

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MATHEUS HENRIQUE DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM PRESENTES NAS PROPOSTAS EXPERIMENTAIS NOS  
LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2018

MATHEUS HENRIQUE DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM PRESENTES NAS PROPOSTAS EXPERIMENTAIS NOS  
LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Licenciatura em Física do Departamento Acadêmico de Física – DAFIS – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Dr. Alisson Antonio Martins

CURITIBA

2018

### TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: CARACTERIZAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E DE ENSINO-APRENDIZAGEM PRESENTES NAS PROPOSTAS EXPERIMENTAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018

Autor: Matheus Henrique de Souza

Orientador: Prof. Dr. Alisson Antonio Martins

Este trabalho foi apresentado às 15:30h do dia 05/12/2018, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do curso de Licenciatura em Física, do Departamento Acadêmico de Física (DAFIS), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Curitiba. A comissão examinadora considerou o trabalho \_\_\_\_\_.

Comissão examinadora:

---

Prof. Dr. Alisson Antonio Martins

---

Prof. Dr. Álvaro Emílio Leite

---

Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

---

Prof. Dra. Noemi sutil  
Professora Responsável pelas  
Atividades de Trabalho de Conclusão  
de Curso/Curso de Licenciatura em  
Física (DAFIS/UTFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus professores da graduação, principalmente ao professor Alisson Antonio Martins, pela orientação deste trabalho e pelos vários ensinamentos antes disso.

Aos membros da banca examinadora, professor Álvaro Emílio Leite e professor Nilson Marcos Dias Garcia.

Aos professores Fernando Richard e Affonso Cardoso, que me motivaram, ainda que inconscientemente, a seguir seus passos.

Aos colegas que me ajudaram a suportar, de forma divertida, essa caminhada.

Aos meus pais, pelo suporte durante toda a minha formação.

À minha noiva, Estela. Sem ela jamais teria concluído esse curso.

A todos que de alguma forma contribuíram para minha trajetória acadêmica, obrigado.

## RESUMO

SOUZA, Matheus H. **Caracterização das Concepções de Ciência e de Ensino-Aprendizagem Presentes nas Propostas Experimentais nos Livros Didáticos de Física PNLD 2018**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Este trabalho apresenta os resultados de uma análise que teve como objetivo caracterizar as concepções de ensino-aprendizagem e de Ciência das atividades experimentais propostas pelos livros didáticos de Física de acordo com características previamente determinadas. A pesquisa e o conteúdo desenvolvido têm importância em virtude do alto investimento e da abrangência dos livros didáticos distribuídos pelo PNLD, bem como do papel que esses livros desempenham na atividade docente e da sua potencialidade para suprir alguns problemas estruturais das escolas. O propósito dessa caracterização é auxiliar os professores na opção pelos livros didáticos de Física e, talvez, os envolvidos no processo de aprovação dos livros didáticos a realizar essa atividade de maneira mais crítica. Para sua realização, foram tomados como base os modelos pedagógicos propostos por Becker (1994) – diretivo, não diretivo e relacional –, as abordagens de ensino propostas por Mizukami (1986) – tradicional, humanista e sociocultural – e as concepções de Ciência propostas por Chauí (2000) – racionalista, empirista e construtivista. As características das propostas experimentais presentes nos livros didáticos de Física analisados, relacionadas a cada concepção foram inspiradas, pelo Edital do PNLD 2018 e pelos trabalhos de Araujo e Abib (2003) e de Güllich e Silva (2013). Após a construção dos resultados, verificou-se que boa parte dos livros didáticos de Física aborda a experimentação de forma a ressaltar uma concepção de ciência positivista e uma concepção de ensino-aprendizagem tradicional. Constatou-se também que os requisitos exigidos pelo Edital do PNLD 2018 são atendidos apenas em parte, o que sugere uma falta de criteriosidade para a aprovação das obras selecionadas.

**Palavras-chave:** Livros didáticos de Física. PNLD 2018. Concepções de ensino-aprendizagem. Concepções de Ciência.

## ABSTRACT

SOUZA, Matheus H. Characterization of Conceptions of Science and Teaching-Learning Present in Experimental Proposals in Didactic Books of Physics PNLD 2018. 2018. Course Conclusion Work - Academic Department of Physics, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2018.

This research presents the results of an analysis that aimed to characterize the teaching-learning and Science conceptions of experimental activities proposed by the Physics textbooks according to previously determined characteristics. The research and content developed are important because of the high investment and comprehensiveness of the textbooks distributed by the PNLD, as well as the role that these books play in teaching activity and its potential to overcome some of the structural problems of schools. The purpose of this characterization is to assist teachers in the choice of physics textbooks and, perhaps, those involved in the process of approving textbooks to carry out this activity in a more critical way. For its realization, the pedagogical models proposed by Becker (1994) - directive, non-directive and relational -, the teaching approaches proposed by Mizukami (1986) - traditional, humanist and sociocultural - and the science conceptions proposed by Chauí (2000) - rationalist, empiricist and constructivist. The characteristics of the experimental proposals presented in the physics textbooks analyzed, related to each design, were inspired by the PNLD 2018 eEdital, and by the works of Araujo and Abib (2003) and Güllich e Silva (2013). After obtaining the results, it was verified that a good part of the Physics textbooks approaches the experimentation in order to emphasize a conception of positivist science and a conception of traditional teaching-learning. It was also verified that the requirements required by the public announcement of the PNLD are only met in part, which suggests a lack of criteria for the approval of the selected books.

**Keywords:** Physics textbooks. PNLD 2018. Teaching-learning conceptions. Science conceptions.

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Sumário dos capítulos 2 e 3 do LD3.....	32
Imagem 2 – Ocorrência de C1 no LD7.....	32
Imagem 3 – Ocorrência de C2 no LD7.....	33
Imagem 4 – Atividades experimentais do LD7 nas quais ocorrem C4 e C5.....	34
Imagem 5 – Ocorrência de C4 e C5 no LD7.....	35
Imagem 6 – Sumário referente ao capítulo 10 do LD8.....	35
Imagem 7 – Atividade experimental na qual ocorre C7 no LD8.....	36
Imagem 8 – Ocorrência de C6 no LD10.....	37
Imagem 9 – Ocorrência de E5 e E6 no LD3.....	39
Imagem 10 – Atividades experimentais do LD3 nas quais os estudantes têm liberdade para proceder.....	40
Imagem 11 – Ocorrência de E3 e E4 no LD5.....	41
Imagem 12 – Ocorrência de E1 e E2 no LD10.....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Algumas classificações possíveis para atividades experimentais .....	21
Quadro 2 – Coleções analisadas e seus respectivos autores e editoras .....	25
Quadro 3 – Concepções de experimentação e as respectivas concepções de ensino e de Ciência relacionadas .....	27
Quadro 4 – Ficha para análise das características estruturais dos capítulos dos livros didáticos .....	28
Quadro 5 – Ficha para análise das características das atividades experimentais dos livros didáticos.....	29
Quadro 6 – Caracterização das atividades experimentais propostas nos livros didáticos analisados .....	30
Quadro 7 – Frequências absolutas e relativas, em relação ao total de atividades de todas as obras, de cada característica buscada por livro didático .....	31
Quadro 8 – Concepções de ensino-aprendizagem de cada obra analisada no que diz respeito às suas atividades experimentais .....	38
Quadro 9 – Concepções de Ciência de cada obra analisada no que diz respeito às suas atividades experimentais .....	40



## **LISTA DE SIGLAS**

- FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
- PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
- PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS E CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA .....	15
2.1 Concepções de ensino-aprendizagem .....	15
2.2 Concepções de Ciência.....	17
2.3 Experimentação no ensino de Física .....	19
2.4 Livros didáticos de Física e experimentação.....	22
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	24
3.1 Concepção de pesquisa .....	24
3.2 Metodologia.....	26
4 RESULTADOS E ANÁLISES .....	30
4.1 Caracterização das concepções de ensino-aprendizagem das propostas experimentais.....	38
4.2 Caracterização das concepções de Ciência das propostas experimentais.....	40
4.3 Orientações do PNL 2018 e propostas experimentais.....	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
6 REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE A – Frequências Absolutas das Características Referentes à Estrutura Capitular das Obras .....	50
APÊNDICE B – Frequências Absolutas das Características Referentes aos Experimentos das Obras.....	51

## 1 INTRODUÇÃO

Um material escrito é essencial no processo formal de ensino-aprendizagem, pois representa um auxílio ao professor para a elaboração de seu planejamento e uma fonte de consulta sempre disponível aos alunos. Não se restringindo apenas ao conteúdo teórico de uma dada disciplina escolar, o livro didático também pode fornecer informações contextualizadas, bem como sugestões de atividades complementares. Para a disciplina de Física, tais atividades geralmente são os experimentos, que podem suprir em parte a falta de estrutura laboratorial e adicionar uma dinamicidade às aulas.

Para o autor deste trabalho, os livros didáticos despertaram interesse em duas fases distintas. A primeira diz respeito à formação básica, ou seja, os Ensinos Fundamental e Médio, na qual esses materiais foram por demais utilizados – em casa. Muitas vezes eram tidos como sendo melhor do que os próprios professores, já que o ritmo de aprendizado não seguia o da turma, bem como conteúdos não abordados em sala de aula podiam ser estudados por meio desses livros também.

Na segunda, já como professor, as atividades diferenciadas que os livros didáticos propõem, especialmente as experimentais, chamaram a atenção pelo modo como são propostas: geralmente descontextualizadas ou mesmo sem conexão com o restante da obra.

De forma geral, quando se fala em experimentação no ensino de Física, o pensamento de que ela se faz necessária é unânime. A concordância quase sempre vem acompanhada do argumento de que a experimentação estimula a motivação do estudante, bem como sua criatividade e autonomia. Além disso, sua inserção no ensino pode acontecer de diversas formas, como afirmam Araujo e Abib (2003),

(...) há uma ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no ensino médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associadas a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 191).

O que está presente – quando está – na maioria das salas de aula, contudo, é a prática experimental de caráter demonstrativo ou de confirmação do conteúdo estudado, mesmo que os próprios professores argumentem contra esse tipo de atividade. Isso é ressaltado por Pereira e Moreira (2017):

(...) apesar de combatidas tanto por alguns professores como pela maioria dos pesquisadores em ensino, as atividades do tipo “receita” são justamente as mais realizadas tanto no ensino médio como no ensino superior, provavelmente derivadas de uma postura equivocada quanto à natureza da ciência (PEREIRA; MOREIRA, 2017, p. 273).

Nesse sentido, os livros didáticos poderiam ajudar a reverter o quadro, já que o seu processo de elaboração deve englobar as pesquisas atuais no ensino de Física. Para isso, os experimentos propostos devem ter sua realização possível de ser feita em sala de aula, e com equipamentos passíveis de aquisição por parte da escola. O próprio Edital do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), publicado em 2015 e que visa a seleção, aquisição e distribuição das obras com previsão de uso para o período de 2018 a 2020, exige que os livros de Física devem apresentar “arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos (...)” (BRASIL, 2015, p. 58). Ainda de acordo com o Edital do PNLD 2018, como um dos critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física, os livros devem trazer

uma visão de experimentação afinada com uma perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem (BRASIL, 2015, p. 58).

Dessa forma, os experimentos presentes nos livros didáticos poderiam contribuir para suprir algumas das deficiências estruturais das escolas, tais como a falta de espaços para a realização de práticas experimentais, bem como para uma formação mais completa do estudante, aproximando-se da definição de atividade experimental investigativa de Araujo e Abib (2003), ou seja, uma atividade que ponha os alunos frente a situações que não possuem apenas uma resposta ou um único modo de proceder, estimulando assim aspectos cognitivos, colaborativos e motores do desenvolvimento dos educandos, bem como a capacidade de analisar fenômenos a partir, ou antes, do estudo de determinados conteúdos.

Entretanto, o que se constata na prática são aulas nas quais a experimentação está ausente ou, quando se apresenta, acaba por assumir uma forma que contribui para reforçar uma visão positivista da Ciência. De acordo com Pereira e Araújo (2009),

(...) o ensino das Ciências Naturais persiste sob o alicerce de verdades que são meramente cobradas como conceitos isolados e descontextualizados. (...) os professores dessa área de conhecimento resistem às novas perspectivas de ensino baseadas em princípios da interdisciplinaridade e

contextualização, que em boa medida decorrem das concepções de ciência que predominam entre esse coletivo (PEREIRA; ARAÚJO, 2009, p. 69).

Essa visão de Ciência se estende às práticas experimentais em toda a Educação Básica, do Ensino Fundamental ao Ensino Médio. Assim, o livro didático pode representar tanto a fonte de um novo problema, quanto uma possível solução para os problemas postos. Por um lado, ou suas propostas experimentais não se adequam às recomendações oficiais, contribuindo para a reprodução de práticas muito criticadas, ou, por outro lado, suas propostas experimentais são adequadas, e nesse caso seu uso não ocorre.

É com base nessas considerações que o autor deste trabalho teve como interesse pesquisar as atividades experimentais presentes em livros didáticos de Física: para entender de que maneira elas são propostas e qual o seu papel no desenvolvimento dos conteúdos da disciplina. Ou seja, **quais são as características destas atividades presentes nos livros didáticos de Física no PNLD 2018?**

Deste modo, o objetivo geral do trabalho foi **caracterizar as atividades experimentais presentes nos livros didáticos de Física do PNLD 2018, a partir da análise da organização dos conteúdos de ensino e das próprias propostas experimentais dos livros**. O desenvolvimento teve três objetivos específicos: analisar as concepções de ensino-aprendizagem das atividades experimentais; analisar as concepções de Ciência das atividades experimentais; e determinar se há coerência entre as recomendações do PNLD e o que de fato está presente nos experimentos propostos nesses materiais.

Para o desenvolvimento desta análise, foram elaboradas fichas de análise, do tipo tabela de dupla entrada, contendo características de diversos tipos de atividades experimentais. Ao final as características predominantes foram analisadas com base em uma classificação estabelecida *a priori*, buscando-se encontrar justificativas para tais resultados.

Este Trabalho de Conclusão de Curso está estruturado em cinco capítulos, contando com a **Introdução**, sendo o Capítulo 2, **Concepções Pedagógicas e Científicas no Ensino de Física**, dedicado a discutir alguns modelos epistemológicos do conhecimento e quais concepções, de ensino-aprendizagem e de Ciência, têm fundamentos nestes e como elas podem ser relacionadas entre si. É abordado também algumas concepções de experimentação no ensino de Física e

suas respectivas características, bem como uma caracterização da experimentação nos livros de Física.

O Capítulo 3, **Procedimentos Metodológicos**, apresenta o percurso percorrido para a análise dos livros didáticos de Física do PNLD 2018. Primeiramente, são discutidas a natureza e a concepção de pesquisa presente neste trabalho, bem como as características de uma análise de conteúdo, processo presente em pesquisas documentais. É abordado, também, o processo de constituição – fichas – e análise de dados.

No Capítulo 4, **Resultados e Análises**, são apresentados os resultados construídos por meio da utilização das fichas de análise dos livros didáticos de Física do PNLD 2018, bem como as análises que decorreram da posse desses dados.

Por fim, as **Considerações Finais** articulam as reflexões produzidas neste Trabalho de Conclusão de Curso e apontam caminhos para a continuidade dos estudos na temática.

## **2 CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS E CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA**

Para compreender de modo satisfatório os papéis cumpridos pelos experimentos no ensino de Física, deve-se entender, primeiro, quais as concepções de ensino-aprendizagem e de Ciência que norteiam a disciplina. Dependendo do viés pedagógico e científico adotado – nesse caso, pelo livro didático – os experimentos desempenham papéis diferentes, de acordo com os objetivos.

Deste modo, este capítulo apresenta, num primeiro momento, uma reflexão sobre as concepções de ensino-aprendizagem a partir de alguns referenciais teóricos sobre o tema. Na sequência, apresenta-se uma discussão sobre as concepções de Ciência visando fornecer subsídios para a análise das atividades experimentais presentes nos livros didáticos. Num terceiro momento, apresentam-se alguns resultados das pesquisas em ensino de Física sobre a linha temática da experimentação. Por fim, o capítulo se encerra articulando estas reflexões ao se analisar de que modo os livros didáticos de Física podem contribuir para se trabalhar com as atividades experimentais no Ensino Médio.

### **2.1 Concepções de ensino-aprendizagem**

Há diversas formas de o processo de ensino-aprendizagem ser interpretado pedagogicamente, sendo os três modelos mais comuns os que se referem à pedagogia diretiva, à pedagogia não diretiva e à pedagogia relacional (BECKER, 1995). Cada um destes modelos pedagógicos é amparado por um modelo epistemológico acerca das relações entre sujeito e objeto do conhecimento.

O primeiro modelo é baseado no modelo empírico, no qual o conhecimento é adquirido por meio dos órgãos dos sentidos, a partir da experiência humana. Seu pressuposto é que as pessoas, partindo de um estado de desconhecimento total, acumulam cada vez mais conhecimento conforme recebem informações.

Na sala de aula, essa visão está presente quando o aluno é encarado como um sujeito passivo, com o professor literalmente transmitindo tudo que é necessário saber. Esse modelo pedagógico é muito semelhante à definição de abordagem tradicional apresentada por Mizukami (1986), em que

Parte-se do pressuposto de que a inteligência (...) seja uma faculdade capaz de acumular/armazenar informações. A atividade do ser humano é a de incorporar informações sobre o mundo (físico, social, etc.), as quais devem ir das mais simples às mais complexas (MIZUKAMI, 1986, p. 10).

Geralmente essa é a concepção de ensino-aprendizagem mais criticada pelos pesquisadores, pois, de acordo com Becker (1995),

(...) legitimada pela epistemologia empirista, configura o próprio quadro da reprodução da ideologia; reprodução do autoritarismo, da coação, da heteronomia, da subserviência, do silêncio, da morte da crítica, da criatividade, da curiosidade. Nessa sala de aula, nada de novo acontece: velhas perguntas são respondidas com velhas respostas (BECKER, 1995, p. 90).

O segundo modelo pedagógico a ser considerado é o não diretivo, que apresenta uma relação entre sujeito (aluno) e objeto (conhecimento) inversa à que ocorre no modelo diretivo. Enquanto no modelo diretivo o aluno é passivo, no não diretivo o aluno é a fonte de todo o conhecimento, bastando para isso que o professor crie e estimule condições para o aprendizado.

Em outras palavras, no contexto do modelo não diretivo o aluno já possui o conhecimento – ou o necessário para se chegar até ele – dentro de si – e o caminho a ser percorrido na sala de aula depende exclusivamente da sua iniciativa. Ou seja, quanto menor for a interferência do meio externo, mais produtivo o aluno será. Assim como a pedagogia diretiva, aqui também há um suporte epistemológico: o apriorismo, perspectiva que

(...) acredita que o ser humano nasce com o conhecimento já programado na sua herança genética. Basta um mínimo de exercício para que se desenvolvam ossos, músculos e nervos e assim a criança passe a postar-se ereta, engatinhar, caminhar, correr, andar de bicicleta... assim também com o conhecimento. Tudo está previsto (BECKER, 1995, p. 91).

Uma abordagem de ensino baseada nesse pressuposto é a humanista, principalmente a vertente de Alexander Neill (MIZUKAMI, 1986). Para essa linha de pensamento,

O processo da educação centrada no sujeito leva à valorização da busca progressiva de autonomia (dar-se regras a si mesmo, assumir na sua existência as regras que propõe ao próprio grupo e a si mesmo) em oposição à anomia (ausência de regras) e a heteronomia (normas dadas por outros) (MIZUKAMI, 1986, p. 45)

Ou seja, os modelos pedagógicos mencionados (diretivo e não diretivo), bem como as abordagens de ensino (tradicional e humanista) e seus respectivos modelos epistemológicos (empirismo e apriorismo), representam uma dicotomia evidente, conformando os dois extremos do espectro educacional no tocante à participação dos principais envolvidos – professor e aluno – no processo de ensino-aprendizagem.



O terceiro modelo pedagógico é o relacional, que pode ser entendido, de maneira simplificada, como algo intermediário no espectro formado pelos dois modelos já citados. Nesse modelo, é levado em consideração tanto o papel do professor quanto o papel do aluno, tanto o conhecimento prévio quanto, as influências do meio externo.

O construtivismo, modelo epistemológico que serve de suporte para essa forma de pensar as relações no ensino-aprendizagem, estabelece que sempre há uma reinvenção, uma reinterpretação dos conhecimentos que as pessoas têm, a medida em que estas passam por novas experiências. Por outro lado, essas experiências são afetadas também pelas próprias pessoas que dela participam, pois, não sendo “tábulas rasas”, cada pessoa interpretaria e influenciaria a experiência de acordo com sua bagagem intelectual/cultural.

Tal corrente epistemológica está presente na abordagem sociocultural de ensino discutida por Mizukami (1986), que defende que

A elaboração e o desenvolvimento do conhecimento estão ligados ao processo de conscientização. O conhecimento é elaborado e criado a partir do mútuo condicionamento, pensamento e prática. Como processo e resultado, consiste ele na superação da dicotomia sujeito-objeto (MIZUKAMI, 1986, p. 91).

Além das características dos modelos epistemológicos já mencionados, é importante ressaltar que a adoção de cada um destes possui outras motivações que não apenas filosóficas. O contexto social, político e econômico deve ser levado em consideração sempre que se discute a adoção de um ou outro.

## **2.2 Concepções de Ciência**

Assim como para os modelos pedagógicos, há três concepções de Ciência que se destacam: racionalista, empirista e construtivista. De maneira semelhante, também, cada concepção é amparada por um modelo epistemológico de conhecimento, muito semelhantes aos três já expostos, ou seja, apriorista, empirista e construtivista.

A concepção racionalista afirma que é possível atingir o conhecimento verdadeiro apenas pelo pensamento, com o auxílio de deduções e da matemática. Para essa linha de pensamento, a Ciência é “uma unidade sistemática de axiomas, postulados e definições, que determinam a natureza e as relações de causalidade que regem o objeto investigativo” (CHAUÍ, 2000, p. 320). A experimentação, nesse contexto, serve para confirmar um conhecimento que já foi deduzido.

A concepção empirista de Ciência, ao contrário da concepção racionalista, toma a observação e a experimentação como peças fundamentais para o desenvolvimento científico. Aqui, tem-se um cuidado especial com a realização dos experimentos, pois é a partir deles que o conhecimento será formulado (CHAUÍ, 2000). É nessa concepção que uma certa noção do Método Científico ganha destaque, seguindo os passos já bem conhecidos inclusive por alunos do Ensino Fundamental, sendo eles: Observação → Hipótese → Experimento → Coleta de dados → Análise de dados → Confirmação/ Nova hipótese.

Tanto a concepção racionalista quanto a empirista de ciência tratam o conhecimento científico como um conhecimento verdadeiro, absoluto, diferindo, essencialmente, quanto ao modo de se obter esse conhecimento. O problema verificado por muitos filósofos e educadores nessas linhas de raciocínio é que estas passam uma ideia de linearidade e de progresso do conhecimento científico. Ou seja, estas concepções informam, implicitamente, que o conhecimento estabelecido pela Ciência está pronto e é perfeito. Isto se evidencia ao se considerar que:

(...) ainda hoje a visão ingênua de ciência continua, inclusive nas escolas de formação inicial e continuada de professores da área das Ciências Naturais e suas Tecnologias, quando não se discute o caráter epistemológico dos saberes e os seus processos de legitimação na comunidade científica (PEREIRA; ARAÚJO, 2009, p. 59).

E ainda:

Nem sempre se discutem as limitações de um conhecimento que não foi capaz de resolver os problemas da sociedade. E quando o professor da escola é questionado sobre a definição de ciência e conhecimento científico, a sua concepção ancora-se nas “certezas” derivadas da experiência, assim como o conhecimento científico constitui-se em algo dado de vez e derivado da experiência empírica (PEREIRA; ARAÚJO, 2009, p. 59).

Por fim, a concepção construtivista de Ciência concebe o conhecimento científico como uma representação, passível de modificação ao longo do tempo, e não como algo absoluto. Essa representação está livre para ser alterada ou substituída por outra mais adequada a qualquer momento. Sendo assim, assume-se que o conhecimento produzido pela Ciência é limitado, além de que uma teoria não é melhor do que outra, mas sim apenas mais compatível com determinada época. Isso é o ponto central do pensamento de Thomas Kuhn – paradigmas são consolidados em determinado período histórico, por ação de uma comunidade científica também determinada. Quanto ao modo de produção do conhecimento, o

cientista utiliza tanto seu pensamento quanto os experimentos para tal, em conjunto ainda com a consciência de que correções serão necessárias. (CHAUÍ, 2000).

### **2.3 Experimentação no ensino de Física**

Mesmo que as práticas experimentais aparentem ser, para grande parte dos educadores, de suma importância, a inclusão da experimentação no ensino de Física ainda não está bem estabelecida. Os pesquisadores, usualmente, criam uma classificação própria para os experimentos, dependendo De seus próprios critérios.

Alguns os classificam de acordo com a sua finalidade (SERÉ; COELHO; NUNES, 2003). Nesta, por exemplo, há as atividades “clássicas”, nas quais “o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno” (SERÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 31). Deixar cair diferentes esferas, de diferentes pesos, de uma mesma altura, para verificar a lei da queda livre de Galileu, é um exemplo desse tipo de atividade.

Outro tipo de atividade é aquela na qual uma “lei não é questionada, ela é conhecida e utilizada para calcular um parâmetro, analogamente ao que é feito em um laboratório de metrologia ou de testes” (SERÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 31). Essas atividades envolvem, por exemplo, calcular a constante elástica de uma mola a partir da lei de Hooke, ou medir a aceleração da gravidade a partir do movimento de um pêndulo simples.

Um terceiro tipo de atividade experimental seria ainda a coleta de uma grande quantidade de dados sobre certo fenômeno e, com o auxílio de computadores, modelar matematicamente o mesmo e verificar se tal modelo é adequado, bem como aprimorá-lo.

Há ainda as atividades de produção, ou seja, aquelas nas quais os alunos devem desenvolver um produto. Acerca desse tipo de atividade, os autores mencionam que os alunos podem desenvolver vários aspectos cognitivos e motores, e até aprender de modo mais profundo o que é fazer Ciência, pois estarão sempre buscando identificar os erros e as possíveis soluções, bem como aumentar a eficiência do produto em questão, por meio de sucessivas tentativas – baseadas nos conteúdos estudados e também nas suas intuições.

Outros os classificam de acordo com os seus procedimentos – os equipamentos utilizados. Wesendonk e Terrazzan (2016), por exemplo, classificam

as atividades experimentais em experimentos com aparato físico (atividades que necessitam de equipamentos para sua realização), experimentos de pensamento (famosos principalmente devido à Albert Einstein e Niels Bohr em suas discussões sobre mecânica quântica), e simulações computacionais (atividades que envolvem a manipulação de softwares que criam condições artificiais para um fenômeno em específico).

E há, ainda, aqueles que os classificam em consonância com as habilidades exploradas, como, por exemplo, Silveira (2014), que em seu trabalho, separa as atividades de acordo com o grau de direcionamento (classificando-as em demonstrativas, verificativas e investigativas), ênfase matemática (classificando-as em qualitativas e quantitativas), e nível de ensino (classificando-as de acordo com o seu público alvo, ou seja, Ensino Fundamental, Ensino Médio ou Ensino Superior), além de outros quesitos.

Uma das categorizações mais comuns, no entanto, e que foi utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa, separa os experimentos em três tipos diferentes: de demonstração; de verificação; e de investigação. Os experimentos demonstrativos servem para “ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 181).

Os experimentos de demonstração são bastante comuns, visto que demandam pouco tempo para sua execução e exigem pouco exercício mental por parte dos alunos. Geralmente abordam aspectos qualitativos, servindo para ajudar, de maneira simplificada, a compreender a aplicação de conceitos físicos. Seu uso pode ser feito tanto para motivar o desenvolvimento do conteúdo quanto para concluir o mesmo.

Os experimentos de verificação, por sua vez, possuem “(...) uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 183). É o tipo de atividade que geralmente busca comparar valores teóricos com os medidos (SERÉ; COELHO; NUNES, 2003). Neles, a teoria já está pronta, e os alunos são postos em contato com maneiras de medir grandezas físicas. Em geral, estas atividades exigem equipamentos um pouco mais sofisticados, o que dificulta o

seu emprego na maioria das escolas brasileiras. (ARAÚJO; ABIB, 2003; GASPAR; MONTEIRO, 2005).

As atividades experimentais investigativas possuem caráter exploratório, exigindo e ao mesmo tempo desenvolvendo um pouco mais a autonomia dos alunos. Dentre as três categorias, é a que mais se aproxima do “fazer” Ciência, já que, usualmente, os alunos são estimulados a elaborar e testarem suas hipóteses, não se abatendo perante os erros que podem acontecer. São as que possibilitam o maior número de possibilidades de experimentos e de procedimentos, já que tendem a seguir o estilo de um laboratório não estruturado (ARAÚJO; ABIB, 2003).

As três categorias de atividades experimentais não necessariamente são absolutas (ARAÚJO; ABIB, 2003), e um mesmo experimento ou suas etapas pode ter características de duas ou mesmo de todas. Um experimento pode, também, ser alterado para atender a diferentes finalidades (SERÉ; COELHO; NUNES, 2003).

Uma síntese das classificações possíveis para as atividades experimentais está presente no Quadro 1.

**Quadro 1 – Algumas classificações possíveis para atividades experimentais**

<b>Autor</b>	<b>Princípio de organização</b>	<b>Categorias</b>
Seré, Coelho e Nunes (2003)	Finalidade	Clássica Verificação Modelagem Produção
Wesendonk e Terrazzan (2016)	Procedimentos	Com aparato físico De pensamento Simulações computacionais
Silveira (2014)	Grau de direcionamento	Demonstrativa Verificativa Investigativa
	Ênfase matemática	Qualitativas Quantitativas
	Nível de ensino	Ensino Fundamental Ensino Médio

<b>Autor</b>	<b>Princípio de organização</b>	<b>Categorias</b>
		Ensino Superior
Araujo e Abib (2003)	Quem realiza e quando realiza	Demonstrativa Verificativa Investigativa

Fonte: autoria própria (2018).

#### **2.4 Livros didáticos de Física e experimentação**

Além de serem itens obrigatórios nos livros didáticos, as atividades experimentais devem estimular um ensino mais reflexivo e crítico dos alunos, como é afirmado nas duas principais orientações, que constam no edital do PNL D 2018, já citadas na Introdução. Entretanto, por estarem incluídas em um produto mais amplo – afinal, os livros didáticos devem incluir também historicidade dos conteúdos trabalhados, atividades alternativas de pesquisa e semelhantes, abordagem de tecnologias associadas aos estudos, questões de fixação, revisão e de aprofundamento etc., de modo que a experimentação é apenas mais um item a ser contemplado –, as práticas experimentais têm seu papel reduzido nessas obras e, como afirmam Reis e Martins (2015), “no processo de escolha do LD nas escolas, os professores (...) praticamente desconsideram a proposta experimental das coleções” (REIS; MARTINS, 2015, p. 8).

Os pesquisadores afirmam ainda que isso pode ser uma via de mão dupla: os professores subestimam as atividades experimentais na escolha dos livros didáticos porque estas, do modo como são propostas, não são estritamente necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos trabalhados, e os livros didáticos assim o fazem porque os professores não têm o costume de realizarem atividades experimentais em suas aulas.

Reis e Martins analisaram os experimentos propostos pelos livros sob a ótica das competências e habilidades exigidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e concluíram que propostas experimentais abordam predominantemente algumas habilidades em detrimento de outras, como a representação e a comunicação – elaboração de diagramas, gráficos e semelhantes e descrição dos fenômenos –, por exemplo. Ou seja, além de as propostas experimentais serem negligenciadas pelos professores, elas também não são muito diversificadas no tocante ao desenvolvimento dos alunos. Os autores ainda criticam a falta de

interdisciplinaridade, as poucas representações gráficas dos arranjos experimentais, o que dificulta a realização das práticas, e a falta de contextualização histórico-cultural dos experimentos propostos. Entretanto, concordam que os experimentos realmente têm equipamentos de fácil aquisição e realização nos ambientes escolares.

Uma crítica um pouco mais profunda ao modo como a experimentação é abordada nos livros didáticos é feita por Güllich e Silva (2013), que descrevem não unicamente os experimentos propostos por livros de Ciências (Ensino Fundamental), mas também o contexto no qual eles estão inseridos dentro da obra – algo semelhante ao feito no presente trabalho.

Os pontos que mais geram discussão para esses autores são os trechos textuais e as recomendações nos experimentos que reforçam uma visão positivista de Ciência – ora racionalista, ora puramente empirista. Por exemplo, o uso de verbos imperativos no momento da observação dos experimentos, como “veja”, “observe que”, “verifique que”, dão a entender que só há um resultado possível para o experimento. O mesmo tipo de emprego verbal é utilizado sem maiores explicações, também, nos procedimentos, o que leva o estudante a pensar que os cientistas realizaram os experimentos de uma forma específica logo na primeira tentativa. Isso é prejudicial, na medida em que “muitas vezes o aluno nem se interessa por esse tipo procedimental, pois se o experimento não saiu como estava no livro, o aluno acaba se reprimindo, acreditando que o seu trabalho não deu certo”. (GÜLLICH; SILVA, 2013, p. 160).

Como alternativa a essas práticas, os autores recomendam que os livros poderiam trazer, nas orientações para a realização dos experimentos, discussões históricas e também sobre as limitações dos experimentos que estão sendo realizados e do Método Científico. Essas recomendações também são feitas por Reis e Martins (2015), de modo que se verifica que os livros didáticos ainda têm muitas melhorias a serem feitas em suas propostas experimentais.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A natureza da presente pesquisa é qualitativa, em virtude, principalmente, dos próprios objetivos do trabalho. Isso porque, para serem determinadas quais as concepções de ensino-aprendizagem e de Ciência presentes nos experimentos dos livros didáticos, bem como se há um alinhamento entre esses mesmos experimentos e as recomendações do Edital do PNLD 2018, é necessário determinar, primeiramente, quais características serão importantes para tal, além do grau de relevância de cada uma. De acordo com Moreira (2003), o fato de o processo para se chegar aos resultados ser tão relevante quanto estes indica a necessidade de uma pesquisa de natureza qualitativa.

É importante ressaltar que a pesquisa qualitativa também pode se servir da estatística – algo essencial nas pesquisas quantitativas –, mas, nesse caso, esta será descritiva, auxiliando apenas para ilustrar de maneira mais precisa o fenômeno que está sendo estudado – no presente trabalho, por exemplo, ela indicará a predominância de certas características sobre outras.

Sendo assim, esse capítulo será destinado a detalhar um pouco mais a concepção de pesquisa presente aqui, bem como descrever os procedimentos realizados para a construção das fichas de análise e de qual o papel dela na pesquisa.

#### **3.1 Concepção de pesquisa**

Há três modalidades para coleta de dados de natureza qualitativa (CALADO; FERREIRA, 2004). A observação, que é o ato de tentar analisar um fenômeno a partir dos próprios olhos, tentando evitar ao máximo alterar o que está sendo estudado, representa a primeira delas.

O inquérito é outra modalidade para a coleta de dados em pesquisas qualitativas. Ele pode ser constituído por questionários – cujos registros são em geral escritos – ou por entrevistas – cujos registros são feitos em vídeo, áudio ou uma combinação de ambos.

A análise documental, última das modalidades e que orienta este trabalho, pode servir para complementar a informação obtida por outros métodos ou mesmo como método central de pesquisa, que tem, como foco, documentos. Para deixar mais claro esse objeto de estudo, toma-se aqui a definição de Gil (2008) para documento, que é qualquer objeto que possa contribuir para a investigação de certo



fenômeno ou fato. Nesse tipo de coleta de dados – que são, *grosso modo*, informações da realidade possíveis de serem compartilhadas (FLORES, 1994) – busca-se encontrar significados em um texto e determinar as relações entre eles ou entre eles e o texto como um todo.

Como concepção de pesquisa, a análise documental evita muitos dos transtornos que fazem parte das observações e dos inquéritos, como o constrangimento das partes, por exemplo. Além disso, os documentos geralmente possuem baixo custo ou mesmo são gratuitos. Neste trabalho, por exemplo, os livros didáticos foram obtidos gratuitamente com a ajuda de um colégio que participou do processo de seleção do PNLD 2018 e recebeu os exemplares para análise pelos professores de Física. Por outro lado, a pesquisa documental pode ter alguns contratempos, como, por exemplo, a falsificação ou alteração de documentos, ou uma falta de detalhes no que diz respeito ao processo de construção das conclusões (CALADO; FERREIRA, 2008).

Neste trabalho de conclusão de curso, os documentos são os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. Mais especificamente, os livros destinados ao primeiro ano do Ensino Médio. Isso por duas razões: é no primeiro ano que os conteúdos têm mais relação com o surgimento da Ciência Moderna, ou seja, é nesse volume que os livros vão estabelecer suas concepções de Ciência; e as atividades experimentais presentes nos outros dois volumes seguem os mesmos padrões já estabelecidos no primeiro volume.

No Quadro 1 estão presentes as obras analisadas, bem como seus autores e respectivas editoras. A descrição um pouco mais detalhada de cada uma das coleções está presente no Apêndice A.

**Quadro 2 – Coleções analisadas e seus respectivos autores e editoras**

<b>Código</b>	<b>Coleção</b>	<b>Autores</b>	<b>Editora</b>
LD1	Física	José Roberto Bonjorno; Valter Bonjorno; Mariza Azzolini Bonjorno; Clinton Marcico Ramos; Eduardo Pinho Prado; Renato Casemiro.	FTD
LD2	Compreendendo a Física	Alberto Gaspar	Ática

<b>Código</b>	<b>Coleção</b>	<b>Autores</b>	<b>Editora</b>
LD3	Física: Contexto & Aplicações	Antônio Máximo; Beatriz Alvarenga; Carla Guimarães.	Scipione
LD4	Ser Protagonista – Física	_____	SM
LD5	Física Para o Ensino Médio	Kazuhito Yanamoto; Luiz Felipe Fuke.	Saraiva
LD6	Física	Osvaldo Guimarães; José Roberto Piqueira; Wilson Carron.	Ática
LD7	Física: Interação e Tecnologia	Aurelio Gonçalves Filho; Carlos Toscano.	Leya
LD8	Física Aula Por Aula	Benigno Barreto; Claudio Xavier.	FTD
LD9	Física	Gualter José Biscuola; Newton Villas Bôas; Ricardo Helou Doca.	Saraiva
LD10	Física em Contextos	Mauricio Pietrocola; Alexander Pogibin; Renata de Andrade; Talita Raquel Romero.	Editora do Brasil
LD11	Física – Ciência e Tecnologia	Carlos Magno A. Torres; Nicolau Gilberto Ferraro; Paulo Antonio de Toledo Soares; Paulo Cesar Martins Penteadó.	Moderna
LD12	Conexões com a Física	Glorinha Martini; Walter Spinelli; Hugo Carneiro Reis; Blaidi Sant'Anna.	Moderna

Fonte: autoria própria (2018).

### **3.2 Metodologia**

O trabalho de Araujo e Abib (2003) classifica as atividades experimentais de acordo com suas finalidades (demonstrativas, de verificação e investigativas), e serve como suporte direto para a análise dos dados coletados. Isso porque se associou cada um dos tipos de práticas experimentais a uma concepção de Ciência e, como não poderia ser diferente, de ensino-aprendizagem, levando-se em consideração o exposto no capítulo **Concepções Pedagógicas e Científicas no Ensino de Física**. Isso é válido porque em cada concepção de Ciência a

experimentação possui uma função específica (CHAUÍ, 2000). Além disso, levando-se em consideração as concepções de ensino-aprendizagem e de Ciência mencionadas é possível associá-las, de acordo com os pressupostos de cada uma. Esse fato é bem explicitado por Mizukami (1986) – para quem cada concepção é ancorada em bases filosóficas específicas que procuram explicar cada aspecto da humanidade, das relações sociais vinculadas ao ensino. A associação mencionada está presente no Quadro 2.

**Quadro 3 – Concepções de experimentação e as respectivas concepções de ensino e de Ciência relacionadas**

<b>Concepção de experimentação</b>	<b>Concepção de Ciência</b>	<b>Corrente pedagógica</b>	<b>Abordagem de ensino</b>
Verificativa	Racionalista	Diretiva	Tradicional
Demonstrativa	Empirista		
Investigativa	Construtivista	Relacional	Construtivista

Fonte: autoria própria (2018).

Sendo assim, a determinação das concepções de Ciência e de ensino-aprendizagem das atividades experimentais foi feita por um raciocínio recursivo, primeiro sendo determinadas quais as concepções de experimentação, e em seguida verificando-se quais concepções de Ciência e de ensino-aprendizagem estão a elas associadas.

Exposto isso, é seguro afirmar que os procedimentos metodológicos puderam ser reduzidos a escolher quais as características de cada tipo de atividade experimental. Tal tarefa foi realizada levando-se em consideração, as características mencionadas nos trabalhos de Araujo e Abib (2003) e de Güllich e Silva (2013). Além das características mencionadas explicitamente pelos autores dos trabalhos citados, o autor do presente trabalho elaborou algumas características a partir da sua interpretação de cada concepção de atividade experimental.

Os dados foram coletados sob dois focos diferentes: os capítulos dos livros e os experimentos propostos pelas obras analisadas. O primeiro foco teve a finalidade de explorar a função das atividades experimentais na estrutura dos livros didáticos. Para tanto, foi utilizado como base o trabalho de Araujo e Abib (2003) e algumas características de cada categoria de atividade experimental.

A ficha de análise resultante está representada no Quadro 3. Nela, as características C1, C4 e C5 podem ser consideradas como pertencentes às

atividades experimentais demonstrativas. As características C2, C5 e C6 podem ser apontadas como constituintes de atividades investigativas. C3, C7 e C8, por sua vez, são características encaradas aqui como sendo de atividades verificativas. A característica C5 pode ser analisada como fazendo parte de dois tipos de atividades diferentes porque as práticas experimentais não são completamente delineadas em seus estilos, podendo, em certos momentos, conter características que são compartilhadas entre dois ou mais tipos (ARAUJO; ABIB, 2003).

**Quadro 4 – Ficha para análise das características estruturais dos capítulos dos livros didáticos**

<b>Código</b>	<b>Característica</b>	<b>Ocorre</b>	<b>Não ocorre</b>
C1	A atividade está presente na abertura de capítulo ou seção.		
C2	A atividade está presente no desenvolvimento de capítulo ou seção.		
C3	A atividade está presente no fim de capítulo ou seção.		
C4	A realização da atividade é necessária para compreender a seção ou capítulo.		
C5	A atividade é retomada em algum momento pelo texto da seção ou capítulo.		
C6	A atividade é precedida por indagações e/ou hipóteses e busca responde-las.		
C7	A atividade demonstra um fenômeno já estabelecido teoricamente na seção ou capítulo.		
C8	A atividade poderia ser retirada do corpo textual sem comprometê-lo.		

Fonte: autoria própria (2018).

Para o segundo foco, ou seja, para a coleta de dados relacionados aos experimentos em si, a ficha utilizada está presente no Quadro 4. Para sua construção, tomou-se as características, explícitas e implícitas, mencionadas por Araujo e Abib (2003) e por Güllich e Silva (2013). No primeiro, as características pertencem a cada uma das três classificações de práticas experimentais. No

segundo, as características se referem a experimentos predominantemente com concepções positivistas de Ciência.

Na ficha, as características E1, E2, E3 e E4 são características constituintes de atividades investigativas. As características E5, E6, E7 e E10 pertencem às atividades verificativas. Especificamente, E1, E2, E9 e E10, por sua vez, são características de práticas demonstrativas. A razão para que E1 e E2 sejam encaradas como sendo de duas classificações diferentes é a mesma que a explicitada para C5.

**Quadro 5 – Ficha para análise das características das atividades experimentais dos livros didáticos**

<b>Código</b>	<b>Característica</b>	<b>Ocorre</b>	<b>Não ocorre</b>
E1	A atividade estimula a observação e a elaboração de hipóteses.		
E2	A atividade dá margem para a interpretação dos resultados.		
E3	A atividade explora as limitações práticas de uma teoria.		
E4	A atividade informa sobre possíveis erros a se cometer.		
E5	A atividade contém instruções com verbos no imperativo.		
E6	A atividade deixa explícitos quais resultados devem ser obtidos ou direciona as interpretações.		
E7	A atividade utiliza de coleta de dados quantificados.		
E8	A atividade generaliza conclusões a partir dos resultados.		
E9	A atividade pode ser realizada sem auxílio do professor.		

Fonte: autoria própria (2018).

#### 4 RESULTADOS E ANÁLISES

A quantidade de propostas experimentais presentes nas obras analisadas e classificadas está presente no Quadro 5. Percebe-se um alto número de atividades verificativas ou demonstrativas e um número extremamente baixo de atividades investigativas. Uma exceção a este cenário é o LD5 (Kazuhiro e Fuke), com uma considerável quantidade de atividades deste tipo (concentrando um terço de todas as encontradas).

**Quadro 6 – Caracterização das atividades experimentais propostas nos livros didáticos analisados**

<b>Autores</b>	<b>Atividades Demonstrativas</b>	<b>Atividades Verificativas</b>	<b>Atividades Investigativas</b>	<b>Total</b>
LD1	4	6	0	10
LD2	7	20	0	27
LD3	5	21	0	26
LD4	3	8	1	12
LD5	2	6	5	13
LD6	3	8	0	11
LD7	8	5	0	13
LD8	3	9	1	10
LD9	8	8	1	17
LD10	0	6	2	8
LD11	9	9	3	21
LD12	3	2	1	6
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>104</b>	<b>15</b>	<b>174</b>

Fonte: autoria própria (2018).

O Quadro 6, de modo complementar, apresenta as frequências de cada característica presente entre as propostas experimentais, levando-se em consideração todas as obras. A presença de cada uma das características deste quadro será analisada nas subseções seguintes, de modo mais aprofundado. Contudo, é possível inferir, desde já, a estrutura capitular das obras analisadas: os experimentos são posicionados, quase sempre, ao final da seção ou do capítulo, ou seja, após todo o conteúdo teórico ter sido exposto.

**Quadro 7 – Frequências absolutas e relativas, em relação ao total de atividades de todas as obras, de cada característica buscada por livro didático**

<b>Código</b>	<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa</b>
C1	1	0,6%
C2	13	7,5%
C3	161	92,5%
C4	2	1,1%
C5	2	1,1%
C6	27	15,5%
C7	153	87,9%
C8	173	99,4%
E1	32	18,4%
E2	80	46,0%
E3	21	12,1%
E4	15	8,6%
E5	168	96,6%
E6	138	79,3%
E7	105	60,3%
E8	13	7,5%
E9	174	100,0%
E10	11	6,3%

Fonte: autoria própria (2018).

Isso é representado pela característica C3. Como exemplo dessa característica, a Imagem 1 apresenta o sumário do LD3 (Máximo, Alvarenga e Guimarães) – mais precisamente, dos capítulos 2 e 3, que formam a Unidade 2 – no qual é possível identificar a localização das atividades experimentais no corpo textual. Na obra, elas são identificadas pelo termo “Pratique Física”. Os capítulos restantes também são organizados segundo esse padrão.

Imagem 1 – Sumário dos capítulos 2 e 3 do LD3

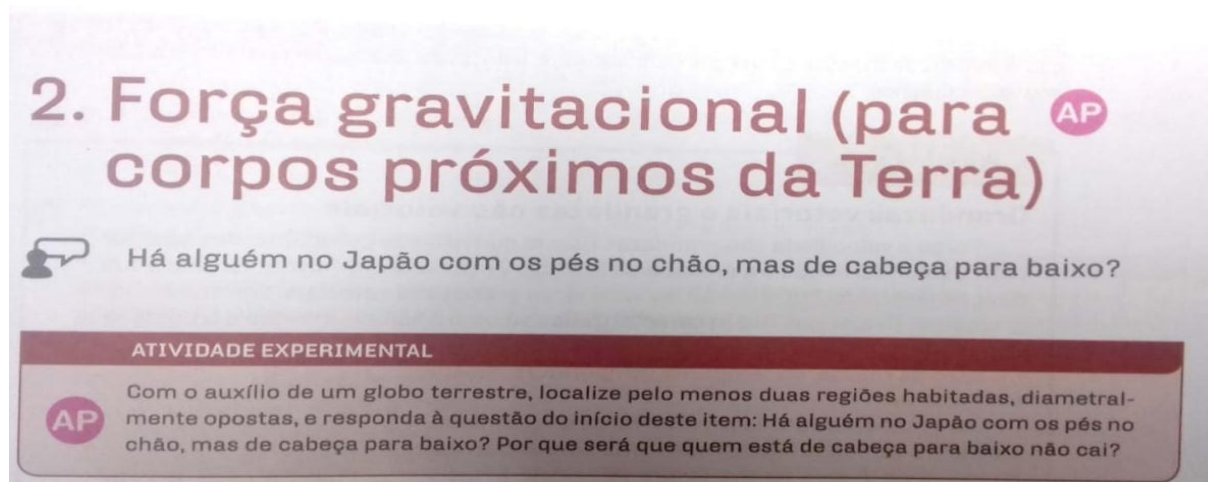
	<b>UNIDADE</b>	<b>2</b>	<b>Cinemática</b>	
		<b>2. Movimento retilíneo</b>		
		2.1 O que se estuda na Cinemática, 31		
		2.2 Movimento retilíneo uniforme, 33		
		2.3 Velocidade instantânea e velocidade média, 39		
		2.4 Movimento retilíneo uniformemente variado, 44		
		2.5 Queda livre, 49		
		<i>Integrando... Ciências Naturais, 53</i>		
		<i>Pratique Física, 55</i>		
		<i>Problemas e testes, 56</i>		
			<b>3. Vetores –</b>	
			<b>Movimento curvilíneo</b>	
			3.1 Grandezas escalares e grandezas vetoriais, 58	
			3.2 Soma de vetores, 61	
			3.3 Vetor velocidade e vetor aceleração, 67	
		3.4 Movimento circular uniforme, 69		
		3.5 Composição de velocidades, 73		
		<i>Pratique Física, 76</i>		
		<i>Problemas e testes, 76</i>		
		<i>Infográfico, 78</i>		

Fonte: Física: Contexto & Aplicações.

As exceções a essa organização – ou seja, que possuem C1 ou C2 – são, majoritariamente, do LD7 (Gonçalves Filho e Toscano). A única atividade experimental que aparece no início de sessão ou de capítulo pertence a esta obra. A Imagem 2 representa essa ocorrência, que consta no conteúdo de gravitação universal.

O modo que os autores do livro encontraram para inserir uma atividade experimental no início da seção foi com uma pergunta a precedendo – “Há alguém no Japão com os pés no chão, mas de cabeça para baixo?”.

Imagem 2 – Ocorrência de C1 no LD7



Fonte: Física: Interação e Tecnologia.



Ainda sobre a mesma obra, a Imagem 3 exemplifica como uma atividade experimental ocorre ao longo do texto. Nesse caso, o conteúdo abordado é a queda dos corpos com a resistência do ar.

### Imagem 3 – Ocorrência de C2 no LD7

Quando a resistência do ar é desprezível, qualquer objeto em queda aumenta sua velocidade de 10 m/s a cada segundo. Na maioria dos casos, porém, a queda dos corpos sofre a ação de uma força de atrito com o ar. O módulo dessa força, denominada força de resistência do ar, depende do módulo da velocidade do objeto ( $v$ ), de sua forma e da maior área da seção transversal do objeto, perpendicular à direção do movimento (os dois últimos elementos serão representados por uma constante de proporcionalidade:  $k$ ).

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

**AP** Pegue quatro caixas de fósforo, prenda três delas com um elástico e segure-as com uma de suas mãos. Com a outra, segure a caixa que sobrou. Solte-as ao mesmo tempo e à mesma altura. Repita a experiência com uma folha de papel aberta e uma amassada. O que você observa? Explique.

Num paraquedas aberto, por exemplo, a forma semiesférica côncava aumenta consideravelmente a força de resistência do ar. Já aviões e carros de corrida têm formas aerodinâmicas para que essa força de resistência seja reduzida.

O módulo da força de resistência do ar aumenta com a velocidade. No caso das **gotas de chuva**, é proporcional à velocidade de queda; no caso do **paraquedas**, depende do quadrado de sua velocidade.

Para as gotas de chuva:  

$$f_{ar} = k \cdot v$$

Para o paraquedas:  

$$f_{ar} = k \cdot v^2$$

Fonte: Física: Interação e Tecnologia.

Uma consequência de os experimentos serem propostos somente ao final do capítulo é a alta presença da característica C8 (a atividade não é essencial para o desenvolvimento do conteúdo, podendo ser retirada sem causar nenhuma alteração no corpo textual). Nos casos expostos nas Imagens 2 e 3, apesar de a localização do experimento destoar das demais obras, as atividades poderiam, também, ser dispensadas sem causar estranheza ao leitor, já que não são retomadas posteriormente nem seus resultados são discutidos pelo texto.

A mesma explicação é dada para a frequência quase nula das características C4 e C5 – se as atividades experimentais podem ser retiradas, elas não são

essenciais para a compreensão do conteúdo estudado, bem como também não são retomadas pelo texto, até porque, devido à sua localização, não há texto posterior – e para a alta frequência de C7 – se a atividade experimental é proposta somente no fim do estudo de um conteúdo, é quase natural que ela aborde aspectos que já foram trabalhados pela obra.


Quando ocorrem C4 e C5, novamente apenas no LD7, as suas respectivas atividades experimentais abordam o conteúdo de equilíbrio de corpos extensos. Apesar de estarem localizadas no meio do texto, este explicita que elas são necessárias para responder à indagação inicial, e logo na sequência aborda os resultados das experiências realizadas – mesmo assim, sem se referir diretamente às experiências, o que indica que elas podem ser retiradas do texto. As atividades mencionadas estão presentes na Imagem 4, e como o texto as aborda está presente na Imagem 5.

**Imagem 4 – Atividades experimentais do LD7 nas quais ocorrem C4 e C5**

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

**1** Pegue uma caneta e aplique duas forças aproximadamente iguais nas situações esquematizadas a seguir.

**AP**

**a** 


**b** 

Ilustração: Cibele Queiroz

Figuras 12: Forças aplicadas nas extremidades de uma caneta, na direção do seu comprimento (a) e perpendiculares ao seu comprimento (b).


O que você observa em cada caso?

**2** Procure abrir um portão ou uma porta exercendo a mesma força, perpendicular à porta, em lugares diferentes: ora mais perto do eixo de rotação (dobradiças), ora mais distante dele. O que você observa?

Fonte: Física: Interação e Tecnologia.

Imagem 5 – Ocorrência de C4 e C5 no LD7

## 2. Torque (ou momento) de uma força e equilíbrio estático AP

 Quando a força resultante sobre um objeto for nula, ele estará, necessariamente, em equilíbrio estático (repouso) ou cinético (movimento retilíneo uniforme)?

Você deve fazer a **atividade experimental** para responder a esta pergunta.

Quando aplicamos duas forças em um objeto rígido (aquele que não sofre deformação perceptível), ele pode **girar** (veja a figura 12b da página seguinte). As duas forças aplicadas ( $\vec{F}$  e  $\vec{F}'$ ) têm soma vetorial nula, porque possuem mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos. Mas, mesmo quando a resultante das forças exercidas sobre um objeto é nula, elas podem provocar uma rotação.

Observe que o **ponto de aplicação** das forças determina se vai haver ou não o **giro** do objeto. Você também já deve ter notado que as maçanetas das portas ficam o mais distante possível das dobradiças (eixo de rotação) e que não é tarefa fácil abrir ou fechar uma porta empurrando-a próximo ao eixo.

Fonte: Física: Interação e Tecnologia.

Já para C7, um bom exemplo de atividade experimental que é realizada para acrescentar conteúdos ou informações encontra-se no LD8 (Barreto e Xavier). No caso, a atividade, que também se encontra no fim do capítulo, aborda pêndulos simples e as influências dos parâmetros envolvidos, tais como massa e comprimento do fio. Ela é proposta em um capítulo que aborda somente forças em trajetórias curvas, como mostra a Imagem 6. A Imagem 7 apresenta a respectiva atividade.

Imagem 6 – Sumário referente ao capítulo 10 do LD8.

▶ <b>Capítulo 10: Dinâmica nas trajetórias curvas</b> .....	150
1. Componentes da força resultante.....	150
<b>Você sabia?</b> – O que é força centrífuga?.....	153
2. Movimento circular nos planos horizontal e vertical.....	154
<b>Pense além</b> – Lavando a roupa suja.....	156
<b>Experimente a Física no dia a dia</b> – No balanço do vai e vem.....	157

Fonte: Física Aula Por Aula.



## Imagem 7 – Atividade experimental na qual ocorre C7 no LD8

### Experimente a Física no dia a dia

#### No balanço do vai e vem

Sobre dois balanços estão um menino e sua mãe, de massas 20 kg e 70 kg, respectivamente. Considere que ambos abandonaram o balanço ao mesmo tempo e da mesma altura e que não houve esforço para alterar o movimento dos brinquedos.

Como relacionar as frequências dos movimentos de vai e vem do balanço com a massa das duas pessoas? É o que vamos estudar no experimento a seguir.

**Materiais**

- 3 latas de alumínio vazias
- 1 litro de água
- 2 cadeiras de mesmo tamanho
- 90 cm de barbante
- 1 cabo de vassoura

**Passo a passo**

**Etapa 1**


- Apoie o cabo de vassoura sobre o espaldar das cadeiras.
- Corte três fios de barbante com as medidas indicadas na figura. Prenda uma das extremidades do barbante ao cabo de vassoura e a outra extremidade na lata de refrigerante. Coloque a mesma quantidade de água nas três latas.
- Eleve as três latas à mesma altura e solte-as ao mesmo tempo. Observe o que acontece e responda às questões 1 e 2.

**Etapa 2**

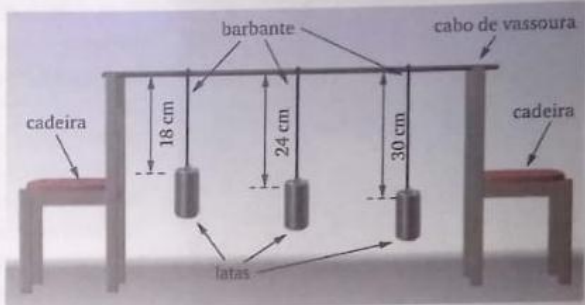
- Repita o procedimento anterior. Observe o que aconteceu e responda às questões 3 e 4.

**Etapa 3**

- Substitua os fios de barbante usados na etapa anterior por outros de comprimentos iguais. Coloque quantidades diferentes de água nas três latas. Eleve mais uma vez as três latas à mesma altura e solte-as ao mesmo tempo. Observe e responda às questões 5 e 6.



Mãe e criança brincando em um balanço.



Representação do aparato experimental.

**Responda**

**Escreva no caderno**

Professor, os comentários desta seção encontrarão-se no Caderno de orientações no final deste volume.

1. O que produziu esse movimento das latas?
2. Qual princípio da Dinâmica explica o fato de as latas permanecerem assim apenas por algum tempo?
3. A frequência com que as latas de refrigerante descrevem esse movimento é a mesma?
4. É possível relacionar o comprimento do barbante com as frequências? Descreva essa relação.
5. O movimento das latas tem a mesma frequência?
6. É possível relacionar essa frequência com a massa das latas? Justifique.

Por fim, apesar de C6 aparecer relativamente poucas vezes nas atividades experimentais, vale o destaque para suas ocorrências em LD10 (Pietrocola, Pogibin, Andrade e Romero) – de 8 experimentos, 7 são precedidos por indagações e/ou hipóteses. A obra consegue contextualizar bem as atividades propostas, bem como trabalhar boa parte dos conceitos estudados nos seus respectivos capítulos.

Um exemplo dessas ocorrências está presente na Imagem 8, em que se explora a questão: “Como equilibrar uma balança de braço?”.

**Imagem 8 – Ocorrência de C6 no LD10.**

As orientações e respostas encontram-se no Manual do Professor.

## INVESTIGUE VOCÊ MESMO

Resolva os exercícios no caderno.

### Balança de braços

**MATERIAIS**

- ▶ 1 régua de 50 cm
- ▶ Moedas iguais ou arruelas de mesmo tamanho
- ▶ Barbante
- ▶ Copinhos de plástico
- ▶ 1 tesoura

**ROTEIRO E QUESTÕES**

**Como equilibrar uma balança de braço?**

Nesta atividade, você poderá medir a massa de alguns objetos e estudar a lei das alavancas.

- ▶ Faça um furo no ponto 25 cm da régua, amarre um pedaço de barbante e verifique se ela está equilibrada.
- ▶ Faça três cestinhas, usando copinhos de plástico e barbante. Elas serão os “pratos” da balança de braços, como se observa na figura.
- ▶ Depois, proceda de acordo com as orientações a seguir e faça as anotações no caderno, acrescentando em seu relatório as massas e as distâncias escolhidas. As massas podem ser consideradas unidades de moedas ou arruelas.

1. Utilizando duas cestinhas, pendure massas iguais a distâncias iguais do centro da balança. O que aconteceu? Explique.
2. Pendure massas diferentes a distâncias iguais do centro da balança. O que aconteceu? Explique.
3. Pendure massas iguais a distâncias diferentes do centro da balança. O que aconteceu? Explique.
4. Vamos trabalhar agora com três cestinhas. Pendure de um lado da balança duas massas a 10 cm do centro; do outro lado, pendure quatro massas a 5 cm e uma massa a 20 cm do centro. O que aconteceu? Desloque uma das cestinhas poucos milímetros. Ocorreu mudança na situação de equilíbrio? Procure explicar considerando as distâncias do centro de apoio e as forças que atuam sobre as cestas.
5. Pendure de um lado da balança três massas a 10 cm do centro; do outro, pendure duas massas a 5 cm e uma massa a 20 cm do centro. O que aconteceu? Explique.

Arranjo experimental.

Fonte: Física em Contextos.

As ocorrências de cada característica isoladamente nas obras estão presentes no Apêndice A.

#### 4.1 Caracterização das concepções de ensino-aprendizagem das propostas experimentais

As concepções de ensino-aprendizagem presentes nas obras analisadas, levando-se em consideração suas atividades experimentais, podem ser resumidas pelo Quadro 7.

**Quadro 8 – Concepções de ensino-aprendizagem de cada obra analisada no que diz respeito às suas atividades experimentais**

<b>Código</b>	<b>Corrente Pedagógica Predominante</b>	<b>Abordagem de Ensino Predominante</b>
LD1	Diretiva	Tradicional
LD2	Diretiva	Tradicional
LD3	Diretiva	Tradicional
LD4	Diretiva	Tradicional
LD5	*	*
LD6	Diretiva	Tradicional
LD7	Diretiva	Tradicional
LD8	Diretiva	Tradicional
LD9	Diretiva	Tradicional
LD10	Diretiva	Tradicional
LD11	Diretiva	Tradicional
LD12	**	**

Fonte: autoria própria (2018).

As lacunas que contém o sinal \* significam que não há uma predominância clara entre os tipos de atividades experimentais dentro do livro didático. Esse é o caso do LD5, que, como já afirmado anteriormente, possui boa quantidade de propostas investigativas, mas não maior que o de verificativas – que é muito semelhante, nesse caso.

Já as lacunas com o sinal \*\* significam que os livros didáticos em questão não possuem número suficiente de atividades experimentais para se realizar um tratamento estatístico válido, a não ser que não houvesse atividades investigativas – ou que apenas houvesse atividades dessa categoria.

Fica claro que a corrente pedagógica diretiva e a abordagem de ensino tradicional ainda são predominantes nos livros didáticos. Isso é mais bem fundamentado quando se analisam as ocorrências de E5 e E6: além de não dar margem aos estudantes para que explorem diferentes arranjos experimentais, as propostas experimentais geralmente explicitam quais devem ser os resultados ou direcionam o foco dos estudantes para observações específicas. Por exemplo, o LD3, ao abordar gravitação universal – mais precisamente as trajetórias planetárias –, deixa bem claro o que deve ser feito e o que foi obtido, como mostra a Imagem 9.

**Imagem 9 – Ocorrência de E5 e E6 no LD3**

**PRATIQUE FÍSICA EM EQUIPE**

**Não escreva no livro!**

1. A elipse é uma curva em que, dados os seus focos  $F_1$  e  $F_2$ , a soma das distâncias de qualquer um de seus pontos, (P), a esses focos é sempre constante (na figura ao lado,  $F_1P + F_2P = \text{constante}$ ). Podemos traçar uma elipse usando o seguinte processo:

- 1ª) Prenda as extremidades de um cordão a dois alfinetes fixados em dois pontos,  $F_1$  e  $F_2$ , como mostra a figura ao lado. A seguir estique o cordão com a ponta de um lápis e trace a curva fazendo o lápis deslizar, mantendo o cordão sempre esticado. Dessa maneira, a soma das distâncias de um ponto qualquer da curva a  $F_1$  e  $F_2$  será sempre igual ao comprimento do cordão. Logo, os pontos  $F_1$  e  $F_2$ , nos quais fixamos os alfinetes, serão os focos da elipse.
- 2ª) Usando o processo que acabamos de descrever, trace uma elipse da seguinte maneira: pegue um cordão de 30 cm de comprimento e fixe suas extremidades de modo que a distância  $F_1F_2$  entre os focos seja de 24 cm.
- 3ª) Quanto menor for a distância entre os focos (para um dado comprimento do cordão), mais próxima da forma circular se tornará a elipse. Para verificar esse fato, trace outra elipse usando o mesmo cordão de 30 cm, mas de modo que a distância focal  $F_1F_2$  seja de 8,0 cm. A curva obtida agora corresponde, aproximadamente, à forma da órbita de Plutão em torno do Sol. Como você pode observar, essa curva tem forma muito próxima de uma circunferência, embora Plutão (que desde 2006 passou a ser chamado de planeta-anão) seja aquele que descreve a órbita mais **achatada**.
- 4ª) Usando ainda o cordão de 30 cm de comprimento, trace uma elipse com os focos distanciados de apenas 0,6 cm. Essa curva corresponde, aproximadamente, à forma da órbita da Terra em torno do Sol. Observe, como já dissemos, que ela é praticamente circular.

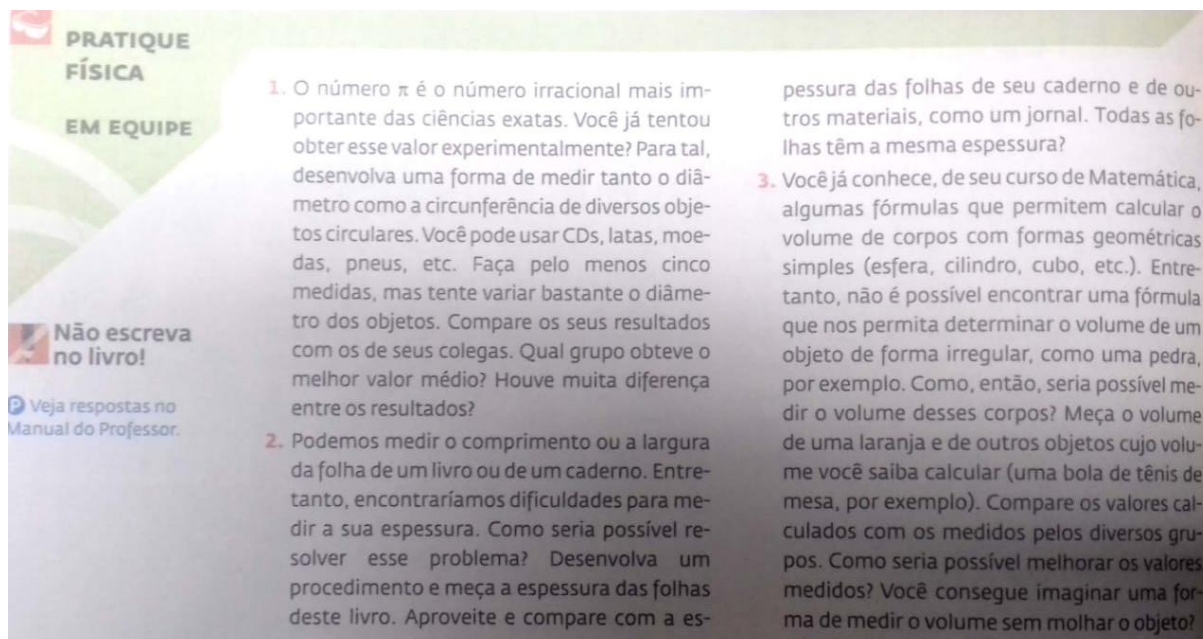
Montagem com barbante e alfinetes demonstrando como obter uma elipse.

Fonte: Física: Contexto & Aplicações

A mesma obra contém exceções a essa regra, como é apresentado na Imagem 10. Nessas atividades os alunos têm total liberdade sobre como proceder, liberdade esta representada por frases como “(...) desenvolva uma forma de medir tanto o diâmetro como a circunferência de diversos objetos circulares” e “Desenvolva um procedimento e meça a espessura das folhas deste livro”.



**Imagem 10 – Atividades experimentais do LD3 nas quais os estudantes têm liberdade para proceder**



Fonte: Física: Contexto & Aplicações.

#### 4.2 Caracterização das concepções de Ciência das propostas experimentais

As concepções de Ciência presentes nas obras analisadas, levando-se em consideração suas atividades experimentais, podem ser sintetizadas no Quadro 8.

**Quadro 9 – Concepções de Ciência de cada obra analisada no que diz respeito às suas atividades experimentais**

Código	Concepção Predominante
LD1	Racionalista
LD2	Racionalista
LD3	Racionalista
LD4	Racionalista
LD5	*
LD6	Racionalista
LD7	Racionalista
LD8	Racionalista
LD9	Racionalista
LD10	Racionalista
LD11	Racionalista
LD12	**



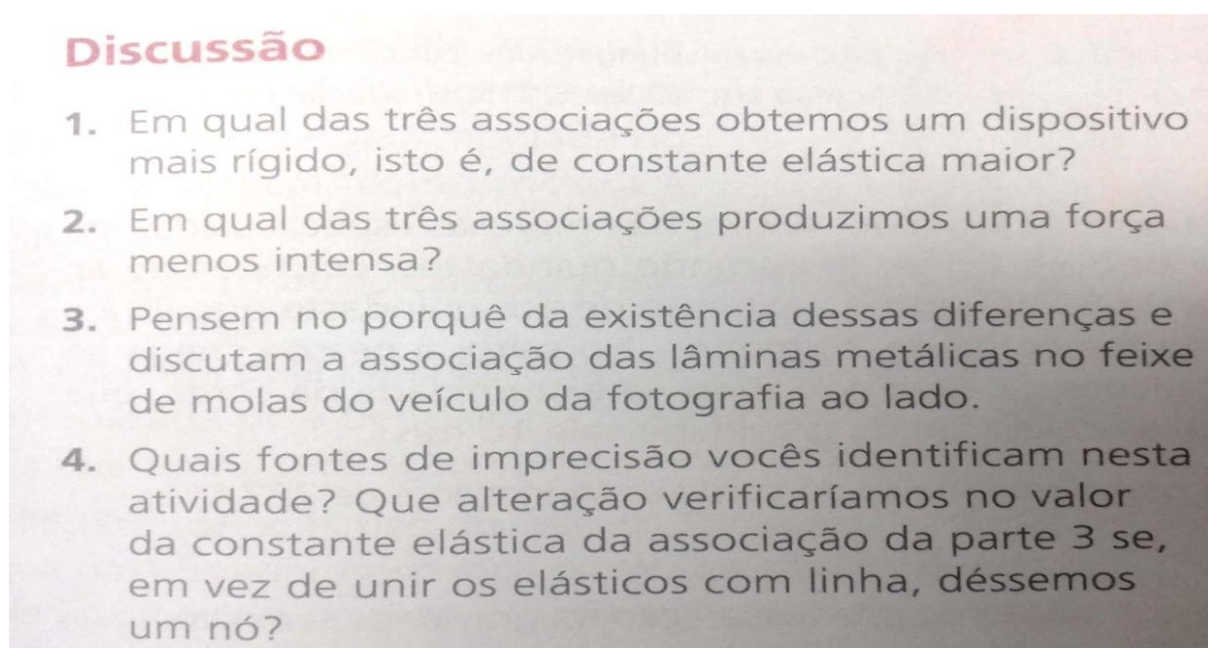
Fonte: autoria própria (2018).

O sinal \* significa que há uma alternância de concepção científica dentro do livro didático – nesse caso, entre racionalista e construtivista –, dependendo do assunto a ser tratado. Nesse sentido, o LD5 (Kazuhito e Fuke) é a obra em que as características E3 e E4 – limitações práticas de uma teoria e possíveis erros experimentais, respectivamente – mais se fazem presentes, indicando que os autores possuem o cuidado de abordar o conhecimento científico como modelos limitados, e que o desenvolvimento da Ciência está sujeito a falhas.

Ainda assim, a presença dessas características é proporcionalmente baixa nessa obra – constam em menos da metade das atividades. A Imagem 11 apresenta as discussões propostas pelo livro com relação a uma atividade experimental sobre associações de elásticos, na qual o objetivo era identificar qual tipo de associação promove maior rigidez.

O sinal \*\* significa que o LD12 não possui número suficiente de atividades experimentais para se realizar um tratamento estatístico válido – há características dos três tipos de concepções de Ciência, sem uma grande diferença em suas ocorrências.

**Imagem 11 – Ocorrência de E3 e E4 no LD5**



Fonte: Física Para o Ensino Médio.

As características E1 e E2, que buscam aprofundar o papel do cientista e o subjetivismo que ele carrega consigo na produção do conhecimento científico, também marcam pouca presença nas atividades analisadas. Isso porque as obras não proporcionam aos estudantes uma reflexão acerca dos experimentos a serem realizados, como o porquê de suas realizações, o que esperar dos resultados, etc. No geral, as próprias orientações já começam com frases como “Esta atividade visa demonstrar/verificar...”, ou seja, já indica como observar e o que observar, quando direciona a análise dos resultados com frases do tipo “Utilizando o princípio (...) explique o que ocorreu”. Contudo, vale destaque para o LD10, que busca desenvolver, em praticamente todas as suas práticas experimentais, diferentes maneiras de interpretação dos resultados – por meio de gráficos, tabelas, desenhos, expressões algébricas, etc.

A Imagem 12 representa um exemplo em que os estudantes têm exploradas suas capacidades de modelagem e de interpretação. A instrução “Escreva a relação que você imagina que vai observar neste experimento” indica E1, enquanto a pergunta “Se empilhássemos caixas de fósforos, obteríamos o mesmo valor para a inclinação?” indica E2, já que o estudante tem que ter noção de que o resultado obtido por ele é válido somente para um caso específico.

Imagem 12 – Ocorrência de E1 e E2 no LD10

As orientações e respostas encontram-se no Manual do Professor.

## INVESTIGUE VOCÊ MESMO

Resolva os exercícios no caderno.

### Dominó

#### MATERIAIS

- ▶ Peças de dominó.
- ▶ Tira de papel milimetrado.

#### ROTEIRO E QUESTÕES

**Como saber o número de peças de dominó empilhadas sem contá-las?**

Nesta atividade você vai determinar a relação entre o número  $N$  de peças de dominó empilhadas e a altura  $h$  da pilha. Vamos começar com um "chute"!

- ▶ Escreva a relação que você imagina que vai observar neste experimento. Faça sua aposta.
- ▶ Monte uma tabela para anotar seus dados: a primeira coluna deve conter o número de peças, e a segunda coluna a altura medida.
- ▶ Empilhe as peças com sua face mais larga sobre a mesa e meça a altura da pilha, de acordo com as seguintes quantidades de peças: 2, 4, 5, 6, 7 e 9. Para realizar as medidas, utilize a tira de papel milimetrado e não se esqueça dos Algarismos Significativos.
- ▶ Construa o gráfico  $h \times N$ .
- ▶ Analise a distribuição dos pontos e trace a melhor curva média que conseguir.
- ▶ Com base na curva média, determine a inclinação, ou seja, o valor da tangente, e compare seu resultado com o dos colegas.

Após esses procedimentos, responda no caderno às seguintes questões:

1. Descreva com suas palavras o modelo que você construiu para o comportamento da altura da pilha em relação ao número de peças empilhadas.
2. Para esta atividade, o que significa a inclinação da reta?
3. Se empilhássemos caixas de fósforos, obteríamos o mesmo valor para a inclinação?
4. Como é a expressão algébrica que representa a relação entre  $h$  e  $N$  para seu gráfico? Compare-o com o gráfico dos colegas.
5. Adotando a mesma proposta experimental dos dominós, também seria possível determinar a espessura de uma página deste livro de Física? Em caso afirmativo, como você faria?
6. Por meio da expressão que você obteve, determine:
  - a) a altura de uma pilha de 3,5 peças.
  - b) a altura de uma pilha de 1 322 peças.
  - c) o número de peças necessárias para que uma pilha tenha 9,5 cm.

Adaptação da atividade da dissertação de mestrado de Terezinha de Fátima Pinheiro: *Aproximação entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª série do 2º grau e a ciência dos cientistas: uma discussão*. Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. Disponível no site do Núcleo de Pesquisas em Inovações Curriculares do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – Nupic/LAPEF/FE/USP. <www.nupic.fe.usp.br>. Acesso em: 25 ago. 2015.

Fonte: Física em Contextos.

A característica E7, relativa à presença de dados quantificáveis, está presente na maior parte das atividades analisadas. Não poderia ser diferente, já que as próprias obras, em seus primeiros capítulos, evidenciam que o que diferencia o conhecimento científico de outras áreas do conhecimento é a possibilidade do tratamento matemático como forma de validação. A Imagem 12 exemplifica, também, essa característica.

Um ponto muito positivo é a quase ausência completa de E8, ou seja, generalização dos resultados obtidos por apenas um experimento. Sua presença, que indicaria uma concepção de Ciência empirista, é bastante criticada por Güllich e Silva (2013). Isso é sinal de que, pelo menos em alguns aspectos, as atividades experimentais estão conseguindo se adequar às pesquisas recentes na área.

### 4.3 Orientações do PNLD 2018 e propostas experimentais

A partir das discussões realizadas no início deste capítulo e nas subseções 4.1 e 4.2, é possível verificar se as propostas experimentais de cada obra satisfazem os requisitos do Edital do PNLD 2018, quais sejam: os experimentos devem ter uma “perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem” (BRASIL, 2015, p.58); e os experimentos devem ter “arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos” (BRASIL, 2015, p.58).

Com relação ao primeiro requisito, as obras não o atendem. As atividades investigativas constituem cerca de 9% dentre todos os 174 experimentos analisados. No entanto, há obras que sequer possuem atividades investigativas – LD1, LD2, LD3, LD6 e LD7 –, o que vai diretamente contra as recomendações do PNLD 2018.

Exemplos de atividades investigativas são as propostas experimentais 2 e 3 apresentadas na Imagem 10. Nestas atividades, os estudantes têm liberdade para elaborar seus pensamentos iniciais a respeito dos objetivos a serem cumpridos, bem como no modo de proceder e há, ainda, discussões a respeito das limitações e validade dos métodos por ele elaborados.

O segundo requisito é, ao contrário do primeiro, completamente satisfeito pelas obras. A característica E9 – possibilidade de realização sem o auxílio do professor – implica em equipamentos com os quais os alunos tenham familiaridade e que sejam de fácil obtenção, bem como implica que os procedimentos não exijam capacidades dos estudantes além do que se espera na Educação Básica. Todos os experimentos analisados continham essa característica, o que é um ponto a favor das obras.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o exposto ao longo deste trabalho de conclusão de curso, alguns pontos merecem ser discutidos de modo um pouco mais aprofundado.

Em linhas gerais, os resultados mostram uma forte predominância das concepções, de ensino-aprendizagem e de Ciência, respectivamente, tradicional e racionalista, convergindo com os apontamentos de Pereira e Moreira (2017) sobre as atividades em sala de aula.

Levando-se em consideração as recomendações do edital do PNLD 2018 – de que as atividades experimentais propostas devem ter natureza investigativa – esse aspecto acaba revelando uma incoerência entre os requisitos a serem cumpridos pelas obras e o que elas de fato apresentam.

Boa parte dos pontos criticados por Güllich e Silva (2013) se apresentam nas atividades experimentais propostas pelos livros didáticos de Física do Ensino Médio, tais como a predominância de verbos no imperativo – não deixando margens para os estudantes alterarem os parâmetros envolvidos – e de resultados já explicitados nas propostas.

No que diz respeito às generalizações dos resultados obtidos nas atividades experimentais, nenhum livro o faz. Güllich e Silva (2013) são bem enfáticos nesse aspecto, pois isso pode dar a impressão de que o que está estabelecido em Ciência jamais pode ser refutado. Pelo menos nisso, os livros aprovados a partir do edital do PNLD 2018 mostram um alinhamento entre a pesquisa que se faz sobre o tema e o que é de fato produzido como material didático, pois em várias oportunidades deixam claro os domínios de validade dos experimentos propostos.

Por outro lado, o outro requisito do edital do PNLD 2018 no que diz respeito às atividades experimentais, que é a facilidade de obtenção de seus materiais e de suas execuções, é plenamente atendido, em todas as obras aprovadas e em todas as atividades nelas contidas.

Estes aspectos sugerem pelo menos duas possibilidades de interpretação.

A primeira é que um dos requisitos tem mais peso do que o outro no momento da decisão para a aprovação dos livros didáticos. Ou seja, os experimentos serem fáceis de realizar é mais importante do que instigarem a criatividade, raciocínio, autonomia e coordenação. Isso é bem provável, na medida em que, de acordo com Araujo e Abib (2003), as escolas não possuem equipamentos muito diversificados

e/ou sofisticados para as práticas experimentais, restringindo essas atividades a demonstrações. Dessa forma, apenas o fato de as obras proporem alternativas aos laboratórios tradicionais já tem um grande impacto em sua aprovação.

A segunda forma de analisar a situação diz respeito a quem está envolvido no processo de aprovação das obras. Por exemplo, para alguém que teve sua formação inteiramente nos moldes da pedagogia diretiva (BECKER, 1994), talvez apenas o fato de as atividades propostas mencionarem que são os alunos que devem realizá-las, e não o professor, já se configura como uma atividade investigativa. Ou seja, a definição de investigação utilizada no processo de seleção dos livros didáticos pode não ser a mesma que é utilizada neste trabalho de conclusão de curso.

Outro ponto que merece destaque é a falta de importância que os livros didáticos em questão dão às atividades experimentais. Nesta análise, todas elas poderiam ser retiradas das obras, sem causar nenhum prejuízo ao modo como os conteúdos são abordados, isto é, deste uma perspectiva que é, essencialmente, tradicional.

Mesmo os experimentos que se localizam no início ou no meio do texto, também podem ser retirados da obra sem causar alterações significativas. Ou seja, o essencial nesses livros é o desenvolvimento abstrato dos conhecimentos, num sentido vinculado aos aspectos abstratos em detrimento daqueles que poderiam ser explorados por meio de atividades experimentais, como se a prática fosse desnecessária, havendo apenas transmissão de conhecimento (MIZUKAMI, 1986).

Algumas questões surgiram durante o desenvolvimento deste trabalho, e não puderam ser respondidas no mesmo. Por exemplo, foi verificado que quase todas as obras apresentam indagações sobre os conteúdos de ensino, deixando-as, entretanto, sem resposta. Isso não é, necessariamente, um problema, pois elas podem ser propostas com o objetivo de estimular a curiosidade e a iniciativa dos estudantes. Mas, boa parte dessas indagações é estabelecida em aberturas de capítulos ou seções, fazendo parecer que o respectivo conteúdo será desenvolvido tendo-as como norte, o que não acontece.

Por fim, com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível aprimorar boa parte do conhecimento acumulado ao longo da graduação, pois envolveu noções de epistemologia, de concepções pedagógicas, de alternativas para o ensino de Física

e de conteúdos estruturantes da disciplina. Houve, também, o desenvolvimento de uma maior criticidade quanto à seleção de atividades a serem desenvolvidas na atuação profissional – em que momento um experimento é viável, de que tipo ele deve ser e como deve ser avaliado, por exemplo, bem como se ele é necessário.

## 6 REFERÊNCIAS

ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 89-96, jan. 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. (2017). **Guia de livros didáticos PNLD 2018: Física**. Ministério da Educação. Brasília: MEC.

CALADO, Sílvia dos Santos; FERREIRA, Sílvia Cristina dos Reis. Análise de Documentos: Método de Recolha e Análise de Dados. **Metodologia da Investigação I**. Lisboa, 2004.

CHAUÍ, Marilena de Sousa. **Convite à filosofia**. 14. ed. São Paulo, SP: Ática, 2014. 520 p.

CORREIA, M.; FREIRE, A. Trabalho laboratorial e práticas de avaliação de professores de ciências físico-químicas do ensino básico. **Ensaio**, v. 11, n. 1, 2009.

FLORES, J. Analisis de datos cualitativos. **Aplicaciones a la investigación educativa**. Barcelona: PPU, 1994.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; SILVA, Lenice Heloísa de Arruda. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 155-167, maio 2013.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo, SP: E.P.U., 1986. 119 p. (Temas básicos de educação e ensino).

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Lamparina, 2008. 245 p.

MOREIRA, M.A. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos**. 2003.

PEREIRA, Jaqueline Ritter; ARAÚJO, Maria C. P. de. Concepções de Ciência: Uma Reflexão Epistemológica. **VIDYA**. Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 57-70, jul./dez. 2009.

PEREIRA, Marcus Vinicius; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 265-277, maio 2017

Programas do Livro. **FNDE**. Disponível em



<<<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/dados-estatisticos>>> Acesso em 10 de setembro de 2018

REIS, Wendel Fajardo; MARTINS, Maria Inês. Experimentos em Livros Didáticos de Física: Uma Análise Comparativa de Duas Edições do PNLD. **Imagens da Educação**. Maringá, v. 5, n.3 p. 1-9, 2015.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, jan. 2003.

SILVEIRA, Waldemir de P. **Experimentação em Mecânica: Enfoques, Concepções e Características**. 2014. 145 f. Dissertação – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.

WESENDONK, Fernanda Sauzem; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 779-821, dez. 2016.

**APÊNDICE A – Frequências Absolutas das Características Referentes à Estrutura Capítular das Obras**

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>
<b>LD1</b>	0	2	8	8	0	0	0	1
<b>LD2</b>	0	0	27	27	0	0	0	0
<b>LD3</b>	0	2	24	24	0	0	0	3
<b>LD4</b>	0	0	12	12	0	0	0	0
<b>LD5</b>	0	0	13	13	0	0	0	4
<b>LD6</b>	0	1	10	10	0	0	0	0
<b>LD7</b>	1	7	5	5	2	2	2	4
<b>LD8</b>	0	1	10	10	0	0	0	2
<b>LD9</b>	0	0	17	17	0	0	0	2
<b>LD10</b>	0	0	8	8	0	0	0	7
<b>LD11</b>	0	0	21	21	0	0	0	0
<b>LD12</b>	0	0	6	6	0	0	0	4

**APÊNDICE B – Frequências Absolutas das Características Referentes aos Experimentos das Obras**

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
<b>LD1</b>	4	6	1	0	10	1	5	4	10
<b>LD2</b>	2	6	6	3	27	27	20	1	27
<b>LD3</b>	7	12	4	0	23	21	14	0	26
<b>LD4</b>	4	6	1	2	12	9	6	2	12
<b>LD5</b>	4	9	5	6	13	12	11	0	13
<b>LD6</b>	2	6	1	0	10	10	9	2	11
<b>LD7</b>	4	3	0	0	12	7	5	3	13
<b>LD8</b>	2	6	1	0	9	7	6	0	10
<b>LD9</b>	1	7	0	2	17	17	9	0	17
<b>LD10</b>	0	7	2	1	8	5	8	1	8
<b>LD11</b>	2	9	0	1	21	17	9	0	21
<b>LD12</b>	0	3	0	0	6	5	3	0	6