* (2000), o ensino de conteúdos procedimentais está relacionado ao ensino de habilidades e estão presentes nas atuais políticas curriculares. Reforçando essa ideia com exemplo prático, Silva e Lopes Junior (2016, p. 58) destacam que:

No Brasil, a introdução do ensino de competências em bases curriculares seguiu a tendência observada em outros países. Esta concepção de ensino-aprendizagem se fez presente tanto na elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental [...].

Assim como o PCN, o Enem se constitui em uma política educacional que valoriza uma concepção de aprendizagem com base em competências e habilidades, com o objetivo de induzir à construção de um currículo nacional para a educação básica. De acordo com Perrenoud (2007, p. 32), a proposta de conduzir o sistema educacional rumo ao desenvolvimento de competências talvez seja a única forma de “dar um sentido à escola” no atual contexto social e contemporâneo, mas, esse mesmo autor aponta que essa mudança “[...] é difícil, pois ela exige importantes transformações dos programas, das didáticas, da avaliação, do funcionamento das classes e dos estabelecimentos, do ofício de professor e do ofício de aluno” (PERRENOUD, 2007, p. 33).

No contexto dessas mudanças, Oró (2008) observa que a montagem de circuitos elétricos com fios, soquetes, chaves, lâmpadas e resistores é um tipo de atividade experimental que envolve o conhecimento procedimental, e que pode ser realizada por meio de uma observação indireta. Nesse caso, o professor estabelece como os alunos vão participar e como ele vai desenvolver a demonstração, ou seja, a realização da montagem. Na montagem direta, os alunos montam o circuito com ou sem o auxílio do professor. Nessas duas situações, considera-se que o processo possa preparar os alunos para compreender problemas similares e potencializar o ensino de conhecimentos procedimentais sugeridos da matriz de referência do Enem.

IV. Metodologia, contexto e lócus da investigação

Para o desenvolvimento da investigação, adotamos a análise qualitativa proposta por Bogdan e Biklen (1994), considerando o entendimento de que:

A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado como ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos

permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto [sic] de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49).

Para Zabala (1998), o conhecimento sobre o saber fazer só pode ser compreendido a partir de atividades práticas.

Para aprender um conteúdo procedimental é necessário ter uma compreensão do que representa como processo, para que serve, quais são os passos ou fases que o [sic] configuram, etc. O que define sua aprendizagem não é o conhecimento que se tem dele, mas o domínio ao transferi-lo para a prática (ZABALA, 1998, p. 207).

Neste sentido, para as avaliações realizadas nesta pesquisa, seguimos a proposta teórica de Zabala (1998), que propõe uma avaliação formativa que leva em conta a diversidade social, cultural, econômica e as diferentes experiências de vida de cada aluno de uma escola, destacando a importância de uma avaliação inicial para identificar informações sobre a situação de partida dos alunos para o processo de ensino.

Portanto, a primeira necessidade do educador é responder as perguntas: que sabem os alunos em relação ao que quero ensinar? Que experiência tiveram? O que são capazes de aprender? Quais são seus interesses? Quais são seus estilos de aprendizagem? Neste marco a avaliação já não pode ser estática, de análise de resultado, porque se torna um processo (ZABALA, 1998, p. 199).

A avaliação inicial usada nesta investigação visou construir um caminho hipotético de trabalho, tendo em vista que as respostas às nossas questões dificilmente serão as mesmas e que a complexidade do processo de ensino não permite respostas definitivas, em razão das diferenças dos diversos contextos sociais e educacionais de cada aluno.

Na etapa seguinte da avaliação formativa, realizamos uma avaliação final que visava identificar os conhecimentos dos alunos e as necessidades que se apresentaram para chegar ao resultado pretendido no processo de ensino. E, por fim, uma avaliação integradora que busca uma “[...] compreensão e valorização do processo seguido, que permita estabelecer novas propostas de intervenção” (ZABALA, 1998, p. 201).

Como parte da avaliação inicial e final desta pesquisa, utilizamos um problema de Física da prova do Enem de 2014, identificado aqui como *problema 1* - apenas na avaliação final utilizamos um problema da prova do Enem de 2012, que chamamos de *problema 2*.

Considerando a complexidade envolvida na análise da qualidade e confiabilidade das questões das provas do Enem que, antes de serem usadas, há previsão de que passem por pré-teste gerenciado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), que mantém um Banco Nacional de Itens (BNI), cuja principal finalidade é “[...] a elaboração permanente e a manutenção de quantidade expressiva de itens com comprovada qualidade técnico-pedagógica e psicométrica que irão compor os testes de avaliações em larga escala [...]” (BRASIL, 2012, p. 3).

Em 2011 o Inep abriu o Edital Inep/DAEB nº 005/2011 de chamada pública para selecionar colaboradores para elaborar questões do Enem:

[...] convocando as Instituições Públicas de Educação Superior interessadas em contribuir, por intermédio de seu corpo docente, com a elaboração e revisão de itens a serem incorporados ao BNI para subsidiar o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, a se cadastrarem no sistema. Em seguida, os docentes das IES cadastradas foram capacitados para colaborar nesse processo, ou seja, elaborando e revisando itens que poderão integrar o BNI (BRASIL, 2012, p. 3).

Mesmo com a previsão de criação de itens do Enem para a manutenção do BNI, notícias recentes apontam que este protocolo do Inep não vem sendo seguido pelo governo federal, e os itens do BNI estão se tornando obsoletos, tanto que no Enem de 2019 nem todas as questões desta prova foram pré-testadas comprometendo a qualidade do processo de avaliação (MEC, 2020 e INEP, 2021). De acordo com Silveira, Stilck e Barbosa (2014), alguns itens de Física das provas do Enem de 2012 e 2013 possuem erros conceituais que não permitem chegar a uma resposta conclusiva, além de descreverem hipóteses que não retratam situações reais do cotidiano.

Sobre o *problema 1* utilizado nesta pesquisa, a análise realizada por Carlos (2016) aponta que ele possui uma dificuldade extremamente elevada, apresentando um baixo nível de descrição e informação no enunciado. Em relação ao *problema 2*, Carlos (2016) destaca a dificuldade do item e considerou razoável o poder de descrição presente nesta questão, mas não identificou nenhum problema estrutural nestes itens, que pudessem inviabilizar o seu uso para uma avaliação pedagógica. Cabe destacar que os *problemas 1 e 2* avaliam a habilidade “H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano” (BRASIL, 2009, p. 18), sendo que para Oliveira e Gobara (2020), entre os anos de 2016 e 2018, H5 apresentou uma das menores discrepâncias entre o percentual de acertos dos candidatos do Brasil, em comparação com outras habilidades da matriz de referência do Enem que foram usadas para avaliar conhecimentos de Física. Assim, apesar das ressalvas sobre a qualidade dos itens do Enem, os *problemas 1 e 2* têm um histórico de análise que apontam as suas limitações, mas também os credenciam como itens que podem contribuir como parte de uma avaliação formativa.

IV.1 Análise da aula experimental

A pesquisa se constitui na parte prática das reflexões teóricas realizadas na disciplina, A Experimentação na Física Contemporânea, ministrada em 2018 no Programa de Pós-Graduação, Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). A parte prática ocorreu na Escola Estadual Antônia da Silveira Capilé, localizada na cidade de Dourados/MS, que funcionava na modalidade de tempo integral, ministrada na disciplina eletiva de Métodos Científicos – experimentação. A aula teve

duração de 4h e após, os alunos avaliaram a atividade por meio de respostas a um questionário on-line do Formulário Google, usando um tempo de aproximadamente 30 minutos. Na escola, a disciplina era ministrada por dois professores licenciados em Física, que incluíram a pesquisa no plano de aula, sendo que um deles auxiliou na realização da atividade experimental. A turma que cursava essa disciplina é constituída por trinta alunos, matriculados no 1º, 2º e 3º anos do ensino médio regular, mas participaram dessa pesquisa vinte alunos que estavam presentes no dia. Em resumo, essa aula experimental ocorreu com a participação de 20 alunos, 2 professores de Física da rede pública estadual e foi planejada e conduzida por 2 pesquisadores vinculados ao Programa de Doutorado em Ensino de Ciências da UFMS.

A abordagem da pesquisa em sala de aula foi realizada em quatro etapas, sendo que a primeira teve como objetivo levantar informações iniciais sobre as condições de ensino dos alunos e dos professores; na segunda etapa, ocorreu a realização da aula experimental; na terceira, avaliamos a aprendizagem dos alunos e na quarta etapa, os alunos avaliaram a atividade experimental, conforme consta no quadro 1.

Quadro 1 – Resumo das etapas da atividade experimental.

E*	Atividade	Forma e meio	Finalidade	Tempo
1	Avaliação inicial dos conhecimentos dos alunos	Aplicação de questionário e problema impressos	Levantar indicativos das habilidades dos alunos sobre circuitos elétricos e sua motivação para aprender esse conhecimento	30min
1	Avaliação das condições de trabalho dos professores	Aplicação de questionário impresso	Obter informações sobre as condições de trabalho dos professores, e das opiniões deles sobre uso de atividades experimentais para o ensino	20min
2	Argumentação teórica	Apresentação oral	Ministrar os conhecimentos teóricos sobre dimensionamentos de circuitos elétricos, auxiliado pela argumentação dos alunos	50min
2	Montagem dos circuitos elétricos pelos alunos	Experimentação com materiais do quadro 2	Promover condições para a aprendizagem da habilidade de dimensionar circuitos elétricos	1h
2	Demonstração do funcionamento dos circuitos elétricos	Observação do funcionamento dos circuitos elétricos	Promover condições para a aprendizagem da habilidade de dimensionar circuitos elétricos por meio da observação e argumentação	40min
3	Avaliação da aprendizagem	Aplicação de problemas impressos	Avaliar a aprendizagem dos alunos sobre os conhecimentos ensinados	40min
4	Avaliação da atividade	Aplicação de questionário on-	Obter o feedback dos alunos sobre a atividade experimental	30min

experimental	line usando Formulários Google		
--------------	--------------------------------------	--	--

Fonte: construção própria.

*Etapas da pesquisa.

Para a elaboração dos circuitos elétricos, nessa atividade experimental foram adquiridos e utilizados os seguintes materiais que constam no quadro 2.

Quadro 2 – Materiais utilizados para construir os circuitos elétricos adquiridos em 2018.

Materiais	Quant	Valor/unidade	Valor total/produto
Conector plástico para fio 6mm	4	R\$ 5,00	R\$ 20,00
Cabo Flexível 1,5 mm	22m	R\$ 0,80	R\$ 17,60
Interruptor simples redondo	3	R\$ 3,00	R\$ 9,00
Interruptor simples paralelo	2	R\$ 4,67	R\$ 9,34
Soquete fixo	10	R\$ 2,50	R\$ 25,00
Lâmpada incandescente 105W	10	R\$ 4,00	R\$ 40,00
Pino macho 10A	4	R\$ 2,25	R\$ 9,00
Parafuso para madeira	75	R\$ 0,10	R\$ 7,50
Chave de fenda pequena	2	R\$ 4,50	R\$ 9,00
Madeirite de 1,1m x 2m	1	R\$ 22,70	R\$ 22,70
Valor total	-----	-----	R\$ 169,14
Valor total com desconto	-----	-----	R\$ 156,44

Fonte: construção própria.

Além de terem um baixo custo, esses componentes podem ser utilizados para a realização de várias outras atividades experimentais, desde que sejam manuseados com cuidado e acondicionados em locais adequados.

V. Análise e resultados das etapas

Na etapa 1, seguindo a proposta de Zabala (1998), foi feito um levantamento de informações dos conhecimentos iniciais dos alunos sobre dimensionamento de circuitos elétricos, assim como do interesse deles em estudar os conteúdos de Física com o objetivo de obter referências para realizar intervenções no processo de ensino que possibilite progresso na aprendizagem dos alunos.

As verificações ocorreram por meio da aplicação de questionário e do problema 1, abordados nos parágrafos seguintes.

Questionário do aluno

- | |
|---|
| 1) Já estudou conceitos teóricos de circuitos elétricos () sim () não |
| 2) Já observou ou realizou atividades experimentais sobre circuitos elétricos () sim () não |
| 3) Já resolveu provas do Enem ou questões de Física oriundas dessas provas () sim () não |
| 4) Pretende fazer Enem, vestibular ou outro exame de acesso à educação superior () sim () não |
| 5) Pretende fazer algum curso superior () sim () não; Qual: |

Conforme verificamos nas respostas das questões - 1) Já estudou conceitos teóricos de circuitos elétricos? - nove alunos informaram que não haviam estudado e onze que tinham. E na segunda questão - 2) Já observou ou realizou atividades experimentais sobre circuitos elétricos? - Sete alunos responderam que não e treze responderam que sim. A partir dessas informações, observamos que a maior parte dos alunos participou de experiências anteriores que podem contribuir para a aprendizagem do conhecimento ministrado. Em relação ao grupo que havia realizado um experimento anteriormente, de acordo com informações dos professores, nessa aula eles trabalharam com uma placa de ensaio ou *protoboard* e resistências convencionais de laboratório, onde montaram um circuito elétrico em série. Portanto, observa-se que o grupo era heterogêneo em relação aos conhecimentos iniciais, considerando que parte desse grupo apontou que não teve contato com os conceitos teóricos de circuitos elétricos anteriormente.

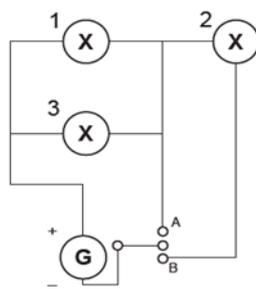
Em relação aos indicativos de experiências anteriores dos alunos com questões e enunciados das provas do Enem, de acordo com as respostas dadas às questões – 3) Já resolveu provas do Enem ou questões de Física oriundas dessas provas? Dezesesseis alunos responderam que não e 4 que sim, o que significa que a ampla maioria não possuía experiência anterior na resolução dessas questões. Na questão 4) *Pretende fazer Enem, vestibular ou outro exame de acesso à educação superior?* Entre os participantes, 18 alunos responderam sim, apenas 1 disse que não e 1 não marcou nenhuma das opções. Na questão - 5) *Pretende fazer algum curso superior ou técnico?* Dezenove alunos responderam sim, e 1 disse que não. Esses dados apontam que a ampla maioria dos alunos querem dar continuidade aos estudos, o que se constitui em um indicativo que teriam interesse no conteúdo, considerando que esse conhecimento procedimental sobre dimensionar circuitos elétricos tem sua origem na matriz de referência do Enem, e se constitui em um dos conhecimentos avaliados nas provas desse exame para o acesso à educação superior.

Visando observar indicativos de conhecimentos iniciais dos alunos sobre dimensionar circuitos elétricos, após a finalização da aplicação do questionário, ainda na primeira etapa da pesquisa, os alunos resolveram o exercício identificado como *problema 1*.

Problema 1

Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante.

Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- A) B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B) B, pois a potência total será maior nesse caso.
- C) **A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.**
- D) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- E) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

Fonte: prova do ENEM 2014².

Nessa avaliação, cinco dos 20 alunos marcaram alternativa C – que é a resposta correta, e os outros 15 marcaram aleatoriamente as alternativas erradas, mas os alunos não receberam o gabarito nessa primeira abordagem. Após a realização do experimento, já na etapa de avaliação da aprendizagem, esse mesmo *Problema 1* foi aplicado novamente a todos os alunos, como veremos posteriormente na terceira etapa, que tratou do levantamento de indicativos de aprendizagem.

Em relação aos professores, coletamos informações sobre as condições de trabalho e sua autonomia para desenvolver uma atividade pedagógica experimental voltada para o ensino de competências e habilidades por meio de um conteúdo procedimental, aplicando um questionário.

Questionário aplicado ao professor

OBS: Faça as marcações de 1 a 4, sendo 1 que discorda totalmente, 2 discorda moderadamente, 3 concorda moderadamente e 4 concorda totalmente, classifique as seguintes questões, conforme sua opinião e experiência na prática escolar.

1) Os conhecimentos cobrados no Enem influenciam a sua prática pedagógica.

discordo totalmente () 1 () 2 () 3 () 4 concordo totalmente

2) As atividades experimentais melhoram a aprendizagem dos alunos.

discordo totalmente () 1 () 2 () 3 () 4 concordo totalmente

3) A organização pedagógica e a infraestrutura física e humana da escola dificultam a realização de atividades experimentais.

discordo totalmente () 1 () 2 () 3 () 4 concordo totalmente

4) Não trabalho questões relacionadas ao Enem porque não fazem parte dos currículos escolares previstos pela escola.

discordo totalmente () 1 () 2 () 3 () 4 concordo totalmente

5) As habilidades e competências exigidas no Enem estão afetando a aprendizagem dos alunos em

² Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>>. Acesso em: 13 mai. 2020.

sala de aula?

discordo totalmente () 1 () 2 () 3 () 4 concordo totalmente

6) A continuidade dos estudos e acesso à educação superior são objetivos priorizados na minha prática?

discordo totalmente () 1 () 2 () 3 () 4 concordo totalmente

Depreende-se das informações coletadas que os professores concordaram que as atividades experimentais contribuem para a aprendizagem dos alunos, mas observaram que a organização pedagógica, a infraestrutura física e humana da escola dificultam parcialmente a realização dessas atividades, considerando que conseguem realizar algumas aulas experimentais, mas as condições ainda não são adequadas devido à falta de laboratórios, equipamentos e técnicos da área, que poderiam permitir a realização constante dessas atividades. Os professores destacam, ainda, que o Enem tem uma parcela de influência nas suas práticas pedagógicas, considerando a importância dos conhecimentos exigidos nessa prova para os alunos darem continuidade aos seus estudos.

Na segunda etapa, inicialmente foi abordado as condicionantes básicas de segurança e os riscos com a manipulação dos materiais elétricos, momento em que foi orientado que nenhum aluno deveria ligar os circuitos elétricos depois de montados, na fonte de energia alternada. Foram explicados, também, os conceitos teóricos para dimensionar circuitos elétricos. Após a abordagem teórica, a pedido dos pesquisadores, de forma voluntária, os alunos constituíram 2 grupos com 4 integrantes, que realizaram a montagem respectivamente de um circuito elétrico em série e outro em paralelo e os outros 12 alunos participaram de forma indireta, observando o experimento. Durante a realização dos experimentos, foram apresentados aos alunos os esquemas de quatro circuitos elétricos, sendo um em série, um em paralelo e dois circuitos mistos, como pode ser visto na Fig. 1.

Durante a realização do experimento, devido à heterogeneidade da turma, foram explicados os conceitos teóricos, expondo argumentos sobre o funcionamento e os componentes dos circuitos 1 e 2. Nesse momento, os alunos apresentaram explicações espontâneas para os fenômenos observados e, incentivados pelos professores, foram dialogando sobre as ideias que cada um tinha até chegarem a um consenso sobre a teoria estudada. Em seguida, um grupo com quatro alunos, voluntários, montaram o circuito 1 e outros quatro montaram o circuito 2, com os materiais que constam no quadro 2. Após a montagem, conforme pode ser visualizado na Fig. 2, as conexões e os caminhos dos circuitos foram verificados de forma coletiva, com auxílio dos professores. Quando os alunos chegaram à conclusão de que a montagem estava correta, os professores ligaram os circuitos.

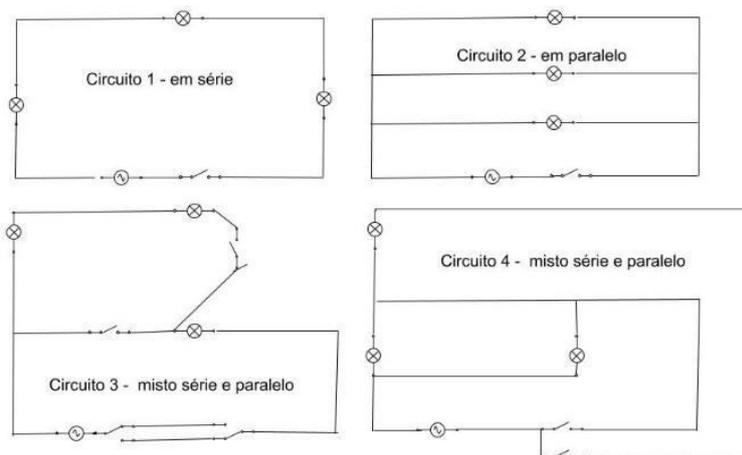


Fig. 1 – Conjunto de circuitos elétricos série e paralelo. Fonte: construção própria.



Fig. 2 – Circuitos elétricos em série e paralelo. Fonte: construção própria.

Nesse momento, os alunos observaram o funcionamento dos circuitos elétricos e foram incentivados pelos professores a argumentar sobre as diferenças entre os dois circuitos. No circuito em série, os alunos observaram que quando era desconectada qualquer uma das três lâmpadas, o funcionamento do circuito era interrompido. Quando foram questionados sobre o motivo desse fenômeno ocorrer, a ampla maioria respondeu que no circuito em série a corrente passa por um único caminho e quando qualquer uma das lâmpadas era removida, esse caminho era interrompido. No circuito em paralelo, os alunos observaram que quando qualquer uma das três lâmpadas era desconectada, o circuito continuava em funcionamento. Quando os alunos foram questionados pelos professores sobre o motivo desse fenômeno ocorrer no circuito em paralelo, responderam que os caminhos da corrente elétrica são divididos em três – independentes um do outro, diferente do circuito em série, por isso que quando uma lâmpada qualquer é desconectada, as outras duas continuam funcionando.

Os circuitos elétricos da Fig. 3 foram demonstrados aos alunos, que puderam visualizar os esquemas teóricos e os circuitos reais construídos pelos pesquisadores com materiais (lâmpadas, soquetes, interruptores e fios) do cotidiano.



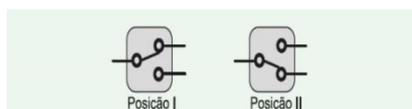
Fig. 3 – Circuitos elétricos mistos. Fonte: construção própria.

Na terceira etapa, após a execução da aula experimental, com o objetivo de avaliar as habilidades adquiridas pelos alunos em dimensionar circuitos elétricos ou dispositivos elétricos, inicialmente foi devolvido o *Problema 1*, apresentado anteriormente, para que eles pudessem individualmente refletir sobre a mesma questão, depois de terem assistido a aula experimental. Nessa segunda abordagem, eles poderiam manter ou mudar as suas respostas anteriores. Entre os 5 alunos que haviam marcado a resposta certa (alternativa C), todos mantiveram a mesma resposta. Os 3 alunos que tinham marcado a alternativa A também mantiveram as mesmas respostas. Entre os 12 alunos que mudaram a resposta, nove optaram pela letra C, dois pela alternativa E, e um pela D. Sendo assim, no final da atividade, 14 dos 20 alunos acertaram a referida questão.

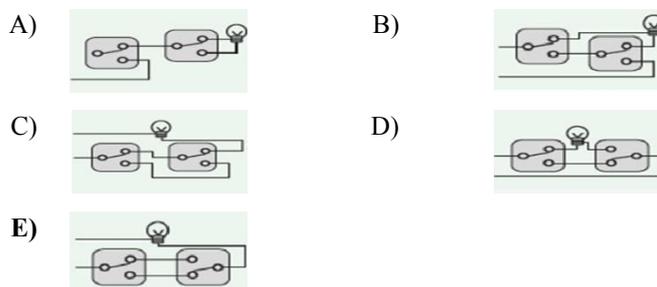
Dando continuidade à avaliação da aprendizagem, os alunos resolveram um novo exercício, retirado da prova do Enem de 2012, identificado como ‘*problema 2*’ sobre circuitos elétricos, conforme consta na questão abaixo:

TEXTO BASE

Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Esse interruptor é uma chave de duas posições, construída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na posição II a chave o conecta ao terminal inferior.



O Circuito que cumpre a finalidade descrita no texto é :



Fonte: prova do Enem - 2012³.

Considerando que essa questão avaliou a habilidade 5: Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano, presente na competência 2 da matriz de referência curricular do Enem, sendo a alternativa E a resposta correta. Em nossa pesquisa, tivemos as seguintes respostas: 2 alunos responderam como correta a alternativa A, 1 aluno marcou a B, 4 marcaram C, 6 marcaram a D, e sete marcaram a E. Dessa forma, os alunos que marcaram a alternativa A compreenderam muito pouco sobre o dimensionamento de circuitos elétricos ou estavam desatentos no momento da marcação, tendo em vista que o circuito não fecha em nenhuma das posições das chaves. Na alternativa B há uma única posição para as duas chaves que permite que o circuito fique ligado, mas nessa posição a lâmpada não liga. Já na alternativa C apenas uma das combinações das duas chaves permite que o circuito feche e a lâmpada acenda, e nesse caso os alunos podem ter observado somente essa possibilidade. Na alternativa D, a posição da lâmpada entre os dois interruptores permite que ela ligue e desligue em apenas uma combinação dos interruptores. De acordo com o relatório pedagógico do Enem-2012, quando esse problema foi resolvido pelos candidatos na prova do Enem em 2012, a questão D foi a que mais atraiu os candidatos.

Pode-se observar que a alternativa “D” atraiu participantes de proficiência relativamente alta, em torno de 600 pontos. Esse fato é corroborado pelo valor positivo do coeficiente bisserial do distrator “D”. Os participantes que marcaram os demais distratores foram, na maioria, aqueles com proficiência abaixo de 600 pontos (BRASIL, 2015, p. 98).

No caso dessa pesquisa, depois da alternativa E, a D foi a que teve mais marcações e entre os seis alunos que marcaram a alternativa D, cinco acertaram também o problema 1. Na prova do Enem realizada em 2012, apenas 17% dos candidatos acertaram a resposta correta. Em decorrência desse fato, essa questão foi considerada como com grau de dificuldade alto. Em nossa aula experimental, os alunos observaram o esquema e o funcionamento real do

³ Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>>. Acesso em: 13 mai. 2020.

circuito 3 exposto na Fig. 1, que tem semelhança com o apresentado na letra E do problema 2, mas é mais complexo. Contudo, no final da atividade pedagógica, 7 alunos acertaram o que equivale a mais de 1/4 do total. Entre esses 7 alunos, 3 acertaram também o problema 1. Destaca-se dessas informações, que o grau de acerto não é uma situação incontestável sobre a aprendizagem dos alunos, e também que a proposta dessa avaliação não foi definir o nível da aprendizagem desses alunos, mas sim gerar indicativos de aprendizagem que permitissem analisar todo o processo.

Da mesma forma, pode-se avaliar o grau de acerto na escolha dos melhores procedimentos para solucionar uma determinada tarefa, os mais econômicos, valiosos, pertinentes e eficazes. Às vezes, ocorre que o aluno conhece e sabe aplicar o procedimento, mas falha na escolha mais adequada à situação apresentada, ou precisa que alguém indique porque não sabe fazer espontaneamente. Trata-se também de elementos da aprendizagem sujeitos à avaliação (COLL, VALLS, 2000, p. 93).

Na etapa 4 da pesquisa, momento em que os alunos avaliaram a realização da atividade para a aprendizagem deles, inicialmente responderam à questão *1) Como você avalia a atividade experimental sobre dimensionamento de circuitos elétricos? (Marque um dos quadros de 0 a 10)* – O resultado das respostas pode ser observado no quadro 1, abaixo:

Quadro 1 – Avaliação da atividade experimental sobre dimensionamento de circuitos elétricos pelos alunos.

Escala de 0 a 10	Quantidade alunos
0 – Péssimo	--
<u>1</u>	--
<u>2</u>	--
<u>3</u>	<u>1</u>
<u>4</u>	--
5 – Regular	--
<u>6</u>	--
<u>7</u>	<u>7</u>
<u>8</u>	<u>2</u>
<u>9</u>	<u>8</u>
10 – Excelente	<u>2</u>

Fonte: construção própria.

Verifica-se dessa avaliação que 19 alunos consideraram que a aula experimental foi acima do regular, ou seja, boa, ótima ou excelente, e um aluno considerou que foi péssima e deu nota três. O aluno que avaliou a atividade como péssima acertou as questões dos problemas 1 e 2, participou da montagem do experimento e a avaliação inicial apontou que ele já possuía os conhecimentos teóricos referente ao conteúdo procedimental ministrado. Por

isso, a atividade pode não ter contribuído para o desenvolvimento de tais conhecimentos nesse aluno, o que pode justificar a avaliação negativa que ele fez.

Em seguida, os alunos responderam a seguinte questão: 2) *Relate sua percepção sobre a atividade experimental de circuitos elétricos, observando se a mesma contribuiu ou não para seu processo de aprendizagem.* - O aluno que avaliou a atividade com a nota três na questão anterior que iremos identificá-lo como Aluno 1 deixou a seguinte resposta:

O conteúdo ministrado foi bastante prático, porém não tive a oportunidade de elaborar a prática como outros colegas realizaram. Obtive um aprendizado relativamente bom, poderia ter aprendido mais se houvesse mais tempo para a ministração do conteúdo e também queria a colaboração de alguns colegas que aparentaram estar completamente desinteressados pela aula (ALUNO 1).

Em relação ao relato do aluno 1, de que não teve a oportunidade de realizar a prática, observamos que ele fez parte de um dos dois grupos que realizaram a montagem dos circuitos elétricos, portanto a reclamação dele pode estar relacionada à percepção de que os seus colegas de grupo tiveram mais oportunidades que ele. A crítica feita pelo aluno 1 foi a única relatada na avaliação dessa atividade, e a sua observação em relação ao tempo que foi limitado, e a falta de atenção de alguns colegas, em alguns momentos da aula, foram fatos que ocorreram. Por isso, é importante registrar os problemas que ocorreram e a necessidade de aperfeiçoamento de uma prática pedagógica que deve ser constante.

A maior parte dos alunos elogiaram a aula experimental, considerando-a como relevante para aprendizagem deles, e dessas avaliações daremos destaque à de dois, identificados como Aluno 2 e Aluno 3.

Sim, contribui para entendermos como esses circuitos elétricos acontecem no nosso dia a dia que as vezes acaba passando despercebido. Achei muito interessante a construção dos circuitos elétricos, e o fato de deixar alunos participarem da construção (ALUNO, 2).

Contribuiu, foi uma aula interessante que ensinou a montar os circuitos elétricos e também como funciona, e explicou os porquês de tudo aquilo, como se liga a conexão uma a outra [...] (ALUNO, 3).

Destaca-se que o ensino por competências e habilidades, assim como as aulas experimentais são priorizadas pelos professores que participaram dessa pesquisa, que mesmo com ausência de recursos ou apoio institucional, fazem esforços para realizar tais atividades. Ao final dessas análises, percebe-se que essa proposta de ensino de conteúdos procedimentais possibilitou um avanço na aprendizagem, mesmo tendo trabalhado com alunos do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio, que possuíam vários níveis de conhecimentos teóricos sobre o tema. Esse fato é apontado pelas informações levantadas nas avaliações iniciais, da aprendizagem e a partir dos relatos dos próprios alunos. A partir desse contexto, compreende-se que trabalhar

com materiais do cotidiano e da realidade dos alunos é uma alternativa que contribui para melhorar a aprendizagem das habilidades dos alunos.

VI. Considerações finais

As aulas experimentais não são uma realidade no Ensino de Física das escolas de ensino básico brasileiras, mas quando ocorrem, geralmente são realizadas com equipamentos e laboratórios tradicionais, e sem vínculo com o cotidiano dos alunos, por isso não atendem a proposta curricular de um ensino de conhecimentos procedimentais voltados para o desenvolvimento de competências e habilidades (BOFF; BASTOS; MELQUIADES, 2017; CARVALHO, 2011; BORGES, 2002; COLL *et al.*, 2000). E nesse caso, uma aula experimental demonstrativa, sobre “dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano” com foco nas competências e habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem, realizada na sala de aula, representa uma opção que permite ao professor trabalhar os conhecimentos procedimentais. Atividades como essa precisam ir além dos experimentos tradicionais e proporcionar condições de realização que atendam a realidade do Ensino de Física no Brasil e permitam o contato direto dos alunos também com artefatos do meio natural.

Considerando as dificuldades estruturais e humanas apontadas, a construção de experimentos de baixo custo torna-se uma opção que contribui para a aprendizagem dos alunos, conforme apontado também por Borges (2002); Santos, Piassi e Ferreira (2004), mas é importante destacar que essa opção possui limitações, porque, mesmo com custos menores, seria necessário que projetos dessa natureza passem a ser financiados e fomentados pelo Estado para que essa prática possa integrar o conjunto das atribuições dos professores de ciências e venha a se popularizar.

Levando-se em conta os conhecimentos dos alunos identificados na avaliação inicial, os resultados constatados na avaliação da aprendizagem e também a avaliação da aula experimental realizada pelos alunos pós-aula, esses resultados sugerem que a atividade experimental contribuiu para um avanço na aprendizagem dos alunos. Entretanto, alguns fatores limitaram o processo de ensino e necessitam ser readequados, entre os quais salientamos o tempo de realização da atividade, que foi de aproximadamente 4 horas, o que possibilitou que a montagem do experimento fosse realizada apenas por um grupo de alunos. Apesar dessas limitações, é importante destacar que essa atividade experimental pode ser vista como uma alternativa didática, tendo em vista que rompe com uma prática de ensino puramente conceitual – baseada em formalismos matemáticos – e sem vínculos com a realidade do aluno.

Por fim, aponta-se a necessidade de que essas questões pedagógicas sejam objeto de reflexão, com a finalidade de contemplar as carências acadêmicas em relação às pesquisas sobre as políticas curriculares contemporâneas voltadas para o ensino de conteúdos procedimentais na área de Ensino de Física.

Referências bibliográficas

BOFF, C. A.; BASTOS, R. O.; MELQUIADES, F. L. Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando material de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 236-247, abr. 2017.

BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto/Portugal: Porto, 1994.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Manual de utilização do Sistema de Controle e Produção de Itens para o BNI – Banco Nacional de Itens – do Inep pelos colaboradores das IES selecionadas pelo Edital Inep/DAEB nº 005/2011** Brasília, DF: Inep, 2012.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Portaria Inep 109, de 27 de maio de 2009. Estabelece a sistemática para a realização do Exame Nacional do Ensino Médio no exercício de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 8 jun. 2009a. Seção 1, p. 14-20. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/06/2009&jornal=1&pagina=14&totalArquivos=120>>. Acesso em: 28 nov. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Pedagógico: Enem 2011-2012**. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. **Lei 9394 de 20 de dezembro 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF. 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf> Acesso em: 30 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais – Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria MEC 438, de 28 de maio de 1998**. Institui o Exame Nacional do Ensino Médio. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/diretrizes_p0178-0181_c.pdf>. Acesso em: 18. jul. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 9.432, de 29 de junho de 2018. Regulamenta a Política Nacional de Avaliação e Exames da Educação Básica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2 jul. 2018b. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/07/2018&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=212>>. Acesso em: 11 out. 2019.

CARLOS, P. R. de O. **Uma análise do desempenho dos estudantes no exame nacional do ensino médio e as contribuições para o ensino-aprendizagem de Física**. 2016. 344f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/4082>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de física. In: RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**. Brasil: Cengage Learning, 2011.

COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma: Ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

COLL, C.; VALLS, E. A Aprendizagem e o ensino dos procedimentos. In: COLL, C.; POZO, J.I.; SARABIA, B; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma: Ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

DUARTE, S. E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 1, p. 525-542, set. 2012.

GIBIN, G. B.; SOUZA FILHO, M. P. **Atividades experimentais investigativas em física e química: uma abordagem para o ensino médio**. SP: Ed. LF, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p525/22934>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

INEP diz que banco de questões que caem no Enem está ‘obsoleto’; diretor pediu estudo sobre terceirização. **G1**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/enem/2021/noticia/2021/08/25/inep-diz-que-banco-de-questoes-que-caem-no-enem-esta-obsoleto-diretor-pediu-estudo-sobre-terceirizacao.ghtml>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MEC admite que nem todas as questões do Enem 2019 foram pré-testadas. **Estadão**, 2020. Disponível em: link: <<https://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,em-nota-tecnica-mec-diz-que-falha-em-5-9-mil-provas-nao-teve-influencia-significativa-nas-demais,70003176368>> Acesso em: 29 nov. 2021.

OLIVEIRA, J. P.; GOBARA, S. T. O Enem como instrumento de avaliação do Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XVIII, 2020, On-line: SBF. **Atas...** On-line, 2020, p. 1618-1625. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/~epef/xviii/images/Anais_XVIII-EPEF.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ORÓ, I. Conhecimentos do meio natural. In: ZABALA, A. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2008.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: ArtMed, 2007.

SANTOS, E. I. dos.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas, MG. **Atas...** Jaboticatubas: MG, 2004, p. 1-18.

SILVA, C. S. F.; LOPES JUNIOR, J. A compreensão de competências a partir de modalidades de conteúdos curriculares: um estudo de caso sobre o tema “A diversidade da vida: o desafio da classificação biológica” do Currículo do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 57-76, abril. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/issue/view/232>>. Acesso em: 13 maio 2020.

SILVEIRA, F. L.; STILCK, J. F.; BARBOSA, M. C. B. Manifesto sobre a qualidade das questões de Física na Prova de Ciências da Natureza no Exame Nacional de Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p. 473-479, ago. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n2p473/27331>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, A. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2008.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).