

EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DOS LIVROS DO PNLD 2018

Patrick Iberss 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Medianeira
iberss.patrick@gmail.com

Marcos Fernando Soares Alves 

Instituto Federal do Paraná – IFPR, campus Foz do Iguaçu
marcos.alves@ifpr.edu.br

Resumo

Os Livros Didáticos (LDs) se apresentam muitas vezes como principal, se não o único, norteador do trabalho docente e fonte referencial conceitual para o aluno. Assim se faz necessário que este material se apresente de forma a satisfazer as necessidades didáticas e conceituais de professores e estudantes. Tendo em vista as diversas dificuldades no ensino, em especial no Ensino de Física, diversas são as propostas visando à melhoria do processo de ensino-aprendizagem. No Ensino de Física, uma proposta que tem se destacado é a da utilização de atividades experimentais para facilitar o aprendizado do aluno. Esta abordagem pode ser trabalhada de diferentes formas, variando de acordo com o objetivo almejado pelo professor. Visto a importância das atividades experimentais em suas várias possibilidades de abordagem em sala juntamente com a importância do papel desenvolvido pelos LDs no processo de ensino-aprendizagem, fez-se necessário com que este material apresente propostas experimentais que forneça assistência adequada para que o docente desenvolva com seus alunos. Assim este trabalho buscará apresentar uma maneira de avaliar qualitativamente as atividades experimentais proposta nos LDs de Física do Ensino Médio.

Palavras-chave: Experimentos de física; livros didáticos; grau de liberdade dos alunos.

THE PATH OF TEACHING PHYSICS IN BASIC EDUCATION: A COMPARATIVE LOOK BETWEEN PCNs AND BNCC

Abstract

Didactic Books (LDs) are often presented as the main, if not the only, guiding teaching work and conceptual reference source for the student. So it's necessary that this material is presented in order to satisfy the didactic and conceptual of teachers and students needs. In view of the various difficulties in teaching, especially in Physics Teaching, there are several studies aimed at improving the teaching-learning process. In Physics Education, a proposal that has stood out is the use of experimental activities to facilitate student learning. This approach can be worked on in different ways, varying according to the objective desired by the teacher. Considering the importance of experimental activities in their various possibilities of approach in the classroom together with the importance of the role developed by LDs in the teaching-learning process, it was necessary for this material to present experimental proposals that provide adequate assistance for the teacher to develop with your students. Thus this work will seek to present a way to qualitatively evaluate the experimental activities proposed in the High School Physics LDs.

Keywords: Physics experiments; didactic books; degree of freedom of students.

1. INTRODUÇÃO

Devido aos desafios e as dificuldades envolvidas no ensino, aqui tratada em especial as dificuldades encontradas no ensino de Física, diversas pesquisas em torno da melhoria da qualidade da educação vêm sendo feitas há anos, como Silvério (2001), Araujo e Abib (2003), Azevedo (2004) e Moreira (2017). No caso do ensino de Física, uma das propostas de abordagem para facilitar a construção do conhecimento que tem se destacado é a abordagem de atividades experimentais como estratégia de ensino.

É possível encontrar na literatura várias classificações para as abordagens experimentais. Campos e Nigro (1999) apontam quatro: demonstrações práticas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos. Segundo os autores, cada uma destas abordagens apresenta diferentes metodologias e finalidades para o ensino.

Borges (2002) e Azevedo (2004) destacam que, entre estas diferentes abordagens experimentais, a investigativa se apresenta como uma das mais frutíferas para a construção do conhecimento. Pois, segundo Araujo e Abib (2003), ela permite aos alunos testarem hipóteses e desenvolverem a capacidade de observação e descrição dos fenômenos, contribuindo para uma melhor reflexão e progresso intelectual dos estudantes.

Tendo o livro didático um papel de destaque como material auxiliar em sala de aula tanto para o aluno, porém principalmente para o professor como recurso didático, cabe a este trazer também, segundo o PNL D 2018, atividade experimentos que possibilitem ao professor recursos conceituais e procedimentais para realização destas atividades.

Devido à forte influência deste material didático sobre o processo pedagógico do professor os livros devem satisfazer as carências didáticas e conceituais destes profissionais. Assim, devido à importância de um livro didático de qualidade que possa atender aos professores em suas metodologias de ensino e aos alunos com linguagem clara e de fácil compreensão, considerando ainda o potencial que pode ser atribuído às atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem, este trabalho busca, com base em Campos e Nigro (1999) e Carvalho (2006, apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), apresentar uma metodologia adaptada para analisar as atividades práticas propostas nos LDs. Portanto, de acordo com a metodologia estabelecida, objetiva-se avaliar de forma qualitativa as atividades experimentais propostas nos LDs de Física destinados ao Ensino Médio.

Para avaliar esta proposta, procuramos, nos LDs de Física do PNL D 2018, atividades experimentais que estivessem presentes em todas as coleções didáticas. Assim, optamos pelo segundo volume

direcionado, comumente, a alunos e professores do segundo ano do Ensino Médio. Objetiva-se, por meio deste mecanismo, classificar os experimentos em duas formas: de acordo com a atuação do professor e dos alunos em diferentes níveis de envolvimento (CARVALHO, 2006, apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011) e quanto ao tipo deste experimento, se este se trata de um experimento descritivo, ilustrativo, demonstrativo ou investigativo, seguindo a classificação sugerida por Campos e Nigro (1999). Para esta classificação utilizaremos as informações disponíveis no LDs e nos manuais dos professores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O livro didático, aqui tratado como um importante material de consulta e estudos para os alunos e professores, destaca-se como ferramenta de orientação do trabalho do docente, devido a sua acessibilidade e distribuição gratuita pelo governo federal. Este material se apresenta como principal instrumento de auxílio didático para o professor, no desenvolvimento do seu trabalho, e para o aluno, como fonte de material conceitual (WESENDONK; PEREIRA, TERRAZZAN, 2011).

Para Moraes (2011), este material desempenha função de grande importância, partindo da premissa de que alunos e professores necessitam de um suporte conceitual e didático que os orientem no

processo de ensino e aprendizagem. Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física do Estado do Paraná, o livro didático é uma importante ferramenta que possibilita a compreensão e interpretação do mundo e dos fenômenos naturais pelos sujeitos envolvidos (PARANÁ, 2008).

Neste sentido, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) se apresenta como relevante política pública com objetivo de melhorar a qualidade dos LDs que chegam às escolas públicas (Di GIORGE *et al.*, 2014). Este programa submete todas as coleções a uma série de processos avaliativos destacando processos didático-pedagógicos das obras, que são analisadas e devem atender a uma série de exigências previamente discutidas e indicadas pelo programa por de Edital (BRASIL, 2017). Reis e Martins (2015) destacam que, tendo em vista a importância do material didático acessível e de qualidade que supram as necessidades didático-pedagógicas das escolas, o PNLD se apresenta como um programa que contribui para as possibilidades de um ensino de Física eficaz¹.

Porém cabe ao professor analisar os LDs e verificar qual se insere melhor a sua proposta de ensino, que se encaixe ao contexto regionalista, respeitando as especificidades escolares de cada região, que atenda às necessidades de conteúdo e que se apresente de forma atraente, desafiadora e condizente com a

¹ Não é mérito deste trabalho discutir o significado do termo eficaz ou a qualidade do ensino de Física nas escolas públicas.

realidade do estudante (BRASIL, 2017). Nota-se que, embora os LDs sejam submetidos a uma avaliação prévia, o professor também deve analisar os livros que chegam até ele, para que sua escolha seja condizente com a realidade escolar em que ele atuará.

Santos e Carneiro (2006) apontam que muitos professores orientam todo seu trabalho através do que é exposto no LD escolhido por ele, seguindo, fielmente, toda a sequência didática apresentada no livro, inclusive os exercícios e as práticas neles estabelecidos. O que torna ainda mais importante a análise do LD que será selecionado pelo professor.

Choppin (2004) apresenta quatro principais funções que o LD pode desenvolver no processo educacional: ideológico e cultural, referencial, documental e instrumental. A função ideológica e cultural tem como característica a construção de identidade e a aculturação dos alunos, fazendo do livro um disseminador da língua, da cultura e dos valores. Na função referencial, os LDs se apresentam como importante suporte para os conteúdos educativos, tornando-se um depositário de conhecimentos. O livro pode apresentar um conjunto de documentos textuais ou icônicos, que podem desenvolver a criticidade no aluno, essa é a característica da função documental. Dentre as quatro funções principais apresentadas por Choppin, a que mais daremos ênfase neste trabalho é a instrumental onde o autor a descreve como:

[...] função instrumental: o livro didático põe em prática métodos de

aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc. (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Tendo em vista, que os LDs podem apresentar diversas funções no processo educacional, tanto para os estudantes, como suporte informativo, quanto ao professor, como ferramenta para construção de seu processo pedagógico, destaca-se que uma delas é dar suporte e orientação ao docente na realização de atividades experimentais em sua prática de ensino (REIS; MARTINS, 2015), e que estas, aproxime os alunos das atividades experimentais propostas em seu conteúdo (REIS; MARTINS, 2016). A necessidade da presença de atividades experimentais no LDs também é tratada pelo PNLD, este aponta como critério eliminatório dos LDs a presença destas atividades ao longo das obras (BRASIL 2018, 2017). Não obstante, a qualidade e a acessibilidade das atividades experimentais estão entre os principais critérios de avaliação dos professores ao escolherem o LD que irão utilizar (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

As dificuldades e precariedades no ensino de Física que vem prejudicando a educação há muitos anos levaram diversos estudiosos a formular modelos que possam orientar os educandos a facilitar o processo de

aprendizagem dos indivíduos (ARAÚJO; ABIB, 2003). Em meio a diversas propostas, as atividades experimentais aparecem como importante recurso didático que pode ser utilizado pelo professor oportunizando o discente a participar da construção de seu conhecimento (REIS; MARTINS, 2015).

São diversas as formas de aplicação e as funções que uma atividade experimental pode exercer em uma aula de Física. A maneira clássica de abordar atividades experimentais em sala de aula, de acordo com Séré, Coelho e Nunes (2003), é aquela na qual o aluno não precisa discutir conceitos, apenas utiliza de um método, de materiais e manipula leis físicas para observar um fenômeno. Porém, para Alves (2006), a abordagem, pelo professor, de atividades experimentais que visam a transição dos modelos tradicionais de ensino para modelos mais acessíveis aos alunos, pode facilitar e contribuir na construção do conhecimento. Também afirma que ao se aplicar atividades experimentais em sala de aula os alunos tendem a ter mais interesse e, por consequência, se tornam agentes participativos das aulas. Araujo e Abib (2003), apresentam as atividades experimentais como maneiras mais frutíferas de amenizar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Física. Para Oliveira (2010), durante as aulas experimentais, os estudantes podem desenvolver algumas habilidades e competências, tais como a divisão de tarefas, o trabalho em grupo e a negociação de ideias.

Segundo Suart e Marcondes (2009), a aplicação de atividades experimentais que priorize a participação ativa do aluno tem apresentado melhores resultados no processo educacional, pois oportuniza ao aluno testar hipóteses, argumentar e discutir com seus colegas, predizer respostas, possibilitando a compreensão do conteúdo. Neste sentido, Borges (2002) apresenta a proposta do laboratório investigativo, no qual o estudante, agente ativo do processo, deve resolver um problema prático, onde, comumente, suas concepções prévias não permitem concluir uma solução. Para o autor, este problema não contém uma resposta imediata obtida pela aplicação de uma fórmula ou que demande apenas de um conceito físico direto para explicar, sendo que para chegar a uma conclusão o aluno deverá fazer idealizações e aproximações. Azevedo (2004) afirma ainda que desenvolvem melhor os conceitos científicos os alunos que participam de atividades investigativas.

Campos e Nigro (1999, p. 151) destacam que experimentos investigativos são “atividades práticas que exigem grande atividade do aluno durante sua execução. Diferente das outras por envolver obrigatoriamente discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las”. Este modo de se aplicar um experimento deve estar acompanhado de um problema inicial que seja estimulante e faça com que o aluno sinta a necessidade de resolver este problema, para

isso o aluno introduzirá conceitos para que possa construir seu conhecimento e sua explicação para o problema proposto inicialmente (CARVALHO *et. al.*, 1995, apud AZEVEDO, 2004).

Porém, não se pode esperar que toda vez que o professor desenvolver uma atividade experimental com seus alunos, estes consigam aprender sobre o conceito que se quer ensinar. É necessário que o professor compreenda que os alunos podem apresentar grandes dificuldades para perceber fatos novos que, em alguns casos, contrariam suas concepções sobre determinados fenômenos (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Por compreendermos, com base no exposto, a relevância dos LDs como material auxiliar em sala de aula para o professor e para o aluno e ao fato de ainda muitos professores reproduzirem-no fielmente em sala de aula, faz-se necessário que estes tenham uma boa qualidade, de modo a satisfazer as carências conceituais, metodológicas e didáticas de forma clara e acessível. Além disso, acreditamos que a escolha do LD deve ser feita pelo professor, após analisar cuidadosamente cada um dos LDs aprovados pelo PNL D vigente. Quanto à presença de atividades experimentais nos LDs, Araújo e Abib (2003) reforçam a importância de se avaliar tais propostas, tendo em vista, a ampla literatura em prol do uso de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem, destacando ainda que estas atividades devem ser coerentes as propostas pedagógicas de ensino.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Buscando encontrar atividades práticas que abordassem conteúdos semelhantes, realizamos um levantamento com todas as atividades experimentais apresentadas nos doze volumes dos livros didáticos de Física direcionados ao segundo ano do ensino médio. Assim, optamos por experimentos de óptica que trabalhassem com espelhos planos ou curvos. Tal procedimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a metodologia adaptada e proposta no presente trabalho, cujo detalhamento será apresentado a seguir.

Após a escolha das atividades experimentais que seriam avaliadas, começou-se o processo de elaboração da metodologia para classificação destas atividades.

Classificação das Atividades Experimentais

As atividades experimentais verificadas nos LDs serão submetidas a duas etapas de classificação, sendo elas:

a) Quanto a participação ativa do aluno

Para Wesendonk, Pereira e Tarrazzan (2011), estimular a participação ativa dos alunos tem potencial de despertar a sua curiosidade e seu interesse, o que, segundo os autores, pode favorecer uma construção efetiva do conceito estudado facilitando a aprendizagem do estudante. Carvalho (2018) afirma que um dos pontos principais de uma atividade experimental é o cuidado do professor

com o grau de ²liberdade intelectual dada ao aluno. Compactuando com os ideais destes autores, defendemos que quanto maior o engajamento ativo do aluno em uma atividade experimental, maior é o potencial de aprendizagem que esta atividade pode exercer.

Carvalho (2006, apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011) afirma que o professor deve apresentar questões que desafie e instigue os alunos a resolver o que foi proposto, este processo deve prover a oportunidade do aluno criar teorias com base em conhecimentos já adquiridos. Neste processo, segundo a autora, o aluno deve sofrer a menor intervenção possível do professor para que a construção do conhecimento parta de si e não se torne ao fim uma teoria construída em grande parte pelo próprio professor. Assim, a autora desenvolveu uma classificação de diferentes níveis da atuação do professor e do aluno durante as atividades experimentais, como mostrada no quadro 1.

Quadro 1: Graus de liberdade professor/aluno em uma atividade experimental.

	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau V
Problema	---	P	P	P	A/P
Hipóteses	---	P/A	P/A	P/A	A
Plano de Trabalho	---	P/A	A/P	A	A
Obtenção dos dados	---	A/P	A	A	A
Conclusão	---	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	Sociedade

Fonte: Carvalho (2006, apud em ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Carvalho (2006, apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011) aponta que o grau I não é caracterizado como uma atividade investigativa, pois os alunos não participam na

manipulação do experimento e também não participam ativamente no levantamento de hipóteses e conclusões. A partir do grau II, a característica investigativa começa a ser aplicada em determinadas etapas da atividade, sendo algumas dessas etapas propostas totalmente pelo professor (P), ou totalmente pelo(s) aluno(s) (A). Porém, pode haver situações em que o professor orienta o(s) aluno(s) na etapa (P/A) ou situações em que o aluno planeja e realiza a etapa e o professor apenas se disponibiliza para tirar dúvidas (A/P). No grau V tem-se uma atividade totalmente investigativa, onde o aluno orienta toda sua atividade, a autora aponta que o grau V é o que se propõe nos cursos de mestrado e doutorado.

b) Quanto ao tipo de abordagem experimental

Uma atividade experimental pode se apresentar utilizando diferentes abordagens e possuírem papéis diferentes em sala de aula (SÉRE; COELHO; NUNES, 2003).

Campos e Nigro (1999) classificam as atividades experimentais de quatro formas:

- Atividades práticas de demonstração: onde o aluno apenas observa, sem intervir; uma atividade totalmente realizada pelo professor.
- Atividades experimentais descritivas: atividades realizadas pelos alunos sem grande interferência do professor. O aluno não precisa redigir uma hipótese para explicar o que foi observado.

² Segundo a autora, entende-se por liberdade intelectual a criação por parte do professor de um

ambiente no qual os alunos possam participar sem medo de errar.

- Atividades experimental ilustrativas: aqui o aluno realiza as atividades, porém sempre seguindo todas as orientações do professor ou de um manual, sem que o aluno tenha autonomia ou liberdade alguma para modificar algo no que foi proposto,
- Atividades experimentais investigativas: nesta o aluno tem o papel ativo principal da atividade, cabe a ele manipular o experimento, fazer ajustes se julgar necessário e desenvolver hipóteses para explicar os fenômenos observados.

Para que todos os experimentos sejam avaliados da mesma forma, criou-se uma série de 28 perguntas (anexo I) que visam contribuir na classificação das atividades experimentais nas duas categorias desejadas. Estas perguntas remetem, de acordo com o que se é proposto pelos autores dos LDs, à maneira com que a atividade experimental será proposta em sala e qual será a participação dos alunos nesta atividade.

Assim, neste trabalho, aplicaremos esta metodologia nos experimentos seguindo a classificação proposta por Campos e Nigro (1999) e por Carvalho (2006) de forma adaptada para estas atividades, verificando quais as abordagens de aplicação proposta e as funções atribuídas aos alunos descritas nas propostas de atividades experimentais, utilizando para isso a apresentação do experimento disposto nas páginas dos LDs e as sugestões apresentadas no manual do professor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscou-se para a aplicação da proposta de classificação dos experimentos, atividades que fossem comuns entre os doze LDs aprovados pelo PNLD 2018 (BRASIL, 2017).

Durante a análise dos LDs, notou-se que havia em todos os volumes comumente aplicados no segundo ano do ensino médio atividades experimentais que tratavam de propostas do estudo da óptica utilizando espelhos. Assim, selecionou-se de cada LD um experimento que tratasse de óptica tendo como enfoque o estudo da formação de imagens em espelhos. Os experimentos selecionados em cada obra estão apresentados no quadro 2. Este quadro mostra, além do LD avaliado juntamente com o código da coleção determinado pelo PNLD 2018, o nome do experimento conforme consta no LD, a página em que se encontra a proposta da atividade e a nomenclatura dada aos LDs que serão utilizadas ao longo deste trabalho.

Quadro 2. Atividades experimentais selecionadas dos LDs de Física do PNLD/2018 utilizados para aplicação da proposta de metodologia de classificação das atividades práticas experimentais.

	Livro (Código da coleção)	Nome do experimento	Página
LD 1	Compreendendo a Física (0025P18133)	Espelhos angulares	331
LD 2	Ser Protagonista – Física (0071P18133)	Lei da Reflexão	211
LD 3	Física (0131P18133)	A simetria dos espelhos planos	158
LD 4	Física (0101P18133)	Fogo que não queima	200
LD 5	Física em Contexto (0167P18133)	Espelho cilíndrico	233
LD 6	Física para o Ensino Médio (0100P18133)	A observação de imagens em uma associação de espelhos	141
LD 7	Física: Contexto & Aplicações (0045P18133)	Imagens em diferentes meios	148
LD 8	Física (0021P18133)	Espelho côncavo	214
LD 9	Física - Ciência e Tecnologia (0188P18133)	Imagens geradas em um espelho plano	210
LD 10	Conexões com a Física (0200P18133)	Determinando elementos de espelhos esféricos	177
LD 11	Física: Interação e Tecnologia (0118P18133)	Espelhos	119
LD 12	Física aula por aula (0129P18133)	Frente a Frente com o Espelho	164

Ao aplicarmos o questionário proposto nos experimentos do quadro 1, pode-se chegar as seguintes observações que nos permitiram realizar a classificação de cada um destes experimentos:

Na atividade apresentada pelo LD 1, quase não se tem informações de quem deve manipular a prática. O livro apresenta um roteiro que traz como deve ser executado a atividade, os materiais que são necessários, como deve ser a montagem e o que deve ser observado. Entretanto, não apresenta quem executará cada uma destas funções, se será o aluno quem realizará a prática ou o professor.

Ao fim da proposta é sugerido que através dos dados coletados se faça uma explicação do que foi observado e pede que verifique a validade de uma fórmula física que descreve o fenômeno. Porém, logo no parágrafo seguinte, o LD apresenta todo o resultado da discussão que deveria ser feita, juntamente com a validação da expressão e as condições para sua validade.

Verifica-se que, embora fosse proposto ao aluno a validação da fórmula física e a discussão em relação ao que foi observado, este estudante já encontraria as respostas do que foi proposto a ele no parágrafo seguinte, tirando toda a autonomia do aluno.

Devido ao fato de o aluno não ter autonomia na criação de hipóteses e nas discussões finais e como não se pode aferir através do que foi proposto pelo LD quem desenvolverá a prática, a atividade pode ser classificada como atividade prática de demonstração de grau I, caso o professor execute o que está proposto no roteiro, ou atividade experimental ilustrativa, de grau II, caso o aluno desenvolva a prática.

Observou-se no LD 2, que os alunos fariam toda a montagem, a manipulação e a coleta de dados da atividade. Em nenhum destes momentos o livro orienta o professor a fazer interferências no desenvolver da atividade, porém os alunos devem seguir um roteiro estabelecido pelo LD, que apresenta todo o passo a passo da montagem, de como manipular o experimento, o que deve ser observado e a maneira que deve ser feita a coleta de dados.

Ao fim da prática é proposto aos alunos que respondam questões mediante ao que pode ser observado na atividade. Nestas questões eles devem debater conceitualmente os resultados obtidos, devem também propor sugestões para melhoria da atividade experimental. O LD, não apresenta como serão discutidas as respostas fornecidas pelos alunos.

Como o aluno desenvolverá toda a atividade prática podendo realizá-la sem

interferências do professor, porém seguindo sempre um roteiro e tendo ele que redigir hipóteses para explicar o que se observou, esta pode ser classificada como uma atividade prática ilustrativa de grau variando entre II e III, dependendo de como o professor trabalhará com as hipóteses levantadas pelos alunos.

No LD 3, o experimento avaliado propôs uma atividade individual onde o aluno poderia montar e manipular o experimento, seguindo sempre um roteiro com a lista de materiais indicado pelo LD. Este roteiro apresenta todo o passo a passo da atividade, indicando, inclusive, o que o aluno deveria observar. Ao fim da atividade, o LD propunha questões a serem respondidas pelos alunos, onde por meio destas, era possível ao aluno levantar hipóteses para explicar os conceitos envolvidos na atividade proposta. O LD não apresenta se ao fim da atividade haverá uma discussão dos alunos junto ao professor para chegar a conclusões quanto aos conceitos envolvidos na prática ou se apenas o professor explicará estes conceitos, deixando em aberto esta possibilidade.

Através destes resultados é possível perceber que nesta atividade os alunos possuem participação direta na realização do experimento, porém sempre seguindo um plano de trabalho já determinado, o roteiro. Podemos, então, classificá-la como uma atividade ilustrativa variando com um grau de liberdade entre II e III, dependendo de como o professor trabalhará os resultados finais e como se

concluirá a atividade a respeito dos fenômenos físicos envolvidos.

O LD 4 não apresenta claramente quem manipulará e montará o experimento, porém, há no roteiro a orientação de que o “[...] experimento envolve fogo. Realize-o apenas com a supervisão do professor” (VILLAS BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2017, p. 200), devido a isso concluímos que, implicitamente, o livro apresenta o aluno como quem irá realizar a prática. Como já citado, o livro apresenta um roteiro, que determina todos os procedimentos que o aluno deve seguir, deixando aberto para pequenas mudanças, como a distância com que a vela estará do espelho, mas, deixando uma margem para esta distância. Ao fim da atividade, é proposto aos alunos que respondam questões de forma a discutirem os fenômenos físicos e as possibilidades envolvidas no experimento. O LD não apresenta como será discutido os resultados concluídos pelos alunos, deixando em aberto a finalização da atividade.

Embora o aluno tenha de seguir um roteiro, podendo assim ser classificada como atividade experimental ilustrativa, nesta atividade o aluno possui maior autonomia no manuseio, montagem e realização da atividade. A atividade permite também, embora de forma restrita, que o aluno faça ajustes no experimento. Estes resultados permitem-nos classificar a prática como atividade experimental investigativa de grau III, devido à maior autonomia do aluno.

Por meio de um roteiro, o LD 5 propõe todo o passo a passo que o aluno deve tomar,

deixando o estudante com o papel de montar e manipular o experimento. O livro sugere que o professor interfira o menos possível no desenvolvimento da atividade, a fim de que o aluno possa fazer as alterações no desenho que será feito e para que a observação no espelho cilíndrico somente apresente as expressões artísticas do aluno. Assim, embora toda a orientação sobre como fazer o desenho fosse dada, assim como o que o aluno deveria observar na reflexão da imagem no espelho, o aluno tinha a liberdade de fazer as alterações em sua obra para que o experimento reagisse como o esperado. A atividade proposta neste LD, não se trata de um experimento de coleta de dados, mas sim um de observação onde o aluno deveria apenas observar sua arte em um espelho esférico.

Ao fim da atividade o livro sugere uma socialização entre os alunos, onde cada um mostraria sua arte refletida no espelho aos colegas de classe. Na finalização da atividade o LD não sugere que os alunos respondam questões ou debatam os conceitos físicos inerentes à atividade, também não sugere que o professor comente isto.

Como os alunos possuem liberdade na manipulação, porém seguindo sempre um roteiro que os orienta, e devido a não necessidade de redigir hipóteses e de responder questões sobre os conceitos encontrados na atividade, ela foi classificada como uma atividade experimental descritiva onde, de acordo com Campos e Nigro (1999), o aluno manipula, mas não discute os fenômenos físicos encontrados na atividade. Quanto ao grau de

liberdade, a atividade é de grau III devido a maior autonomia do aluno durante o procedimento experimental e também à interação entre os alunos, sugerida pelo LD, ao fim da atividade.

A proposta de atividade experimental apresentada no LD 6, inicia com uma questão onde os alunos podem debater e tentar prever o resultado do experimento antes de realizá-lo, instigando o aluno a uma situação-problema. O LD apresenta um roteiro determinando todo o passo a passo que o aluno deve seguir rigorosamente para que se chegue aos resultados esperados. Nesta atividade, cabe ao aluno montar, manipular e coletar dados do experimento, porém não cabe a ele realizar ajustes.

O LD não deixa claro se a atividade será realizada individualmente ou em grupos, porém, o roteiro apresenta todos os passos com os verbos conjugados no plural, dando a entender a formação de grupos para tal atividade. O LD também apresenta questões para serem respondidas pelo aluno ao fim do experimento através do que foi observado e utilizando os conceitos físicos vistos antes da realização da atividade. O manual do professor deste LD sugere que, nesta atividade, o professor direcione e faça especulações aos alunos para que os alunos possam interpretar a relação do experimento com a equação matemática que rege o conceito físico inerente. Também no manual do professor, o LD sugere que ao fim da atividade haja a interação entre os alunos e o professor para chegar às conclusões

sobre os conceitos físicos relacionados ao experimento.

Devido ao fato do LD apresentar um roteiro que descreve minuciosamente os passos que o aluno deve seguir e tendo este que redigir hipóteses ao fim da atividade utilizando conceitos já vistos, o experimento pode ser classificado como atividade experimental ilustrativa e, devido à grande liberdade na criação de hipóteses e teorias para explicar os conceitos inerentes no experimento com pouca intervenção do professor neste processo e também, ao fato de o LD propor que antes mesmo do experimento o aluno especule os resultados possíveis, podemos classificar o experimento variando entre grau III e grau IV, dependendo apenas do quanto o professor interferirá neste processo de análise da atividade.

De acordo com a atividade proposta no LD 7, o aluno fará todo o manuseio do experimento com objetivo de realizar as observações propostas por um roteiro, este dá orientações iniciais e pede para que o aluno busque de alguma forma satisfazer o que se faz necessário observar, assim o estudante possui toda liberdade para manipular o experimento, sem grandes interferências do professor, embora o LD deixe livre para o aluno buscar onde irá fazer a observação, ele traz algumas sugestões de onde o estudante pode realizá-la. Nesta atividade, não é proposta a coleta de dados, propõe-se apenas que o aluno observe os resultados da atividade experimental.

Ao fim da atividade prática, o LD apresenta questões que levarão os alunos aos resultados observados, juntamente com os fenômenos físicos inerentes ao experimento. Não se encontrou sugestões de como encerrar as conclusões sobre o experimento, não deixando claro se apenas o professor trará a explicação ou se os alunos terão participação nestas conclusões.

Nota-se que o aluno terá grande liberdade no desenvolvimento da atividade para buscar o que deve ser observado, tornando o aluno figura principal da atividade prática. Por isso, e por ter que elaborar hipóteses para explicar o experimento, pode-se classificar a prática como uma atividade experimental investigativa entre grau III e IV, dependendo de qual será a participação nas conclusões que se pode chegar através da atividade experimental.

No LD 8, a atividade experimental proposta apresenta um roteiro que orienta o que deve ser observado na prática do experimento. No manual do professor encontra-se a orientação para que a atividade prática seja realizada em sala de aula como demonstração para os alunos, com isso pode-se determinar que a manipulação, a montagem e a coleta dos dados, que são propostos pelo roteiro para análise do experimento, será feita pelo professor, tendo o aluno o papel de observador.

Como ao fim da atividade experimental o livro traz questões a serem respondidas pelos alunos, nota-se que através das observações feitas cabe ao aluno redigir hipóteses para explicar os conceitos físicos e os dados obtidos

na prática experimental. O LD não apresenta como deve ser feita as discussões em torno das respostas dadas pelos alunos, deixando em aberto a finalização da atividade.

Mediante ao fato de que o professor tem o papel principal na realização da atividade, efetuando todos os procedimentos manuais e deixando o aluno apenas como expectador da prática experimental, esta classificou-se como sendo uma atividade prática de demonstração, e devido ao fato de o aluno poder, através da atividade observada, levantar hipóteses para explicar e sendo esse o único momento de autonomia do aluno, classificou-se como sendo de grau II de liberdade.

A atividade proposta pelo LD 9, apresenta o aluno como quem irá manipular a prática, porém o roteiro existente não deixa isso claro, chegou-se a essa conclusão devido às orientações de cuidados que o livro apresenta como o “cuidado para não se cortar ao manipular a placa e para não se queimar com a vela acesa” (Torres et al., 2016, p. 210), nota-se que são orientações comumente dadas a crianças e adolescentes, indicando que a atividade será realizada pelos alunos. O roteiro do LD apresenta todos os passos que o aluno deve seguir e o que deve ser observado, a coleta de dados a partir da prática também é uma função atribuída ao aluno.

Ao fim da atividade, o LD sugere duas questões para que os alunos respondam a fim de levantar conclusões sobre o que foi observado no experimento. E sugere também que os alunos apresentem um relatório sobre o experimento.

No manual do professor, o LD propõe que o docente, ao fim da prática, faça indagações aos alunos a fim de que estes discutam os conceitos abordados no experimento.

Nota-se que durante a prática a única função do aluno é manipular a prática e anotar os dados obtidos, não cabendo ao estudante fazer alterações e ajustes caso haja necessidade, e após a prática, a análise dos dados e as discussões quanto aos conceitos físicos encontrados na atividade fica toda a cargo do aluno, cabendo ao professor apenas fomentar estas discussões. Devido a estas observações, classificou-se a atividade como ilustrativa e de grau II de liberdade.

No LD 10, a atividade apresenta um roteiro que orienta todos os passos dos alunos, desde as orientações para construção da prática até ao que deve ser observado, sempre deixando o aluno como executor destas atividades. Embora apresente todo o procedimento, o roteiro deixa que o aluno decida como será a coleta de dados a partir da prática experimental, possibilitando ao aluno fazer alterações no experimento caso julgue necessário.

Ao fim da prática, o LD apresenta questões que serão discutidas pelos alunos. Estas questões abordam os conceitos físicos que podem ser observados na atividade e também pede para que o aluno trabalhe com os dados obtidos para chegar a conclusões sobre o objeto utilizado no experimento.

No manual do professor, encontra-se a indicação de que o professor utilize a atividade experimental para mostrar aos alunos os

fenômenos de reflexão em espelhos esféricos. Assim, entende-se que as conclusões finais sobre os fenômenos envolvidos na prática ficariam a cargo do professor.

Nota-se, pelo observado, que, embora o LD apresente toda a orientação dos passos a serem seguidos, o aluno tem papel ativo, tanto no desenvolvimento da prática, onde o aluno tem que exercer todos os passos orientados pelo roteiro, construção, manipulação, ajustes e coleta de dados, quanto no desenvolvimento de hipóteses para explicar os conceitos apresentados no experimento. Porém as considerações finais ficam a cargo do professor. Assim, classificou-se esta atividade experimental como investigativa e de grau III, devido ao fato de ao fim o professor, sozinho, apresentar as explicações sobre o que foi observado.

O LD 11 apresenta à atividade experimental de duas formas diferentes a serem trabalhadas. Logo, classificaremos está de duas formas, dependendo de qual delas o professor irá adotar em sala

Em uma delas, o LD sugere que sejam feitos grupos para a realização da atividade prática, onde caberia ao aluno manipular o experimento e realizar as orientações descritas no roteiro. Este roteiro apresenta todo o passo a passo que o aluno deve seguir e indica o que deve ser observado durante a prática. Ao longo da realização da atividade, o LD apresenta questões que cabem ao aluno criar hipóteses mediante ao observado experimentalmente. Ao fim, o LD orienta para que o professor concilie

a explicação do que foi observado juntamente com início da explicação do conteúdo.

Devido ao fato do aluno possuir a liberdade de manipular o experimento e essa manipulação ser toda orientada por um roteiro, inclusive o que se deve observar, classificou-se essa atividade como sendo uma atividade experimental ilustrativa. Como o aluno terá que redigir hipóteses para tentar explicar o que foi observado, mas a explicação final ficará a cargo somente do professor, classificou-se como sendo de grau II de liberdade.

Na segunda forma proposta pelo LD, o professor executará todos os passos apresentados no roteiro, indicará aos alunos o que observar e apresentará as respostas das questões propostas pelo LD. O aluno deverá observar os fenômenos que se apresentam na prática, não cabe a ele realizar qualquer manipulação da prática ou redigir hipóteses através do experimento.

Como, neste caso, o professor terá o papel principal da atividade, cabendo aos alunos apenas observar, classificou-se como sendo uma atividade prática de demonstração e de grau I de liberdade, pois o aluno não apresentará discussões ou levantamento de hipóteses a respeito do observado.

A atividade prática proposta no LD 12 indica o aluno como indivíduo que irá montar e manusear o experimento, porém não cabe a ele fazer ajustes no experimento caso achar necessário. Todos os passos que o aluno deve seguir estão indicados em um roteiro, inclusive o que deve ser observado.

Durante a realização da atividade prática são propostas questões para que o aluno possa responder a partir do que ele observar no experimento. Estas questões tratam dos fenômenos e dos conceitos físicos por trás da prática, logo, incumbe-se ao aluno redigir hipóteses para estas explicações.

Este LD traz ao professor a indicação de trabalhar o experimento com os alunos antes da apresentação formal do conteúdo, para que as conclusões dos alunos podem subsidiar a teoria. Nota-se que o aluno participará da elaboração das conclusões obtidas por meio da prática.

Percebe-se que há a orientação para que o aluno assuma papel principal em toda a atividade experimental, cabendo a ele fazer todas as montagens, manuseios e observações da prática e sem grandes interferências do professor. Porém como todos os seus passos são determinados pelo roteiro, classificou-se a proposta como uma atividade experimental investigativa de grau III, pois o aluno também deverá redigir hipóteses para explicar o que se observou no experimento e ele possuirá participação ativa nas discussões para se chegar às conclusões da atividade.

Nota-se que na maioria das atividades experimentais avaliadas os alunos têm o papel principal na execução da prática, sendo encarregados de montar, manipular e coletar dados quando necessário. Porém, em poucos casos os alunos podem fazer alterações nestas práticas, tendo que seguir fielmente um roteiro pré-estabelecido.

Constatou-se também que entre estas atividades, grande parte propõe questões ao fim da prática experimental que levam o aluno a discutir os resultados e as observações feitas durante a atividade. Permitindo-os levantar hipóteses do que foi aferido.

5. CONCLUSÃO

A ausência de informações que visavam orientar o professor quanto à forma de trabalhar as atividades experimentais propostas pelos LDs, dificultou a classificação de algumas atividades abordadas nos materiais didáticos. Verificou-se também que alguns LDs deixam tópicos em aberto para que o professor possa decidir como seria trabalhado, como a finalização da atividade e da discussão dos conceitos ou o quanto o professor interferiria na atividade prática, devido a isso a metodologia proposta teve dificuldades de classificar corretamente estas atividades, pois dependeria de como seria abordado pelo professor em sala de aula.

Esta falta de informações pode levar à não execução destas atividades em sala de aula devido ao fato de muitos professores ainda regerem sua prática docente fielmente orientada pelo livro didático.

Vale lembrar que o objetivo do trabalho era uma metodologia da classificação dos experimentos propostos nos LDs, porém todo professor tem a possibilidade e autonomia de abordar de diferentes formas o mesmo experimento.

Constatou-se também a necessidade de se observar as informações indiretas apresentadas nos roteiros e manuais dos professores, como, por exemplo, o caso do LD 4, que não apresentava diretamente quem deveria realizar a manipulação do experimento, mas através de uma orientação de cuidados que se deve ter ao manipular a prática, foi possível aferir quem faria este manuseio. Estas observações, devido a recorrente falta de informações apresentadas pelos LDs, tornaram-se fundamentais para que a classificação fosse feita de forma mais adequada.

De modo geral, a metodologia se mostrou eficaz na classificação das atividades experimentais, exceto pelo fato de em alguns casos haver a excessiva falta de informações de como deve ser trabalhado as atividades experimentais propostas. A realização desta classificação pode ajudar o professor a escolher LD que melhor se adapte à sua proposta de trabalho e que também se encaixe ao contexto social da escola em que ele lecionará.

Vale ressaltar que as classificações aqui realizadas objetivavam apenas aplicar a metodologia proposta de modo a avaliar sua eficácia. Este trabalho não tinha o objetivo de classificar os LDs de acordo com suas atividades experimentais propostas. Entretanto, devido à importância desta classificação, o mesmo abre caminhos para que, através da metodologia proposta, esta classificação possa ocorrer em trabalhos posteriores.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. F. *A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem*. 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

ARÁUJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: A. Carvalho (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira, 2004. p. 19-33.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.3, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Física*. Brasília: MEC/SEB, 2017.

CAMPOS, M. C. C; NIGRO, R. G. *Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação*. São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.18, v.3, 2018.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, v.30, n.3, 2004.

DI GIORGI, C.A.G. et al. Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v.22, n.85, 2014.

MEGID NETO, J; FRACALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, 2003.

MORAES, J. U. P. O Livro Didático de Física e o Ensino de Física: suas relações e origens. *Scientia Plena*, V.7, n.9, 2011.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o Ensino de Física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v.12, n.1, 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para prática docente. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v.12, n.1, 2010.

REIS, W. F; MARTINS, M. I. Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendadas nas edições 2012 e 2015 do PNLD. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.33, n.2, 2016.

REIS, W. F; MARTINS, M. I. Experimentos em livros didáticos de física: Uma análise comparativa de duas edições do PNLD. *Imagens da Educação*, v.5, n.3, 2015.

SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. Livro Didático de Ciências: fonte de informação ou apostila de exercícios? *Contexto e Educação*, v.21, n.76, 2006.

PARANÁ, SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Física*. Curitiba: 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf. Acesso em: 01 de maio de 2018.

SÉRÉ, M. G; COELHO, S. M; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.20, n.1, 2003.

SILVÉRIO, A. *As dificuldades no ensino/aprendizagem da física*. 2001. Tese (Curso de especialização em ensino de física) – Centro de Ciências, Física e Matemática, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC).

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, v.14, n.1, 2009.

TORRES, C. M. A. et al. *Física: ciência e tecnologia*. 4. ed. v.2. São Paulo: Moderna, 2016.

VILLAS BÔAS, N; DOCA, R. H; BISCUOLA; G. J. *Física*. 3. ed. v.2. São Paulo: Saraiva, 2016.

Wesendonk, F. S; Pereira, A. S.; Tarrazzan, E. F; Atividades experimentais de física e química em livros didáticos do PNLD. *Ensino de Ciências e Tecnologia em revista*, v.1, n.2, 2011.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências*, v.13, n. 3, 2011.

ANEXOS

Anexo I – Questões propostas.

1. O livro didático estabelece o tempo para execução da atividade?
2. O livro propõe como a atividade deve ser realizada, individualmente ou em grupo?
3. O professor monta o experimento?
4. O aluno monta o experimento?
5. Os alunos manipulam o experimento?
6. O professor manipula o experimento?
7. O roteiro no livro dos alunos apresenta minuciosamente todos os passos a seguir?
8. O aluno possui liberdade no manuseio do experimento?
9. Os alunos montam e desenvolvem a atividade, mas toda orientação é dada?
10. Há a possibilidade de ajustes no experimento por parte dos alunos?
11. Há a obtenção de dados?
12. A obtenção de dados é feita pelos alunos?
13. A obtenção de dados é feita pelo professor?
14. Há análise dos dados obtidos?
15. Há o desenvolvimento de hipóteses para explicação do experimento por parte dos alunos?
16. A proposta apresenta questões com intuito de gerar um debate conceitual?
17. As respostas às questões são fornecidas no manual ou no livro dos alunos como estanques?
18. O professor fornecerá as explicações conceituais encontradas no experimento?

Anexo II- Resultado das questões ao serem aplicadas nos LDs.

	LD 1	LD 2	LD 3	LD 4	LD 5	LD 6	LD 7	LD 8	LD 9	LD 10	LD 11	LD 12
1												
2		G	I	I	I	G	I	I	G	I	G	I
3								X			X	
4		X	X	X	X	X	X		X	X		X
5		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
6								X			X	
7		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
8		X	X	X	X	X	X			X		
9		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
10				X	X					X	X	
11	X	X				X		X	X	X	X	
12		X				X			X	X	X	
13												
14	X	X				X		X	X	X	X	
15		X	X	X		X	X	X	X	X		X
16			X	X		X	X	X	X	X		X
17	X	X	X	X		X	X	X				X
18						X						
19				X		X			X			X
20											X	
21											X	
22				X		X		X		X		X
23		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X
25		X			X				X			
26				X		X		X	X			
27												
28						X		X	X			

19. Os alunos, junto ao professor, chegarão a conclusões que explicarão os fenômenos encontrados no experimento?
20. Há a abertura no roteiro para que o professor trabalhe o experimento de diferentes formas?
21. O livro sugere diferentes abordagens para o experimento?
22. Há questão-problema inicial?
23. Há a descrição, no livro dos alunos, sobre o que observar?
24. Há uma lista de materiais necessários à atividade?
25. O livro sugere uma socialização entre os alunos a partir do observado?
26. O livro considera o professor como mediador/orientador da atividade?
27. Há sugestão para que os alunos levantem hipóteses iniciais?

28. Há a orientação de interferência do professor em momentos específicos da atividade?