



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE PB**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**CURSO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO**  
**MATEMÁTICA**

**VÂNIA KATYANE DE OLIVEIRA COSTA**

**A TEORIA DAS CORES DE NEWTON: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS**  
**APROVADOS PELO PNL D 2018**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2023**

**VANIA KATYANE DE OLIVEIRA COSTA**

**A TEORIA DAS CORES DE NEWTON: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS  
APROVADOS PELO PNLD 2018**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcos Antônio Barros

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837t Costa, Vania Katyane de Oliveira.

A teoria das cores de Newton [manuscrito] : análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 / Vania Katyane de Oliveira Costa. - 2024.

112 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Marcos Antônio Barros, Coordenação do Curso de Física - CCT. "

1. Historiografia. 2. Livro didático. 3. Análise de conteúdo.  
4. Teoria das cores de Newton. 5. Ensino de física. I. Título

21. ed. CDD 372.3

VANIA KATYANE DE OLIVEIRA COSTA

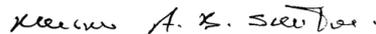
**A TEORIA DAS CORES DE NEWTON: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS  
APROVADOS PELO PNLD 2018**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

Aprovada em: 20/12/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



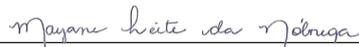
Prof. Dr. Marcos Antônio Barros (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



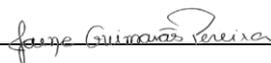
Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Mayane Leite da Nóbrega

Universidade Federal da Bahia (UFBA)



Profa. Dra. Jaene Guimarães Pereira

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*A minha família, base incondicional, pela fé e  
confiança depositada em mim, DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, por permitir a minha existência, fazendo-me, pela fé, chegar ao término de mais uma etapa.

Ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM), por todos os ensinamentos oportunizados por seu corpo docente.

A meu pai Valdemir Bento da Costa, minha mãe Valdejane de Oliveira Costa e a meus irmãos: Jane Kelly de Oliveira Costa e Valdemir Jhonathan de Oliveira Costa.

Ao professor Dr. Marcos Antônio Barros, pela orientação, paciência e compreensão, sempre solícito, dando-me conselhos, pelo seu senso humano e justo. Obrigada pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, por me ensinar e apresentar a área de História, Filosofia da Ciência, de modo a me fazer tomar gosto pela área.

Aos meus amigos e companheiros de jornadas: Marciana Cavalcante e José Rodrigues, agradeço os momentos que passamos reunidos/juntos nessa longa e difícil batalha.

Todos vocês são responsáveis por mais essa vitória em minha vida, que Deus os abençoe hoje e sempre.

**“Construímos muitos muros e poucas pontes”**

Isaac Newton

## RESUMO

Levando em consideração a importância que o livro didático exerce no meio escolar e o quanto ele influencia a aprendizagem estudantil, em especial no ensino das ciências, a presente pesquisa propõe uma análise, sob um enfoque conceitual e histórico-filosófico, do “experimento crucial” e da teoria das cores de Newton, presente em livros didáticos de Física na relação do PNLD/2018 para o ensino médio, última remessa antes de sua reforma, que ainda se faz presente nos ambientes educacionais públicos e privados. Assim, analisamos seis livros de diferentes coleções, averiguando o espaço destinado à teoria, a forma de abordagem, os elementos histórico-filosóficos presentes, sejam de forma implícita ou explícita e, dissertamos sobre esses elementos, desde sua apresentação até a sua influência na compreensão de questões epistemológicas, no tocante ao conhecimento da natureza da ciência e do fazer científico. Para isso, traçamos a questão de pesquisa seguinte: Como os livros didáticos de Física do ensino médio contemplam a abordagem histórica da natureza (dispersão) da luz proposta por Isaac Newton? Metodologicamente, adotou-se a pesquisa qualitativa de caráter documental. Para coleta de dados, utilizou-se como ferramenta a análise de conteúdo, proposta por Bardin (2021), como também o quadro de caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro de contexto, formulados por Silva (2021). Ao final da pesquisa, apresentamos um material didático instrumentalizado para professores de Física, com intuito de auxiliá-lo na inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) em sala de aula. Em geral, é preciso ter um olhar diferenciado quanto ao uso da HFC na sala de aula, pois possíveis distorções de concepções podem ser obtidas sobre a Ciência, por meio do livro didático ou da implementação da HFC de forma equivocada. É necessário um olhar apurado para não cometer um desserviço a questões próprias da natureza, da ciência e do trabalho científico.

**Palavras Chave:** historiografia; livro didático; análise de conteúdo; teoria das cores de Newton; ensino de física.

## ABSTRACT

Taking into consideration the importance that the didactic book exerts not only in the school setting and how much it influences student learning, especially not in science teaching, this research proposes an analysis, based on a conceptual and historical-philosophical approach, of the "crucial experiment" and of the theory of Newton's cores, present in didactic books of Physics in relation to PNLD/2018 for the medium teaching, last consignment before its reform, which is still present in public and private educational environments. Thus, it is intended to analyze, at least, five different books of the collection, finding out the space destined to theory, in the form of approach, the historical-philosophical elements present, whether implicitly or explicitly and, we will dissertate on these elements, from their presentation due to its influence on the understanding of epistemological questions, not related to the knowledge of the nature of science and of scientific activity. For this, we trace the following research question: How do the didactic books of Physics of environmental education contemplate the historical approach to nature (dispersion) of light by Isaac Newton? Methodologically, it is adopted as a qualitative research of a documentary nature. For data collection, it was used as a tool for content analysis, proposed by Bardin (2021), as well as the characterization chart of the categories and subcategories of analysis and the context record units, formulated by Silva (2021). At the end of the research, an instrumentalized didactic material for Physics teachers is expected to be built, with the intention of helping it in the insertion of the History and Philosophy of Science (HFC) in the classroom. In general, it is necessary to have a differentiated look when it comes to the use of HFCs in the classroom, as possible distortions of conceptions can be obtained about Science, through the didactic book or the implementation of HFCs in the wrong way. It is necessary to look in a hurry so as not to commit a disservice to our own quests of nature, science and scientific work.

**Keywords:** historiography; textbook; content analysis; Newton's theory of colors; i taught physics.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Capa do LIVRO 1 .....	48
<b>Figura 2</b> - Representação da Dispersão da luz em Física por Aula .....	49
<b>Figura 3</b> – Capa do LIVRO 2 .....	50
<b>Figura 4</b> – Capa do LIVRO 3 .....	54
<b>Figura 5</b> - Representação do fenômeno da dispersão da luz por prisma em Física e Interação e Tecnologia .....	56
<b>Figura 6</b> - Esquema representando a decomposição e recomposição da luz branca, utilizando dois prismas em Física e Interação e Tecnologia .....	58
<b>Figura 7</b> - Representação de que a luz monocromática não sofre nova decomposição, utilizando a luz violeta como exemplo em Física e Interação e Tecnologia .....	59
<b>Figura 8</b> – Capa do LIVRO 4 .....	59
<b>Figura 9</b> – Representação da demonstração da trajetória da luz realizada por Isaac Newton em <i>Física 2: Terminologia, Ondulatório e Óptica</i> .....	61
<b>Figura 10</b> – Capa do LIVRO 5 .....	62
<b>Figura 11</b> - Ilustração artística do experimento de Newton, com o qual ele verificou a decomposição da luz branca nas cores de seu espectro em Conexões com a Física.....	65
<b>Figura 12</b> - O segundo prisma combina as cores de modo que a luz branca retorne em Conexões com a Física .....	65
<b>Figura 13</b> – Capa do LIVRO 6 .....	65

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro e de contexto .....	36
<b>Tabela 2</b> - Critérios de escolhas dos livros didáticos.....	46
<b>Tabela 3</b> - Veiculação de trechos ou palavras de acordo com Arquitetura Mítica nas Coleções .....	68
<b>Tabela 4</b> - Aspectos Gerais .....	70

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>A TEORIA DA LUZ DE NEWTON</b> .....	15
<b>3</b>	<b>LIVROS DIDÁTICOS E PNLD</b> .....	20
<b>3.1</b>	<i>HFC nos livros didáticos</i> .....	24
<b>3.2</b>	<i>Historiografia Da Ciência e Pseudo-História</i> .....	28
3.2.1	<i>Monumentalidade</i> .....	32
3.2.2	<i>Idealização</i> .....	33
3.2.3	<i>Drama Afetivo</i> .....	34
3.2.4	<i>Narrativa explicativa e justificativa</i> .....	34
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	37
<b>4.1</b>	<i>Tipo de Pesquisa</i> .....	37
<b>4.2</b>	<i>Análise de conteúdo</i> .....	40
4.2.1	<i>Pré-análise</i> .....	41
4.2.2	<i>Exploração do material</i> .....	42
4.2.3	<i>Tratamento dos resultados, inferência e interpretação</i> .....	43
<b>4.3</b>	<i>Percurso metodológico da pesquisa</i> .....	43
4.3.1	<i>Levantamento bibliográfico, produção historiográfica e revisão bibliográfica</i> .....	44
4.3.2	<i>Levantamento bibliográfico/ produção do episódio histórico</i> .....	44
4.3.2.1	<i>Revisão de Literatura</i> .....	44
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018</b> .....	45
<b>5.1</b>	<i>Fases da análise dos livros didáticos</i> .....	45
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	72
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	74
	<b>APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	78

## 1 INTRODUÇÃO

O ato de aprender e ensinar são pautas constantes nas academias, congressos e ou outros eventos de educação; não obstante, a forma como os conhecimentos vêm surgindo, de forma vertiginosa, requer mudança de postura do professor em frente a este cenário. Desta forma, novas metodologias de ensino vão surgindo, na tentativa de auxiliar a prática docente e propiciar ao estudante novos métodos de aprender. A demarcação dessas novas metodologias já se faz presente no ensino de ciências, o que pode ser comprovado pela gama de trabalho publicados em anais, revistas, e-books e outros. Entretanto, algumas áreas, como por exemplo a Física, ainda são vistas como “bicho de sete cabeças”, disciplina acessível apenas a superdotados, de difícil compreensão, constituída de meras fórmulas que não possuem relação com a realidade do indivíduo ou com o fazer científico. Corriqueiramente, o ensino de Física limita-se à discussão de teorias (conteúdos), resolução de exercícios para comprová-las e aulas práticas em laboratórios, de forma desarticulada, distanciando-se do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado (Brasil, 2000, p. 22).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) defendem a importância da contextualização sociocultural, da investigação e compreensão no ensino de Física. De acordo com o documento, reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico são primordiais para a formação do indivíduo. Assim, é preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma adequada formação para a cidadania (Brasil, 2000, p. 23). Nesse universo, a inserção da HFC no ensino de ciências apresenta-se favorável e suas possibilidades e limitações têm sido discutidas por vários estudiosos, com intuito de tornar o ensino mais oportuno e desmitificar concepções erradas acerca da prática científica (Martins, 2006).

Conforme evidencia Robillota (1985),

O conhecimento englobado pela Física forma um corpo articulado de modo complexo, e parte dessa dificuldade de se ensinar esta disciplina advém do fato de não reconhecermos ou considerarmos essa complexidade em toda sua extensão. Ao tratarmos de modo simplificado um corpo de conhecimento que é muito complicado e repleto de sutilezas, podemos acabar por fazer com que ele se torne ininteligível aos estudantes (Robillota, 1985, p.9).

Alguns fatores justificam essa falta de compreensão: concepções inadequadas da ciência e do processo de produção do conhecimento científico, dificuldade de entender e aplicar

os conteúdos de Física, principalmente os que exigem maior grau de complexidade, evasão escolar, desmotivação e falta interesse dos estudantes na disciplina. Daí surge a necessidade de tornar o ensino da Física contextualizado, histórico e reflexivo, o que implica em uma reaproximação da História e Filosofia da Ciência no ensino da Física: “A ciência não se desenvolve em uma torre de cristal, mas em um contexto social, econômico, cultural e material bem determinado” (Martins, 2006). Desta forma, é preciso compreender as relações existentes entre ciências e sociedade, para desmascarar a ideia de ciência “neutra” à margem da sociedade e dos seus interesses pessoais.

Com o intuito de causar interesse pela ciência, quase sempre, descobertas científicas são relatadas de forma extraordinárias pela sociedade, o que acaba passando uma imagem de genialidade, ou seja, a representação do cientista como gênio e a sua interpretação é de que seja um louco de tamanha inteligência, de modo que seria impossível um ser humano “normal” fazer ciência, isto é, tornar-se um cientista. E quando o caso não é esse, tais textos provocam uma desvalorização do trabalho científico, pois mostram as grandes descobertas como resultado do acaso.

De acordo com Martins (2006, p.22), quando são discutidos os relatos históricos de forma apropriada, é possibilitado aos estudantes entender o processo social e progressivo de construção do conhecimento e que a ciência não é resultado da aplicação de um método para se chegar à verdade, mas de um processo extremamente complexo, cheio de percalços na sua trajetória. Assim, é preciso entender como esse processo se dá, para se ter uma visão ampla da ciência, de seus procedimentos e limitações e, desse modo, desmitificar a ideia de conhecimento pronto e acabado, construído apenas através de tentativas exitosas em seu caminho.

Como regularmente acontece, as concepções dos cientistas são descritas de forma linear, direta, como passe de mágica, de forma progressiva, sem ao menos ter dito algum tipo de contestação, o que é por muito criticado (Bizzo, 1992). Outrossim, ignora-se o contexto histórico, no qual o cientista estava inserido, suas motivações, os conflitos existentes naquele período, as condições de vida e outros fatores influentes na época. Logo, é necessário o uso de conhecimento epistemológico e historiográfico, para se evitar equívocos que levem o professor a trabalhar erroneamente a história da ciência no ambiente escolar. Precisamos entender que o historiador é fruto de seu próprio tempo. Isso faz com que a forma de escrever história mude, assim como o ensino, que está diretamente ligada às questões teóricas e metodológicas da pesquisa histórica (Forato, 2011). É preciso estudar o contexto científico, bases experimentais, as várias alternativas possíveis da época, todo o processo, para entender como a teoria foi justificada e por que foi aceita (Martins, 2006).

Reflexões sobre a história da ciência têm o potencial de construir espaços em sala de aula que permitam aos estudantes refletir sobre o que tem amparado a ciência social, cultural e material, quem tem se beneficiado ou quem vem sofrendo em sua formação (Guerra, 2021). Nesse sentido, o conhecimento histórico ajuda o homem a compreender-se enquanto ser que constrói seu tempo.

Trabalhar a história na sala de aula pode trazer contribuições significativas para o ensino, justamente por esclarecer aspectos obscuros presentes em certas teorias científicas e derrubar certos dogmas impostos em livros e textos didáticos presentes na sala de aula, ao passo que a HFC confronta concepções equivocadas que se tem da ciência, como o empirismo e indução científica (Pagliarini e Silva, 2006). Temas histórico-filosóficos podem ser introduzidos por meio de discussões de controvérsias científicas ou situações problemas que introduzam os estudantes em tópicos filosóficos, fazendo com que eles possam refletir e debater sobre as diferentes ideias existentes, pondo à prova suas concepções que poderão ser posteriormente reformuladas. Sendo assim, fica claro o lugar que a HFC ocupa no ensino de ciências, seu potencial e possibilidade quanto a sua utilização.

Dentre os vários episódios interessantes existentes na HFC presente nos livros didáticos de Física, um dos que nos chama atenção é o estudo da natureza da luz, por Newton, que, ao tratar da decomposição da luz por um prisma, em especial, observou a formação de espectros coloridos. Filósofos como René Descartes, Robert Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robert Hooke já investigaram sobre a formação do espectro colorido após a passagem da luz por um prisma, entretanto as hipóteses dadas não condiziam com uma explicação aceitável para o fenômeno (Silva e Martins, 1996). Os livros didáticos podem ocultar elementos importantes, dificultando a compreensão da natureza da ciência, a exemplo da teoria das cores de Newton, que, geralmente, é apresentada nos livros didáticos de forma simples, sendo considerada como um exemplo do método científico. Entretanto, para entendermos a teoria não bastam somente resultados experimentais, são necessários outros atributos que a reforcem (Silva e Martins, 2003).

Baseando-se na percepção de que o livro didático exerce particular influência no meio escolar, devido à gama de conteúdos abordados por ele, constitui-se, por sua vez, como um material de grande profusão entre professores e alunos, apresentando algumas cronologias, elementos isolados, enunciados eloquentes, referência a datas e nomes ou até mesmo anedotas sobre cientistas, dentre outros elementos, que ratificam o “uso banal da história” da ciência (Martins, 2006). Portanto, é necessário que professores compreendam as dimensões históricas presentes nesses casos, uma vez que o modo como são contadas pode influenciar a concepção

dos alunos a respeito do tema. Assim, quanto melhor informado sobre as consequências do ensino dessas historietas, mais preparado estará o professor para trazer à sala de aula uma utilização adequada da HFC.

Destarte, o objetivo desta dissertação é verificar a abordagem histórica nos livros didáticos de Física do conceito e fenômeno da Dispersão da Luz, proposta por Isaac Newton, através de leituras complementares no segundo ano do ensino médio. A escolha por esse objeto de estudo deu-se em virtude deste fenômeno, geralmente, ser abordado nas salas de aulas, de forma simplificada, como algo “criado” sem dificuldades, sendo resultado de um experimento que aconteceu ao acaso e obteve um resultado positivo, reforçando a ideia de uma ciência mágica, acessível apenas a superdotados. Para atingirmos esse objetivo, inicialmente, se faz necessário que tenhamos uma boa base teórica em paralelo com uma análise histórica do conceito de dispersão da luz, proposta por Isaac Neston, utilizando-se de fontes primárias e secundárias, no sentido de nos nortear para que possamos encontrar possíveis falhas ou inadequações na descrição deste episódio, nos livros de Física utilizados no Ensino Médio.

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: além desta introdução, no capítulo dois, apresentaremos uma descrição histórica sobre a dispersão da luz, tomando como referenciais teóricos autores como Forato (2009; 2011), Silva e Martins (1996; 2003). Em seguida, no terceiro capítulo apresentamos a justificativa da nossa pesquisa, as legislações oficiais acerca do livro didático, como também tratamos da importância da HFC e livro didáticos na sala aula, além de discutir o uso adequado da historiografia da ciência e pseudohistória para uma imagem não deformada da ciência conforme defendido neste estudo. Para tal, no capítulo quatro, apresentamos o passo a passo da pesquisa, expondo suas particularidades, evidenciando nossas ferramentas como a análise de conteúdo Bardin (2011), o quadro de caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro de contexto formulados por Silva (2021), e definindo o tipo de investigação realizada. Conseqüentemente, no capítulo cinco, apresentaremos a análise e os resultados encontrados. Por fim, apresentaremos como produto final um material didático instrumentalizado para professores de Física, com intuito de auxiliá-los na inserção da História e Filosofia da Ciência em sala de aula. A ideia central desse material é trazer o texto histórico analisado na pesquisa sobre a natureza da luz e uma sequência de possibilidades de ações pedagógicas que possam ser desenvolvidas com ele.

## 2 A TEORIA DA LUZ DE NEWTON

O todo do conhecimento, presente em uma determinada época, se constrói pelo acúmulo de atos e descobertas particulares, efetivadas em um lugar específico e por vários cientistas. Tais atos, por sua vez, precisam ser vistos como resultantes do conhecimento total disponível no momento histórico em questão. Com base nisso, abordaremos o percurso histórico da teoria das cores de Isaac Newton.

Isaac Newton (1643-1727), uns dos grandes nomes da ciência moderna, foi o cientista considerado responsável por sintetizar e teorizar diversas teorias. Cientista de muitas dimensões, matemático, ele viu a possibilidade de integrar matemática e Física e isso ser eficaz. Contribuiu, ainda, para instalar a experimentação, método característico da ciência moderna. Deixando inúmeros manuscritos e trabalhos publicados, Newton foi influenciado por outros e seguiu o que já se praticava em sua época, tornando-se referência no modelo de metodologia de investigação para a ciência nos séculos posteriores. Dentre as suas principais obras, podemos citar: *Princípios matemáticos da filosofia natural* (1687) e o livro *Óptica* (1704). Os estudiosos “acreditavam que no primeiro livro citado, Newton os havia ensinado a fazer Física teórica, pela ampla utilização da matemática na explicação do mundo natural; já, no segundo, a fazer Física experimental, combinando experimentos e matemática na investigação dos fenômenos” (Forato, 2009).

Antes de Newton, no século XVII, a formação do espectro colorido, após a passagem de um prisma, já havia sido debatida veementemente por René Descartes, Roberto Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robert Hooke. Todavia, nenhum dos estudos apresentados na época continha um aprofundamento matemático necessário para a explicação desse fenômeno. Já se conhecia muitos fenômenos ópticos, como a propagação retilínea da luz, refração e reflexão. Devido à invenção do telescópio e do microscópio, considerados incentivos novos, fenômenos foram descobertos, por exemplo, a difração e a interferência luminosa (Forato, 2009).

Um dos grandes questionamentos da época para os estudiosos concernia em explicar o famoso “fenômeno das cores”, hoje conhecido como dispersão da luz em um prisma. Vincula-se à formação de uma mancha alongada com as cores do arco-íris, quando a luz branca atravessa um prisma e é projetada em um anteparo. Tal fenômeno já era popularmente conhecido, entretanto, não existia uma explicação plausível para ele. Acreditava-se que a luz branca do Sol era o tipo mais simples de luz que existia e ela sofria uma transformação, quando atravessava o prisma e projetava as cores do arco-íris em um anteparo ao sair do outro lado. Desta forma, o

prisma produzia as cores, ou seja, a luz branca era transformada em várias outras cores e diversas teorias buscavam explicar como ocorria essa modificação da luz.

A explicação mais plausível surgiu com Newton, em meados do século XVII, utilizando um rigoroso método matemático e inúmeros experimentos, ao desenvolver a teoria da luz, sobretudo a explicação da formação do espectro visível por meio da decomposição da luz por um prisma.

A explicação apresentada por Newton em 1672 para esse fenômeno é a hipótese de que a luz branca é uma mistura heterogênea de raios de todas as cores. O prisma simplesmente separa a luz branca em seus raios componentes sem reproduzir nenhuma mudança no feixe de luz branca (Silva e Martins, 1996, p. 313.).

O fenômeno de formação das cores resultante da refração foi esclarecido por Newton e o levou à invenção de um novo instrumento o telescópio; apesar de comum e equivocadamente ter-se ele como o primeiro a observar essa formação, outros já haviam feito.

... quando eu estava dedicado ao polimento de lentes ópticas de outros formatos que não as *esféricas*, adquiri um prisma triangular de vidro, para com ele testar os celebres *fenômenos da cores*. E havendo, para este fim, escurecido meu quarto e feito um pequeno orifício na veneziana de minha janela, para admitir a entrada de uma quantidade conveniente de luz solar, coloquei meu prisma à entrada dele, para que a luz fosse refratada para a parede oposta. [...] depois de algum tempo empenhando-me em examiná-las com maior circunspeção, surpreendeu-me vê-las numa forma *ablonga*, porquanto, segundo as leis aceitas da refração, eu esperava que ela fosse *circular*. Essas cores terminavam em linhas retas nas partes laterais, mas, nas extremidades, a redução da luz era tão gradativa que era difícil determinar com exatidão qual era o seu formato; mas pareciam *semicirculares* (Newton 2002, p.214) [grifo do autor].

Após diversas comparações entre comprimento e largura do espectro colorido Newton constatou que ele era cinco vezes maior e isto causava uma desproporção acentuada, o que lhe deixou intrigado, passando a investigar outra hipótese: o que aconteceria ao transmitir a luz com partes de um vidro de diferentes espessuras, ou por orifícios de vários tamanhos na janela? ou colocando o prisma do lado de fora?; Mais tarde, Newton observou que nenhuma dessas circunstâncias importava, a aparência das cores permanecia a mesma.

Newton explana também o espectro alongado causado por deformação contida no prisma.

Suspeitei então que, por alguma irregularidade no vidro ou outra irregularidade contingente essas cores pudessem estar dilatadas daquela maneira. E para verificar isso, peguei outro prisma igual ao primeiro e o posicionei de modo que a luz, passando por ambos, pudesse ser refratada de maneiras contrárias e, com isso, devolvida pelo segundo ao curso do qual o primeiro teria desviado (Newton 2002, p. 214).

Por conseguinte, ele detectou que qualquer que fosse a causa daquele comprimento, não se tratava de nenhuma irregularidade contingente. A luz que era difundida no primeiro prisma em forma oblonga, reduzia-se no segundo prisma a uma forma arredondada, com a mesma regularidade de quando não passava por nenhum deles.

Subsequentemente, Newton examina criticamente o que poderia acontecer pela diferença de incidência dos raios provenientes de diferentes partes do sol. Para tal, ele mediu diversas linhas e ângulos pertencentes à imagem exposta pelo prisma.

Havendo feito essas observações, calculei primeiramente, a partir delas, o poder de refração do vidro, e constatei que ele era medido pela *razão* entre os senos, 20 para 31. [...] a partir dessa *razão*, calculei as refrações de dois raios provenientes de partes opostas do disco solar, de modo que diferissem em 3' na obliquidade de sua incidência, e verifiquei que os raios emergentes deveriam abranger um ângulo de 31', como abrangeram, antes de sua incidência (Newton, 2002, p.215).

Newton, baseado em sua experiência e na opinião de outros, reconheceu que seu cálculo estava incoerente. Seu cálculo baseava-se na hipótese da proporcionalidade dos senos de incidência e de refração.

A curiosidade de Newton fez com que ele novamente pegasse seu prisma e coloca-se na janela girando-o um pouco de um lado para outro em torno de seu eixo, de modo que variasse sua obliquidade em relação à luz em um ângulo superior a quatro ou cinco graus.

Por meio desse experimento, portanto, assim como dos cálculos anteriores, ficou evidente que a diferença na incidência de raios provenientes de diversas partes do sol não poderia fazer com que, após a interseção, eles divergissem num ângulo significativamente maior do que o existente antes de convergirem; e sendo este, no máximo, de uns 31' ou 32', restava ainda descobrir alguma outra causa para que ele fosse de 2°49' (Newton, 2002, p.215).

A partir daí Newton começou a indagar se os raios depois de seu trajeto pelo prisma não se moveriam em linhas curvas. Lembrou-se de como era descrito a linha curva de uma bola de tênis quando atingida por uma raquete oblíqua, o que só reforçou suas suspeitas. Entretanto ao examinar os movimentos circulares não pode observar nenhuma curvatura. Observou que a diferença entre o comprimento da imagem e do diâmetro do orifício pela qual a luz era transmitida era proporcional a distância entre eles. Os fins dessas suspeitas o fizeram chegar até o *Experimentum Crucis*.

O *Experimentum Crucis* é considerado o mais importante para a teoria de Newton, que, sucintamente, consistiu na passagem da luz através de dois prismas. Nele, o primeiro prisma gerava um aspecto colorido, enquanto o segundo possibilitava estudar o desvio de cada cor. Em

suma, este experimento expõe a separação de cada cor do espectro mostrando que não era decorrente do segundo prisma e que cada cor se desviava por um ângulo diferente (Silva e Martins, 2003).

[...] peguei duas tábuas e coloquei uma delas logo atrás do prisma na janela, para que a luz pudesse passar por um pequeno orifício feito também nela para esse fim, e incidir sobre a outra tábua, que coloquei a aproximadamente 12 pés de distância, tendo primeiro feito um pequeno orifício também nela, para que parte dessa luz incidente o atravessasse. Depois, coloquei outro prisma atrás dessa segunda tábua, para que a luz, em sua trajetória pelas duas tábuas, pudesse passar ainda por ele e tornar a ser refratada antes de chegar à parede. Feito isso, peguei o primeiro prisma na mão e girei lentamente de um lado para o outro em torno do seu eixo, de modo a fazer diversas partes da imagem projetada na segunda tábua passar sucessivamente pelo orifício existente nela, a fim de que eu pudesse observar em que lugares da parede o segundo prisma as refrataria (Newton, 2002, p.216).

Além dos próprios resultados experimentais, são necessários outros argumentos para sustentar esta teoria e chegar-se a determinadas conclusões.

Ao iniciar o estudo, Newton deparou-se com alguns questionamentos que o deixaram curioso: se o buraco por onde passava a luz branca era redondo e ela chegava na forma de um cilindro ao prisma, por que a mancha formada no anteparo era alongada? De acordo com as suas previsões, a mancha deveria ser circular. Por que o prisma mudaria o formato da figura? Será que era algum defeito do prisma? (Forato, 2009). Ele especulou várias hipóteses para compreender esse fenômeno.

*“Será que a luz deixa de se mover em linha reta após atravessar o prisma? Ela poderia sofrer uma modificação que a faria ter uma trajetória curva do outro lado.”* Ele começou a analisar essa hipótese. Repetia o experimento de várias maneiras diferentes. Mudava a posição do prisma, mudava a distância do anteparo onde se formava a mancha, fazia medidas e muitas análises matemáticas. *Acredita-se que foi a primeira vez que alguém utilizou análises matemáticas e geométricas, associadas aos experimentos, para analisar esse fenômeno das cores.* Assim, ele obteve os dados que o fizeram descartar essa hipótese: ele percebeu que o *tamanho da mancha* menos o *tamanho do buraco* era proporcional à *distância entre o prisma e o anteparo* (Forato, 2009, p.46). [grifo do autor].

As ideias de Newton a respeito das leis de refração o conduziram a um ponto crucial no experimento: “(...) a posição de desvio mínimo é uma condição necessária do primeiro experimento de Newton”. Apesar “disso, Newton não deixou claro em 1672 que esta posição era importante e também não ensinou como encontrá-la” (Silva e Martins, 2023, p. 57). Tal fato nos levou a entender que Newton não concluiu de primeira sua ideia a respeito da decomposição da luz solar.

No *Opticks* de Newton<sup>13</sup> (publicado pela primeira vez em 1704) é muito mais evidente que ele não interpretou seu primeiro experimento de 1672 como evidência

da composição da luz solar. Para provar esta proposição, apresentou este experimento seguido do comentário: *Então, por esses dois experimentos, aparece que em incidências iguais, há refrações diferentes. Mas de onde esta diferença surge se é por que alguns raios são mais refratados, e outros menos constantemente ou por acaso, ou se um mesmo raio é perturbado pela refração, dilatado, e como se fosse partido e dilatado em muitos raios divergentes, como Grimaldi supõe, não surge ainda deste experimento, mas aparecerá pelos seguintes.* (Newton *apud* Silva e Martins, 2003, p. 58).

À medida que Newton realizava os experimentos, descartava as hipóteses/conjecturas concebidas por ele, como por exemplo, de a luz ser modificada por um prisma. Através de trabalho árduo, Newton conclui que a luz branca que atravessa o segundo prisma não altera a luz, desta forma, esse experimento foi primordial para defender a teoria das cores. “Se ela era a vermelha, continuava vermelha, se era azul, continuava azul, e assim acontecia com todas as cores que conseguia isolar” (Forato, 2009 p.47). Por intermédio desse experimento, foi possível também observar que cada cor sofria diferentes deflexões.

Em seu artigo de 1672, Newton já havia chegado à conclusão “correta”: cada cor espectral tem propriedades fixas e imutáveis; e cada cor tem uma refrangibilidade específica. Essa ideia de Newton não é intuitiva. Ela não surgiu automaticamente em sua mente, mas sim lentamente, após um trabalho intenso. O ponto principal foi descobrir se as cores podem ser transformadas e criadas ou não. Este é o objetivo principal do *Experimentum Crucis* de Newton (Silva e Martins, 2003, p.59).

Dessa forma, o *Experimentum Crucis* foi primordial para identificar as cores puras ou compostas.

O *Experimentum Crucis* é útil, pois mostra que, de fato, há cores puras. Pois se separamos um feixe estreito de luz, sua cor não será mudada por um segundo prisma. Além disso, é necessário mostrar que essa cor não pode ser decomposta ou mudada por outros meios (por exemplo: passando-a por um vidro colorido) (Silva e Martins, 2003, p.61).

Muitos experimentos foram realizados para chegar à conclusão de que a luz branca é composta por uma mistura heterogênea das demais cores, que possuem diferentes graus de refrangibilidades. Newton estabelece tanto argumentos teóricos quanto experimentais para fortalecer sua teoria e explicar o motivo de a mancha formada na parede ser alongada em vez de circular. Tais experimentos juntamente com uma análise fundamentada/criteriosa foram responsáveis, para que ele constituísse sua argumentação sobre o fenômeno das cores, a qual foi aceita apenas nas primeiras décadas do século XVIII, por grande parte dos filósofos naturais (Forato, 2009).

### 3 LIVROS DIDÁTICOS E PNLD

Entre as décadas de 70 e 80, os livros didáticos assumiram papéis importantes no âmbito da prática pedagógica brasileira; tal fator pode estar interligado à crise de desvalorização do ensino público e à falta de qualificação docente (Santos e Martins, 2011). A trajetória dos livros didáticos foi demarcada por inúmeras reformulações por parte do governo, garantindo a produção e distribuição desses materiais para rede pública sem se preocupar com a sua qualidade. Por conseguinte, nasce, em 1997, o Programa Nacional do Livro (PNLD), com objetivo de garantir também qualidade. A inserção do programa buscou produzir livros de melhor qualidade, com intuito de romper esse modelo de mercadoria, de modo que pudesse contribuir para instigar os professores a refletirem sobre sua *práxis* e transformá-la.

A LDB n. 9394/96, em seu artigo 4º, inciso VII traz referência acerca dos programas de apoio de material pedagógico: “O dever do Estado com a educação escolar pública será efetivado mediante garantia de atendimento do educando no Ensino Fundamental, por meio de programas suplementares de material didático [...]” (Brasil, 1996, p. 3). Lapidando o referido artigo é perceptível a responsabilidade do estado para com os alunos de escolas públicas, levando em consideração o papel importante desse material necessário para a aprendizagem; todavia o livro didático não pode ser visto como uma única fonte de conhecimento ou ferramenta de ensino é preciso diversificar, é preciso buscar outras fontes, informações que venham a complementar e enriquecer o mesmo.

Os livros didáticos ainda são considerados como único ou uma das principais ferramentas didáticas da prática docente. Eles têm por objetivo ajudar a nortear o planejamento do professor, sugerindo caminhos e sequências lógicas para uma possível aprendizagem. Além disso, ele deve ser considerado pelo estudante como fonte de informação, rica de aprendizado, despertando o interesse, germinando seu lado investigador, crítico e reflexivo. O professor é responsável pela escolha desse material. Sendo assim, a escolha do livro didático, os critérios para tal escolha, quem escolheu são fatores fundamentais na hora da sua adesão. É primordial que o professor repense a utilidade pedagógica do livro didático. Reflexões como: os conceitos estão corretos? São adequados? Os exercícios ajudam o aluno a pensar e desenvolver o raciocínio crítico? As ilustrações contribuem para a compreensão dos textos? E outros questionamentos são essências na hora da escolha desse material didático.

A escolha do livro didático é feita a cada três anos. É conveniente que a escola coletivamente organize-se para escolha de uma coleção. Cabe ao professor discutir procedimentos de análises, examinar exemplares de livros solicitados às editoras, levando em

consideração o perfil de seus alunos, o projeto pedagógico da escola e, sobretudo, planejando o trabalho continuamente. Todavia cabe destacarmos que apesar da autonomia de escolha, o professor na hora de adotar a coleção muitas das vezes é lesado ou persuadido por parte das diversas editoras com certos “agrados” para escolher o material didático da mesma ou se não por acordos internos das secretarias de educação vigentes.

Soares (2002, p. 2) destaca as dificuldades vivenciadas pelo professor quanto à utilização do livro didático:

Há o papel ideal e o papel real. O papel ideal seria que o livro didático fosse apenas um apoio, mas não o roteiro do trabalho dele. Na verdade, isso dificilmente se concretiza, não por culpa do professor, mas de novo vou insistir, por culpa das condições de trabalho que o professor tem hoje. Um professor hoje nesse país, para ele minimamente sobreviver, ele tem que dar aulas o dia inteiro, de manhã, de tarde e, frequentemente, até a noite. Então, é uma pessoa que não tem tempo de preparar aula, que não tem tempo de se atualizar. A consequência é que ele se apóia muito no livro didático. Idealmente, o livro didático devia ser apenas um suporte, um apoio, mas na verdade ele realmente acaba sendo a diretriz básica do professor no seu ensino (Soares, 2002, p. 2).

O mais aconselhável é que o professor enxergue o livro didático apenas como uma das ferramentas entre tantas outras capazes de lhes propiciar condições excepcionais para ministrar aulas de qualidade capazes de causar interesse e curiosidade nos estudantes.

De acordo com o guia do PNLD 2018,

... é fundamental que professores e estudantes possam contar com materiais didáticos de qualidade, que estejam disponíveis para subsidiar, embasar, acompanhar e enriquecer o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Física escolar. Não menos importante é realizar uma escolha consciente do melhor livro didático para cada escola e realidade: um livro cuja proposta didático-pedagógica vá ao encontro do projeto político-pedagógico da escola e seja o seu suporte mais adequado para o processo de ensino e aprendizagem da Física (Brasil, 2017, p.8).

Todavia, sugere-se, veementemente, que os professores de cada escola pública de ensino médio reúnam-se, ao início do processo de planejamento escolar anual, para consultar, estudar e debater as resenhas constantes deste guia, de modo que se efetive, coletivamente, uma escolha cuidadosa da obra didática que seja mais adequada à consecução das definições, propostas e prioridades presentes no Projeto Político Pedagógico da escola.

É importante entendermos o papel dos livros didáticos nas aulas, em relação ao quanto eles podem contribuir ou não e compreender que seu mau uso pode trazer danos para a aprendizagem. Como se sabe, o ensino vem passando por transformações para atender uma

demanda social, buscando pessoas capacitadas que atuem de forma apta no meio social e isso acaba influenciando diretamente o espaço escolar. O ensino de Física, por exemplo, vem sendo persuadido por novas concepções de ensino e aprendizagem e por mudanças em seus objetivos, expostas nos diversos documentos remodelados nas reformas curriculares (Mello, 2013, p.18).

A função central do livro didático não está ligada apenas à organização, mas, a permitir aos sujeitos com acesso desenvolverem competências para pleitear produções científicas. “(...) um livro didático de Física na atualidade deve ser capaz de desenvolver competências e habilidades de investigação e compreensão, representação e comunicação, além de permitir que os alunos percebam a Física como uma construção histórica e uma atividade social humana” (Mello, 2013, p.18).

Sendo assim, os livros didáticos devem ser entendidos como um produto científico e cultural capaz de atender às necessidades dos professores frente aos alunos. “(...) Dentro ou fora da escola, o livro didático é um forte instrumento de disseminação de conhecimentos em todo o mundo, sendo capaz de modificar a identidade do indivíduo, uma vez que o mesmo propõe uma sociedade igualitária” (Santos e Martins, 2021, p.30).

Em linhas gerais, o PNLD preconiza objetivos para o ensino de Física, os quais devem ser amparados nos livros didáticos:

A Física escolar deve contemplar, portanto, a escolha cuidadosa dos elementos principais mais importantes presentes na estrutura conceitual da Física como uma disciplina científica, uma área do conhecimento sistematizado, em termos de conceitos e definições, princípios e leis, modelos e teorias, fenômenos e processos. Deve, ainda, incorporar um tratamento articulado desses elementos entre si e com outras áreas disciplinares, bem como com aspectos históricos, tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais, de modo a propiciar as aprendizagens significativas necessárias aos estudantes e, assim, contribuir para que o Ensino Médio efetive sua função como etapa final da formação educacional básica de todo e qualquer cidadão (Brasil, 2017, p.9).

Assim, a noção do papel do livro didático ultrapassa qualquer ideia simplista de objeto que serve apenas como mero auxiliador, mas sim um agenciador de conhecimentos diversos capaz de desenvolver diversas habilidades no estudante, que geram aprendizagem. Além do mais, não se é aceitável na educação básica um ensino de Física organizado exclusivamente a partir do seu formalismo. É imprescindível que haja uma contextualização, além da investigação e experimentação, como forma de instigar a curiosidade do estudante e despertar nele o desejo de aprender.

Todavia, a contextualização tem sido utilizada de diferentes maneiras e com funções distintas, seja como forma de exemplificação de conceitos ou fenômenos físicos, como espaço

de aplicação do conhecimento já desenvolvido ou como elemento de motivação (PNLD, 2018). Uma forma de contextualizar seria trazer questões de Física do cotidiano dos alunos, como por exemplo: um carro em movimento; fenômenos naturais, cozimento de alimentos e outros.

Aspectos relacionados à História das Ciências são utilizados como ferramentas no processo de contextualização do ensino de Física, com o objetivo de associar a aprendizagem do conteúdo a aspectos relacionados ao seu desenvolvimento. Trabalhar um episódio histórico e seus fatores internos e externos, com o objetivo de relacionar o conhecimento científico ao momento histórico de seu desenvolvimento, incorporando aspectos sociais, culturais, políticos ou econômicos pode contribuir para uma mudança conceitual.

Conforme o guia do PNLD 2018,

Há a preocupação de se transcender a perspectiva empirista, evitando que o conhecimento científico seja identificado como aquele que é absoluto e inquestionável e, ao mesmo tempo, construindo a visão de que a Ciência é um conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade (Brasil, 2017, p.11).

Portanto, o modo adequado a ser escolhido para abordar o conhecimento físico em sala de aula torna-se desafiador para o professor e é necessário que esse busque estratégias diversificadas de ensino para tal.

Desta forma, os livros didáticos ocupam uma posição relevante no ensino, como um recurso ativo de conhecimentos da prática escolar:

o papel da escola é o de procurar formar cidadão capazes de formar opiniões próprias, compreender o espaço no qual ele está inserido, e compreender as problemáticas do cotidiano, e para isso o livro didático assume um papel ímpar, onde com o auxílio do professor. Ele vai procurar vincular o conteúdo do livro diretamente com a realidade vivida pelo aluno (Oliveira, 2014, p.8).

Contudo, é imprescindível que o professor busque diferentes estratégias de ensino que sirva como ponte para os estudantes desenvolver diferentes habilidades que favoreçam o desenvolvimento da capacidade de pensamento crítico sobre questões socioambientais e sustentabilidade e a compreensão das dimensões científica, ética e política, nelas envolvidas.

No que se refere ao aspecto teórico- metodológico e proposta didático-pedagógica, o PNLD 2018 traz objetivos específicos que as coleções devem assumir: escolher uma abordagem metodológica capaz de contribuir para a consecução dos objetivos educacionais em jogo; ser coerente com a abordagem assumida, do ponto de vista dos conteúdos de ensino apresentados, bem como recursos propostos; respeitar a perspectiva interdisciplinar na apresentação e

abordagem dos conteúdos. Sobre a HFC o guia do livro didático deixa claro: “As coleções devem contemplar a História da Ciência articulada aos assuntos desenvolvidos, evitando reduzi-la a cronologias, biografias de cientistas ou a descobertas isoladas” (Brasil, 2017, p.23).

### 3.1 HFC nos livros didáticos

Não é de hoje que a utilização da HFC tem se tornado palco de debate entre os pesquisadores que buscam a compreensão da natureza das ciências e, por conseguinte, o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem de Física.

Para Erthal e Linhares (2009, p. 03):

[...] pesquisadores acreditam que o conhecimento da história da ciência auxilia no desenvolvimento de espírito crítico, de análise e de atitude, crucial para o desenvolvimento do pensamento científico (Obregon, 1996). Também defendem a utilização da história da ciência atrelada ao ensino de CTS, com o intuito de evitar uma imagem deformada da ciência e dos cientistas perante os estudantes autores como Seden (2004) e Rezende (2008).

Todavia, cabe destacar que, eventualmente, a História e Filosofia da Ciência são empregadas de maneira “errônea”, devido à falta de preparo do professor, que, muitas das vezes, não teve acesso a esse tipo de abordagem durante a sua formação ou a não busca de fontes seguras que sirvam de base. Assim, acabam transmitindo para os estudantes uma visão que não condiz com a realidade, pois tratam a teoria como algo do acaso ou alguma coisa que surgisse somente da realização de um experimento e observação.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCEM) caracteriza a área de ciências, matemática e suas tecnologias, o documento afirma:

Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que, em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional (Brasil, 2000, p. 6).

Nessa conjectura, a menção acima direciona para o caráter utilitário e prático das discussões que devem se fazer presentes na área, ambicionando desenvolver a compreensão dos procedimentos investigativos na ciência e o trabalho de reflexão crítica dos resultados desses conhecimentos para com a sociedade.

Nos PCEM+ é apresentado um tópico composto por características que determinam competências referentes ao ensino de física:

Assim, há competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórica e social (Brasil, 2002, p. 62).

Portanto, é preciso levar em consideração as indicações de atividades práticas e experimentais que trabalham as dimensões observacional, conceitual e sociocultural que devem ser inseridas no currículo com intuito de incentivar o lado investigativo e promover a reflexão crítica para formação de posicionamentos frente a questões impostas pela sociedade. Cabe ressaltar que o documento citado acima não enfatiza a importância de discussões de aspectos da natureza da ciência, porém deixa brechas que aponta a presença da mesma.

Nas Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio em seu capítulo dois, são listados cinco pontos, nos quais dois particularmente são relevantes, por tratar do papel da escola, ao se incumbir de cuidar e educar, dentre outras coisas carecem:

- II. adotar estratégias para que seja possível, ao longo da Educação Básica, desenvolver o letramento emocional, social e ecológico; o conhecimento científico pertinente aos diferentes tempos, espaços e sentidos; a compreensão do significado das ciências, das letras, das artes, do esporte e do lazer;
- III. ensinar a compreender o que é ciência, qual a sua história e a quem ela se destina; (Brasil, 2013, p. 33).

Desse modo, fica clara a importância da natureza da ciência nos objetivos curriculares da educação básica. Como também, a necessidade de compreensão do que é ciência, como é feita, e quais fatores a influenciam.

A Base Nacional Comum Curricular- BNCC em sua parte introdutória descreve competências gerais da educação básica que servem para orientar a construção dos currículos, a elaboração e revisão de propostas pedagógicas, a formação de professores e, os materiais didáticos e avaliação. Em relação a questões relativas às ciências:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2018, p. 9).

Portanto, é importante que o professor traga diferentes tipos de abordagens de ensino para sala de aula, levado em consideração despertar a curiosidade e interesse do aluno. Assim, a HFC é pode se tornar forte aliada nesse processo.

No que se refere à área de ciências da natureza e suas tecnologias, a BNCC apontam que:

Na área de Ciências da Natureza, os conhecimentos conceituais são sistematizados em leis, teorias e modelos. A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (Brasil, 2018, p. 548).

Com isso, reforça-se a importância do entendimento acerca dos conhecimentos conceituais, do fazer científico e sua relação com os aspectos socioculturais; logo, da natureza da ciência e, por conseguinte da HFC.

Ao aplicar a HFC nas salas de aulas, é possível potencializar o ensino devido às contribuições significativas que ela pode trazer, precisamente por explicar aspectos obscuros presentes em certas teorias científicas e derrubar certos dogmas impostos em livros e textos didáticos presentes na sala de aula, proporcionando confrontar concepções equivocadas que se têm sobre a ciência, como o empirismo e indução científica. Entretanto, se sua aplicação não for bem conduzida pode agravar a visão existente sobre o método científico (Pagliarini *et. al*, 2006).

Ataíde e Silva (2011) elencam alguns pontos relevantes sobre o uso da HFC no ensino, em termos de habilidades que podem ser desenvolvidas nos alunos como: reformulações das concepções prévias dos alunos, o uso adequado de equações relacionadas aos conceitos estudados, desmistificação do método científico, discernimento intelectual de erros e acertos na Ciência, como também dos problemas ou dificuldades que rodeiam os cientistas na formulação de conceito científicos, compreensão da relação existente entre sociedade, Ciências e tecnologia, além de uma maior significação ao estudo de conceitos e teorias físicas.

Por meio da HFC, somos capazes de identificar como algumas questões epistemológicas sofreram influências através de fatores determinantes da época, sejam fatores sociais, influências religiosas, contexto político e econômico e outros. Desse modo, é possível compreender como se dá o processo de construção dos conhecimentos, ditos científicos.

Assim, levando em consideração o papel do livro didático no ensino, bem como a importância dos usos educacionais da HFC na sala de aula, é oportuno indagar como a HFC se

faz presentes nos respectivos livros didáticos. A forma simplista como, muitas vezes, é apresentada causa preocupação.

(...) a História da Ciência apresentada nos livros se constitui como uma simplificação da história produzida pelos historiadores da ciência, visando apenas atender o nível cognitivo dos estudantes a que se destina. Ao correr essa simplificação, corre-se o risco muitas vezes de se ter uma história de má qualidade, levando muitas vezes a se ter histórias distorcidas e incompletas, que servem mais como um depósito de informações, descontextualizadas e inadequadas, que acabam por vulgarizar, muitas vezes, significativas realizações científicas (Carvalho, 2016, p.6).

Com isso, é preciso ter um olhar diferenciado quanto ao uso da HFC na sala de aulas, devido às possíveis distorções de concepções que se pode ter sobre a Ciência. É por meio do livro didático ou da implementação da HFC que, na maioria das vezes, ela é difundida no ambiente escolar de forma simplificada (Silva, Carvalho e Nascimento, 2014). Além disso, os autores apontam que este fato ocorre, sobretudo, por professores imprudentes e sem quaisquer níveis de conhecimento sobre a História da Ciência ou Epistemologia da Ciência. Consta-se que apesar de diversas problemáticas existentes no ensino, o livro didático ocupa um espaço de relevância significativa.

o livro didático constitui-se no recurso pedagógico mais difundido no Brasil (Moisés e Aquino, 1987, Fernandes e Silva, 1995, Castilho, 1997), desempenhando importante papel no processo do livro didático no processo de ensino-aprendizagem. Muitos pesquisadores em educação têm estudado o papel do livro didático no sistema escolar e os seus dados mostram que ele é o principal recurso empregado no sistema de ensino e, muitas vezes, a única fonte de informação de que o professor dispõe para ministrar a disciplina (Castilho, 1997 *apud* Carvalho, 2016, p.1).

Em geral, essa simplificação ocorre na HFC, devido à falta ou dificuldade de acesso a fontes primárias, como artigos, livros, correspondência e diários de laboratório dos cientistas, tendo como vontade/intenção realizar-se um estudo a fundo do contexto científico da época, o qual pretende ser tratado no texto didático (Carvalho, 2016). Espera-se, então, que os livros didáticos incluam elementos da HFC nos conteúdos, a fim de desmitificar o conhecimento científico e evitar a lógica da linearidade da Ciência, possibilitando uma visão não ingênua do trabalho científico.

Portanto, a ideia central da HFC refere-se ao estudo do processo de construção do conhecimento científico, não considerado apenas o que é Ciência, nos modelos atuais, mas o que se considerou em algum momento da História como Ciência (Martins *apud* Silva, Carvalho e Nascimento, 2014).

A HFC pode auxiliar no reconhecimento de discursos falaciosos, propagados nos diversos espaços de comunicação, proporcionando uma visão crítica frente a discursos compromissados com a desinformação, com a indução ao erro e a promoção da alienação de quem se expõe a eles, além de servir como ferramenta em tempos de conexão, tanto para professores como para estudantes (Silva, 2021).

No que concerne à sala de aula, temas histórico-filosóficos podem ser introduzidos por meio de discussões de controvérsias científicas ou situações-problema que insiram os estudantes em tópicos filosóficos, fazendo com que eles possam refletir e debater sobre as diferentes ideias existentes, pondo à prova suas concepções, que poderão ser posteriormente reformuladas. Sendo assim, fica claro o lugar que a HFC ocupa no ensino de ciências, seu potencial e possibilidade quanto a sua utilização.

Além do mais, a HFC pode auxiliar para orientar professores, na tentativa de superar dificuldades encontradas no ensino, através de sua efetivação didática. Sua aplicação pode propiciar melhorias em diferentes aspectos seja na compreensão de conceitos, na visão sobre a natureza da ciência, na qualidade da argumentação, nas capacidades metacognitivas e avaliação da receptividade ao material didático instrucionista (textos históricos), que reproduzem os experimentos históricos trabalhados em sala de aula.

### **3.2 Historiografia Da Ciência e Pseudo- História**

O ato de ensinar Física precisa ir além de conceitos e fórmulas mecanizadas, associando teoria e prática. Contudo, isso, geralmente, não é compreendido pelos estudantes e, por conseguinte, cria um abismo entre o aluno e a disciplina, devido à ausência de articulação entre os conhecimentos adquiridos e o contexto no qual ele está inserido. Desta forma, uma maneira de contextualizar as aulas de Física é por meio de abordagens diversificadas. Nesse sentido, a HFC torna-se uma importante aliada para o professor que pode utilizar essa abordagem, relatando a história e os possíveis caminhos seguidos pelos teóricos, envolvidos na investigação de um determinado conhecimento científico.

A historiografia é “[...] uma atividade humana, dinâmica, que muda ao longo dos tempos, sofre modismos, incorpora diferentes valores e regionalismos”, desta forma, devemos nos policiar aos princípios básicos como, por exemplo, considerando seu contexto histórico (Forato; Pietrocola; Martins, 2011).

É de suma importância que, na hora de interpretar histórias passadas, os pesquisadores não interpretem anacronicamente, isto é, com ideais, valores ou crenças de outra época,

diferente da qual a história está inserida, para não cometer equívocos, fazendo uma descrição injusta e até tendenciosa, colaborando com apenas um lado da história e ocultando outro que faz parte do enredo. Assim sendo, cabe ao pesquisador se policiar e expor as ideias de forma imparcial e mais fidedigna possível para não tornar sua narrativa como algo partidário (Martins, 2005).

É notória, nos livros didáticos e paradidáticos de Ciências, a presença de elementos Históricos e Filosóficos das Ciências, mesmo que contenham apenas um pouco de história, seja em um capítulo introdutório ou, mais frequentemente, em referências esparsas aos grandes heróis de uma época anterior (Allchin, 2003). Todavia, na maioria das vezes, o tipo de história presente não segue os propósitos discutidos e acaba por não chegar ao resultado esperado. A fonte de conteúdos históricos disponíveis para professores apresentam pequenos textos introdutórios breves e, em geral, não são orientados pela nova historiografia da Ciência. São descritos de acordo com a historiografia praticada na primeira metade do século XX, que se caracterizava por privilegiar a descrição de grandes personagens e de eventos ou episódios marcantes, ocorridos em datas determinadas e como fatos independentes dos demais (Martins, 1993).

Apesar da boa vontade dos professores de introduzir a HFC em suas aulas, seu despreparo e falta de conhecimento historiográfico pode gerar convicções ludibriadas sobre os “fatos” vinculados aos conteúdos. Portanto, ao invés de expor a história, de fato, a partir de estudos historiográficos, criam relatos pseudo-históricos e distorcem o que se aceita a partir das pesquisas especializadas. Contudo, as pseudo-histórias são escritas baseadas nos conhecimentos ditos científicos e aceitos como paradigma pela comunidade científica. Entretanto, o modo como são expostas essas “histórias” pode gerar distorção do fazer científico, deixando de lado os fatos históricos relevantes e obscurecendo a sua compreensão (Silva, 2021).

Essas “falsas histórias”, termo desenvolvido por Allchin, contidas nos livros didáticos expõem casos de simples falta de acuidade histórica (datas erradas, por exemplo) ou de equívocos, muitas vezes, derivados de anedotas populares (o exemplo mais conhecido disso é o da maçã caindo sobre a cabeça de Newton). Em grande parte dos textos, dada contribuição para a ciência é isolada e retirada de seu contexto. Não são indicadas as pesquisas precedentes que a originaram, não são mencionadas as pesquisas contemporâneas, com as quais dialogava. Não são considerados aspectos da época, do lugar e da cultura em que ocorreu, nem as contingências da personalidade e da formação dos personagens envolvidos com o intuito de contar uma boa história. Assim, o discurso do professor acaba por carregar ideais que vienculem ideias pseudo-históricas. Muitas histórias tidas como verdadeiras, mas que, na verdade, ou

foram fantasiadas ou distorcidas e não temos um parecer definitivo entre os historiadores da ciência (Moura, 2001). Essa descontextualização acaba empobrecendo e falseando o processo de construção e elaboração do conhecimento científico.

Um modo de evitar relatos pseudo-históricos é por intermédio de uma abordagem histórica adequada dos conhecimentos científicos, utilizando descrições de relatos existentes na Historiografia da Ciência, campo exclusivo do estudo epistemológico e histórico da Ciência. Outro benefício seria o conhecimento do funcionamento da própria Ciência, ou seja, de sua natureza em referência à metodologia científica específica do campo que se analisa (Silva, 2021).

Os relatos pseudo-históricos trazem uma estrutura comum que pode ser reconhecida quando se tem um olhar atento a ela (Allchin, 2002, 2004). Muitas das vezes, esses tipos de textos envolvem o leitor, trazendo informações com recurso à grandiosidade conferida aos cientistas e à amplificação do significado de suas descobertas. Confere aos personagens traços de verdadeiros heróis, caracterizados apenas por seus aspectos positivos. Não mencionam características pessoais menos nobres ou erros teóricos ou metodológicos cometidos em suas pesquisas, trazendo a imagem de uma ciência inacessível ao ser humano, apenas disponível a super gênios. Nesse sentido, a propensão é de que essas descrições sejam caracterizadas com uma romantização dos estudiosos, por enaltecer o drama de suas descobertas. Isso não quer dizer que exista uma abordagem histórica escassa desses acontecimentos, entretanto, a forma como é transmitida é um fator alarmante, pois pode contribuir para construção de concepções científicas distorcidas, reforçando estereótipos comuns de estruturas mitológicas.

Na visão popular, o significado do termo “mito” estar relacionado a uma crença falsa, muita das vezes, oposta à ciência como crença verdadeira. Em grego, *mythos* significa “contar” ou “história”, historieta ou fábulas existentes na história da ciência denominadas apólogos. Em nossa concepção, mitos são crenças difundidas de forma inquestionáveis que funcionam principalmente como explicações e/ ou justificativas para algo, muitas vezes, interpretados como metáfora religiosa que contêm elementos sobre-humanos e/ ou fenômenos naturais, dos quais extraem, em parte, seu poder de persuasão.

Os mitos, quando bem escritos, servem como ferramenta importante para divulgar a ciência de forma divertida e dinâmica, proporcionando ao leitor conhecer as histórias que cercam os mais célebres cientistas e se questionar o quão há de verdade nelas. Assim, é importante trabalhar, no estudante, habilidades que sirvam para saber discernir o fantasioso do real, o improvável do plausível que são propostas nos livros didáticos de forma marcante. Discutir essas histórias mostraria como é o verdadeiro trabalho de um cientista, provando que

sorte ajuda e muito, mas não é suficiente para uma descoberta. O conhecimento científico é e foi construído com diversas contribuições de pessoas, de quem, muitas vezes, não temos conhecimento. Por trás de cada história, existem verdades que, comumente, são colocadas debaixo do tapete e a qual não tivemos acesso, para podermos, de fato, julgar como verdadeira ou falsa.

A forma simplificada como essas “anedotas” é contada impossibilita enxergar os diferentes fatores que estão envolvidos no processo de construção do conhecimento científico. Isso ocorre, porque tais relatos desprezam pontos negativos, como os conflitos existentes entre teoria concorrentes e os fracassos das teorias que não foram aceitas, transmitindo apenas relatos que favorecem imagem tendenciosa referente ao desempenho da Ciência.

Incentivar a reflexividade, utilizando ferramentas analíticas e exemplos para reconhecer a retórica dos mitos, como também conhecer alguns relatos mitológicos discrepantes com os fatos históricos e científicos pode servir de estratégias para evitar as pseudo-histórias nas aulas de Física (Allchin, 2002).

[...] devemos equipar os professores (e alunos) com as ferramentas para reconhecerem e lidarem com os mitos enganosos que, inevitavelmente, encontrarão. [...] Além disso, os professores novos em história podem contar com poucas breves máximas para ajudá-los a avaliar qualquer história. [...] Suspeite da simplicidade. Cuidado com vinhetas. Abrace a complexidade e a controvérsia. Descarte imagens romantizadas. Não infle o gênio. Misture a celebração com a crítica. Examine minuciosamente o feito pela Ciência. Reviva a Ciência em desenvolvimento. Explique o erro sem desculpá-lo. E acima de tudo respeitar o contexto histórico (Allchin, 2002, p. 347).

Apesar de não podermos erradicar as narrativas míticas existentes na natureza da Ciência diretamente, podemos ser capazes de neutralizá-las. Assim, as ferramentas analíticas são aliadas indispensáveis para capacitar os professores a reconhecerem mitos e regularem seus efeitos.

Ao alimentar concepções mitológicas a partir de pseudo-histórias, podemos subsidiar dois extremos:

o reforço da ideia do método universal e infalível ou a completa banalização da Ciência. Polarizar o debate em torno da Ciência e de suas naturezas podem nos levar a incorrer em erros e fugir de abordagens adequadas que poderiam ocorrer nas aulas de Ciências (Silva, 2021).

Buscando direcionar o professor para o uso adequado dessa abordagem com um olhar apurado para identificar as possíveis pseudo-histórias, Allchin (2002; 2004) aponta quatro indicadores, que servem de base para classificar um material contendo mitos científicos. Tais

indicadores constituem a Arquitetura Mítica desenvolvida por ele: Monumentalidade, Idealização, Drama afetivo e Narrativa explicativa de justificação.

Nas próximas sessões, caracterizamos cada um dos elementos descritos por Allchin (2002) na Arquitetura Mítica, com intuito de possibilitar, naturalmente, aos professores e alunos, reconhecê-los em escritas em que se usa a história da Ciência e sermos capazes de observá-los com mais criticidade. Dessa forma, é possível contorná-los e evitar a propagação de ideias distorcidas.

### 3.2.1 Monumentalidade

Os cientistas são identificados como heróis; não apresentam falhas de caráter, porque não existe possibilidade de erro na Ciência. Eles têm o “dom natural de inteligência”, conseguem desvendar todos os saberes escondidos sobre o que se investiga. Além do mais, atribuem as descobertas apenas a si, desprezando todo o trabalho coletivo e levando todo o crédito pela aceitação da teoria.

A neutralidade é um traço que se sobressai aos sujeitos incluídos nos estudos científicos, pois esses não demonstram desejos individuais que intervenham nos resultados, os quais seguem toda uma metodologia científica adequada. Seu foco é atrair e envolver o público, porque aspectos positivos pode gerar motivação nos estudantes, fazendo com que se envolvam com a Ciência e se tornem cientistas. Dessa forma, são considerados bons modelos a serem seguidos.

Primeiro todos os cientistas, como personagens literários, são maiores do que a vida. Eles são heroicos [...]. Suas personalidades exalam virtude. Eles não apresentam falhas de caráter. Por exemplo, como cientistas, eles não erram. Também, [...] suas realizações são exageradas. Descobertas que, historicamente, foram graduais e distribuídas para várias pessoas são concentradas em uma pessoa e, frequentemente, num insight importante [...]. Elas introduzem erros históricos e transformam cientistas humanos em personagens sobre-humanos. Os cientistas, portanto, compartilham com as suas contrapartes, totalmente ficcionais as características de heróis, lendas e, às vezes, até deuses. Suas características monumentais servem a uma função importante: envolver o leitor (Allchin, 2002, p. 342).

Caracterizar os cientistas nesse parâmetro monumental exalta o nível de relevância do seu trabalho e acaba, por conseguinte, tornando imprescindíveis suas conquistas. É indispensável que professores retratem (sem endossar) como se dá todo o processo de construção de um conhecimento científico, como a ciência é praticada em um mundo real, para não correr o risco de amplificar a importância da história ou qualquer integridade que ela contenha. Contudo, relatos históricos com um grau elevado de monumentalidade, quando

trabalhados de forma correta na sala de aula, podem direcionar discussões potenciais que desenvolvam o lado crítico e reflexivo acerca da ciência, do cientista e do fazer científico, permitindo ao estudante uma melhor maneira de expressá-los.

### 3.2.2 Idealização

A idealização está relacionada à intensiva simplificação dos fatos. Prioriza-se a restrição de acontecimentos através de um nivelamento do que se considera primordial. Assim, elege-se o que é “essencial”, baseado no que é “dispensável”, enquanto os detalhes considerados menos essenciais são desprezados ou nivelados, pois podem induzir ao erro, devido à simplificação exagerada. Dessa forma, aspectos positivos recebem *status* especializado, porém os que não se encaixam representam empecilhos para uma boa história fornecendo resistência ao sucesso científico.

Uma segunda característica arquitetônica dos mitos na ciência é a idealização. As histórias de caso exemplificam fenômenos sobre contar histórias familiares aos psicólogos: *nitidez e nivelamento* [...]. O que o locutor interpreta como a essência da mensagem é enfatizada ou “aguçada”, enquanto os detalhes considerados menos essenciais são desenfaturados ou “nivelados”. As qualificações são perdidas. Extremos surgem. O que resta é uma imagem em preto e branco da ciência (Allchin, 2002, p.344, grifos do autor).

A construção do conhecimento se dá de forma linear, por junção de contribuições pontuais, que contrapõe a ideia de construção coletiva do conhecimento. Os detalhes do caminho perseguido são considerados secundários e, por conseguinte, deixados de lado, e os pontos positivos são engrandecidos (Allchin, 2002).

Como as histórias são moldadas para aumentar sua aparente informatividade, certos tipos de detalhes tendem a se perder. Os detalhes da descoberta — detalhes de tempo, lugar e cultura, contingências de personalidade, antecedentes biográficos, encontros coincidentes, etc. — tornam-se secundários. [...] Em uma boa história, o ritmo é estimulante. Como resultado, as histórias tendem a preservar apenas os elementos necessários para justificar narrativamente o resultado. Embora a realização de qualquer cientista mítico seja singular, seus métodos são considerados como transcendendo suas ocorrências particulares [...]. Eles ilustram um método de ciência, em grande escala. Aqui, os detalhes ou contingências não podem ser muito importantes, sob pena de subverter a lição geral. Consequentemente, as *narrativas* idealizadas alimentam a *filosofia escolar* convencional de um método científico, no sentido de um algoritmo garantido para encontrar a verdade (Allchin, 2002, p. 344, grifos do autor).

O método científico é inquestionável, absoluto, portanto, pode ser usado em qualquer investigação, entretanto alguns fatores específicos dos sujeitos envolvidos não são levados em conta na empreitada. Assim, tais fatores, podem direcionar à visão errônea de como se dá essa

construção: que a ciência nunca erra, acontece de forma linear e progressiva, o que, de fato, não é.

### 3.2.3 Drama Afetivo

O terceiro elemento da arquitetura mítica ressalta as técnicas literárias que tem por objetivo o entretenimento e a persuasão. A ideia central é atrair a atenção dos espectadores, as histórias ganham características marcantes, pois apresentam enredos que nascem através de apelos emocionais. Histórias com esse gênero se apresentam de forma empolgante ou humorizada, anedotas científicas, como a famosa história da maçã de Newton responsável pela descoberta da gravitação universal.

Pode-se aumentar o poder de uma história para envolver e persuadir com muitos *recursos retóricos* - isto é, construções literárias ou padrões familiares de enredo. Eles intensificam as imagens, aumentam o drama e aprofundam a resposta estética. Eles tornam uma história mais convincente, possivelmente ainda mais persuasiva ou crível. Através de seu efeito emocional, as histórias se tornam mais *memoráveis*. [...] Mas tudo está no ofício literário: o estilo, a construção do enredo, as relações entre os personagens, a escolha das palavras etc. Dentre esses dispositivos retóricos – e espero que essa frase entre no léxico dos educadores de Ciências – pode-se listar: A emoção do momento da descoberta (o desenho estereotipado da lâmpada); Reinvidicação; A surpresa do acaso; A recompensa da integridade (lealdade à evidência, resistência ao preconceito social); Vergonha (por exemplo, desafiar uma ideia fundamentalmente correta); Ironia trágica. A verdade sempre triunfa, mas normalmente somente após um conflito dramático (Allchin, 2002, p. 345 *grifos do autor*).

O melodrama é fundamental nessa perspectiva, é a amplificação do bem e do mal, contrastando os envolvidos, heróis *versus* adversário, cientista *versus* supressor da verdade e assim por diante. Nesse sentido, espera-se distinguir pesquisadores como certos ou errados em uma teoria corrente, o cientista progressista e os agentes repressores do desenvolvimento científico. Tais características são classificadas por Allchin (2002), como recursos retóricos responsáveis, por tornarem as histórias persuasivas.

### 3.2.4 Narrativa explicativa e justificativa

O último elemento que compõe a Arquitetura mítica remete à importância de evidenciar o desfecho final ou chave que torna explicativas essas histórias míticas. Não são “apenas” histórias de Ciências. São histórias “exatamente” da Ciência” (Allchin, 2022). Assim,

toda história tem uma lição implícita ou moral como resultado, que deve ser explicada por meio da narrativa.

O processo e o produto se complementam, um só existe porque o outro já foi produzido, ou seja, o produto só é gerado, após passar por um processo específico anteriormente. Processo com método correto, ideias certas, com métodos errados, ideias errôneas. Essas histórias configuram-se com relatos idealizadores, métodos descritos. Contudo, a história de uma descoberta serve para explicar, narrativamente, os métodos da Ciência e, portanto, servem para justificar a autoridade da conclusão científica, que são “justamente assim”, como é exposto por Allchin (2022).

Portanto, essas narrações servem como base modeladora do processo científico na busca por determinado resultado.

Os elementos conspiram juntos para colapsar a natureza da ciência em uma história muito familiar de “Como a ciência encontra a verdade”: • A ciência se desenvolve por um método especial, independente de contingências, contexto ou valores. • Todos os experimentos são bem planejados e evitam erros. • A interpretação das evidências não é problemática e gera respostas sim ou não. • A realização depende de um intelecto privilegiado. (Os cientistas são pessoas especiais e extraordinárias, cuja autoridade é inquestionável.) • A ciência conduz certa e inevitavelmente (e única) à verdade, sem incerteza ou erro. (Qualquer coisa menos abandona a objetividade e reduz ao relativismo.) (Allchin, 2002, 346, grifos do autor).

Cabe ressaltarmos que pessoas que não têm contato ou acesso a um treinamento adequado sobre a historiografia ou pseudo-história não são capazes de identificar esses elementos míticos. Tais elementos são praticamente imperceptíveis aos leitores e, dessa forma, agem de forma que envolva o leitor fomentando falsas crenças sobre a Ciência, sua natureza, limite da autoridade científica e acaba deturpando a imagem da Ciência, dos atores envolvidos e do processo em que é imposta.

Baseada na estrutura da Arquitetura Mítica de Allchin (2004), nos estudos sobre historiografia e pseudo-história, Silva (2021) elaborou um quadro de caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro de contexto, que servem como ferramenta para auxiliar na hora da análise de textos que contêm pseudo-história. Para tanto, iremos utilizar a tabela como suporte para nossas análises.

**Tabela 1** - Caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro e de contexto

Categorias	Subcategorias	Unidades de contexto/Unidades de registro
Monumentalidade	Ineditismo; Heroísmo; Altruísmo; Genialidade.	As unidades de contexto são trechos extraídos dos documentos analisados, já as de registro são apresentadas em destaques de negrito nas próprias unidades de contexto.
Idealização	Simplificação; Êxitos; Generalização; Cronologias.	
Drama afetivo	Polarização; Emoção; Discurso de Autoridade.	
Narrativa explicativa e de justificação	Sequenciamento; Finalidade	

Fonte: Silva (2021).

Assim, à medida que os documentos foram analisados, iremos identificar se alguns desses elementos foram encontrados nos livros analisados.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Tipo de Pesquisa**

Para se obter um resultado significativo, ao realizarmos uma pesquisa, é necessário delimitarmos alguns recursos considerados importantes para a trajetória e sua condução. É primordial como ponto de partida um planejamento que possa definir os instrumentos necessários para realização da pesquisa. Toda e qualquer pesquisa científica faz uso de métodos e técnicas que auxiliam no processo de investigação (Gil, 2010). Assim, com um planejamento adequado e um delineamento de como serão efetuados todos os passos da pesquisa, ficará menos propenso acontecerem problemas durante a execução, que possam atrapalhar a obtenção dos objetivos predefinidos (Vergara, 2010).

Em tese, quando vamos caracterizar uma pesquisa, algumas particularidades podem definir qual o tipo de investigação se realiza. Em geral, dois tipos de abordagens são escolhidas: a quantitativa, que busca a explicação e se ocupa do tratamento estatístico dos dados, partindo de um plano previamente fixado e a qualitativa, que procura compreender e apresentar um tratamento mais interpretativo dos dados e, apesar de ter um planejamento, define-se no decorrer da investigação (Kauark; Manhães; Medeiros, 2010; Neves, 1996). Baseado nisso e levando em consideração os propósitos a serem alcançados, nossa pesquisa caracteriza-se como documental, de caráter descritivo e proposta aos moldes de uma abordagem qualitativa.

No que se refere a este tipo de abordagem, cabe-nos considerarmos, ao menos, cinco características essenciais: estuda a essência da vida do indivíduo em condições reais; exprime opiniões e perspectivas do indivíduo de um determinado estudo; engloba as condições contextuais, em que o indivíduo está inserido; auxilia na percepção sobre conceitos emergentes ou existentes que podem ajudar a compreender e explicar o comportamento social humano e, por fim, busca múltiplas fontes de evidências para expor os fatos, em vez de se limitar a apenas uma (Yin, 2016, p.7).

A investigação qualitativa descritiva busca descrever as características de determinado fenômeno ou população e os interpreta. Não são levados em conta dados numéricos, os dados recolhidos apresentam-se em forma de palavras ou imagens, contendo citações feitas, com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Contudo, os dados podem conter transições de entrevistas, fotografias, documentos pessoais, memorando, registros oficiais e outros. Em suma, pesquisadores qualitativos buscam compreensão dos fatos, não reduzem suas pesquisas a páginas, contendo muitas narrativas e outros dados numéricos. Empenha-se em analisar os

dados, descrevê-los em toda sua totalidade, sem interferir ou modificar a realidade estudada, respeitando a forma, tal como estes dados foram registrados ou transcritos (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48).

Cabe destacarmos a variedade metodológica que a pesquisa qualitativa pode nos oferecer, dando ao pesquisador liberdade de escolher múltiplos caminhos, ao tentar responder o problema de pesquisa proposto. Para esse gênero de pesquisa, o que interessa é o processo de execução do estudo mais do que o produto, ou seja, os caminhos seguidos por seus autores (Godoy, 1995; Neves, 1996).

Os pesquisadores qualitativos reúnem múltiplas formas de dados, como entrevistas, observações e documentos, em vez de se basearem em uma única fonte de dados. A seguir examinam todos os dados e procuram entender o seu significado, organizando-os em categorias ou temas que perpassam todas as fontes de dados (Creswell, 2014, 51).

Em suma, ela é usada em pesquisas como a nossa, que busca descrever, compreender a fundo e explicar as relações existentes entre determinados fenômenos ou aspectos que não podem ser explanados de forma estatística através de classificação numérica.

Quanto à pesquisa documental, é vista como um método de investigação científica que estabelece determinados procedimentos técnicos científicos, com o intuito de examinar e compreender o teor de documentos dos mais variados tipos e deles obter as mais significativas informações, conforme o problema de pesquisa estabelecido. Qualquer estilo de anotação pode ser considerado um documento, como livros, jornais, leis, revistas, documentos impressos e outros (Junior *et.al* 2021).

A extração e resgate de documentos podem possibilitar identificar informações valiosas que justificam a utilidade e o seu uso, em razão da viabilidade de ampliar o entendimento de objetos cuja compreensão necessita de uma contextualização histórica e sociocultural (Sá-silva *et.al*, 2009). Além do mais, analisar um fato e reconstruí-lo pode proporcionar uma nova fonte escrita.

De acordo com Bardin (1997):

O objetivo da análise documental é a representação condensada da informação, para consulta e armazenagem, o da análise de conteúdo, é a manipulação da mensagem (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem (Bardin, 1977, p.46).

Assim a análise documental lida com o tratamento dos dados de documentos, busca identificar informações factuais nesses, a partir de questões e hipóteses de interesse, utiliza o

documento como objeto de estudo, enquanto que a análise de conteúdo se remete a examinar os conteúdos como mensagens (comunicação).

Cabe destacar que a pesquisa documental não se iguala à pesquisa bibliográfica, elas divergem, no que se refere à fonte dos documentos, visto que, naquela, o foco dos documentos já obtém um tratamento analítico, na maioria das vezes, publicado na forma de livros ou artigos, ou seja, tem contribuições de diversos autores sobre o tema, já na documental não, os materiais não recebem esse tratamento, são considerados fontes primárias (Júnior *et.al*, 2021).

Considerado como um procedimento de pesquisa com características específicas, a análise documental tem finalidades de investigação próprias, embora em alguns casos possa ser utilizada também com uma técnica complementar, validando e aprofundando os dados coletados por meio de procedimentos, como entrevistas, questionários e observação (Godoy,1995).

Assim como em qualquer outra abordagem, na pesquisa documental, encontram-se vantagens e desvantagens na hora de trabalhar com documentos. Uma das vantagens básicas desse tipo de pesquisa é o estudo de pessoas que se encontram fisicamente distantes ou que já faleceram, possuem baixo custo financeiro (apenas tempo) e permite ao pesquisador maior acessibilidade. Ela também serve para ratificar, validar ou complementar as informações obtidas por outras técnicas de coleta de dados. No que diz respeito a desvantagens, o pesquisador, ao codificar dados, pode fazer interferências dentro da sua análise pessoal sobre o assunto, fazendo com que ocorra erro desde a coleta dos dados (Godoy, 1995). A limitação de recursos proporciona ao pesquisador seletividade de escolha do tipo de documento, como também a falta de objetividade e validade questionável, tendo em vista que os documentos são produtos da ação humana e não há garantias de dados fidedignos, podem apresentar escolhas arbitrárias, de aspectos e temáticas a serem enfatizados (Guba e Lincoln, 1981).

No que se refere à aplicabilidade, a análise de documentos se detém a documentos públicos ou privados. Os públicos podem obter acesso restrito ou livre, classificados como não-arquivados, já os privados são limitados, abrangem desde documentos partidários até documentos pessoais. Assim, em nossa pesquisa, consideraremos os livros-textos de Física, especificamente os que tratam, historicamente, o conceito de dispersão da luz como documentos públicos. “Os documentos públicos não arquivados: eles incluem, entre outros, os jornais, revistas, periódicos e qualquer outro tipo de documentos distribuídos: publicidade, anúncios, tratados, circulares, boletins paroquiais, anuários telefônicos, etc.” (Cellard, 2012, 297).

Em nosso percurso metodológico, utilizamos a análise documental na pesquisa qualitativa, a fim de buscar, na literatura, uma resposta para nossos questionamentos. Alinhado

a este tipo de pesquisa, também, encontramos sugestões da Análise de Conteúdo na literatura especializada, com base nos estudos de Bardin (2011). Por conseguinte, realizamos uma análise detalhada de livros didáticos de Física aprovados pelo PNLD 2018, direcionados ao ensino médio que apresentam historicamente o conceito de dispersão da luz, com intuito de verificar se há ou não inadequação conceitual neles, que sinalizem mitos ou pseudo-história. Para tal, usamos os critérios sugeridos por Bardin (2011) como ferramenta de coleta de dados, para analisar os livros e, assim, respondermos a questão problema da pesquisa: Como os livros didáticos de Física do segundo ano do ensino médio contemplam a abordagem histórica da natureza (dispersão) da luz proposta por Isaac Newton? Especificamente, no presente capítulo, apresentaremos, ainda, de maneira sucinta a Análise de Conteúdo.

## 4.2 Análise de conteúdo

Compreendemos que analisar é um recurso que requer divisão de um todo em partes menores que possibilitam observar, com base em teorias apropriadas, determinados fatos, fazendo com que entendamos as hipóteses, objetivos e outros elementos que o compõem. Assim, a análise de conteúdo deve ser capaz de nos levar a enxergar essas pequenas partes e compreendê-las, capacitando-nos para desvendar as mensagens ocultas contidas nos discursos de quem as produziu, o que motivou os sujeitos a criarem esses discursos, inserindo-os em seu contexto social, político, econômico, religioso e outros.

Ao fazer uso dessa teoria, o investigador passa a enxergar o seu objeto de estudo no meio natural do fenômeno, com o ponto de vista metodológico mais crítico. A regra é “desconfiar” do que se revela pelas aparências, criticar o que parece ser simples e de fácil compreensão (Bardin, 2011).

De maneira geral, pode dizer-se que a sutileza dos métodos de análise de conteúdo corresponde aos seguintes objetivos: *A superação da incerteza*: o que eu julgo ver na mensagem estará lá efetivamente contido, podendo essa “visão” muito pessoal ser partilhada por outros? Por outras palavras, será a minha leitura válida e generalizável? E o *enriquecimento* da leitura: se um olhar imediato, espontâneo, é já fecundo, não poderá uma leitura atenta aumentar a produtividade e a pertinência? Pela descoberta de conteúdos e de estruturas que confirmam (ou infirmam) o que se procura demonstrar a propósito das mensagens, ou pelo esclarecimento de elementos de significações suscetíveis de conduzir a uma descrição de mecanismos de que *a priori* não possuíamos a compreensão (Bardin, 2011, p. 35, grifos do autor).

Originada nos Estados Unidos, a Análise de Conteúdo era tida como ferramenta essencial no meio jornalístico da época, cujo rigor científico do material analisado era medido

por ela. Um dos primeiros nomes que fazem alusão ao uso dessa ferramenta de fato é o de H. Lasswell, que realizou análises de imprensa e de propaganda em meados de 1915. Subsequentemente, esse método foi aperfeiçoado pelo departamento de ciências políticas nos Estados Unidos e teve uso e popularização mais acentuada, devido aos problemas levantados pela Segunda Guerra Mundial (Bardin, 2011).

A Análise de Conteúdo pode ser conceituada como:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p.48).

Caregnato e Mutti (2006) classificam a Análise de Conteúdo em duas categorias: quantitativa ou qualitativa. A abordagem quantitativa é marcada por uma frequência de características que se repetem no conteúdo do texto, já a qualitativa considera a presença ou ausência de uma ou outra característica ou do conjunto de características na mensagem.

A Análise de Conteúdo é estruturada, de acordo com Bardin (2011), em torno de três polos principais: (I) a pré-análise, (II) a exploração do material e o (III) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Tais polos delimitam o trabalho de pesquisa do início do levantamento de material a ser analisado até a análise precisamente feita. A seguir, iremos apresentar algumas características próprias de cada uma destas etapas.

#### 4.2.1 Pré-análise

“É a fase de organização propriamente dita”. Tem como finalidade o primeiro contato com os documentos que serão analisados, buscando instrumentalização e sistematização de ideias a priori. A pré-análise compõe cinco etapas:

- a) **Leitura flutuante:** condiz com o contato inicial com os documentos, a fim de conhecer os textos.
- b) **Escolha de documentos:** após a leitura flutuante, o investigador deve construir a amostra de pesquisa. Para tal escolha, é necessário satisfazer algumas regras como:
  - **Regra da exaustividade:** após ser definida a amostra, todo e qualquer documento deve ser analisado, não se pode deixar de lado qualquer elemento contido, por qualquer que seja o motivo;

- **Regra da representatividade:** o grupo amostral deve ser representado pelo conjunto inicial;
  - **Regra da homogeneidade:** os documentos impedidos de análise devem obedecer a critérios precisos de escolha e não apresentar demasiada singularidade fora destes critérios
  - **Regra de Pertinência:** enquanto fonte de informação, os documentos estabelecidos devem ser adequados, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise.
- c) **Formulação das hipóteses e dos objetivos:** é a fase em que o investigador vai formular questionamentos, hipóteses e objetivos a serem alcançados.
- d) **Referenciação dos índices e elaboração de indicadores:** aqui, podem-se estabelecer categorias de análise a partir de codificadores índices dos textos que a análise vai suscitar.
- e) **Preparação do material:** A priori da análise, é essencial a organização dos documentos, do que se faz necessário, como por exemplo, tradução ou gravação que devem ser transcritas, recorte de artigos imprensa e outros.

#### 4.2.2 Exploração do material

Nessa fase, constituem-se especificamente operações de codificação em conformidade com regras pré-estabelecidas. A codificação e a categorização são elementos essenciais nessa fase.

- a) **Codificação:** é o método pelo qual os dados brutos dos textos são tratados, com intuito de possibilitar descrição clara e precisa do conteúdo do texto.
- b) **Categorização:** é o método criado a partir de agrupamento de conteúdo obtido pela codificação, categorizado. *A priori* ou posteriormente, podem ser estabelecidos títulos genéricos.

É essencial que, no processo de codificação e categorização, haja o estabelecimento da unidade de registro e de contexto. A primeira condiz com o segmento de conteúdo considerando a unidade base, mirando a categorização e a contagem frequencial, podendo ser de natureza ou de várias dimensões, como por exemplo, a palavra, o objeto, o personagem, o tema. A segunda, no entanto, corresponde ao segmento da mensagem, das quais, as dimensões

servem para ajudar a compreender e da significação precisa da unidade de registro, como por exemplo, a frase, o parágrafo ou texto completo.

#### 4.2.3 Tratamento dos resultados, inferência e interpretação

Quando fazemos uso da Análise de Conteúdo, nosso interesse maior não está direcionado para descrição dos conteúdos, mas sim para o que eles poderão transmitir de conhecimento após serem analisados (Bardin, 2011). Dessa forma, a terceira fase da análise é de suma importância, pois é a partir da codificação e categorização que surgem propostas de inferências e são realizadas interpretações, inter-relacionadas com o quadro teórico desenvolvido anteriormente.

Os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos (“falantes”) e válidos. Operações estatísticas simples (percentagens), ou mais complexas (análise fatorial), permitem estabelecer quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos, os quais condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise.[...] O analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos – ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas (Bardin, 2011,p. 131).

Na presente pesquisa, a inferência, a partir dos dados tratados, foi realizada com base no referencial teórico histórico da dispersão da luz, da Arquitetura Mítica de Allchin (2004), nos estudos sobre historiografia e pseudo-história e no quadro de categorização proposto por Silva (2021).

### 4.3 Percurso metodológico da pesquisa

Para execução e organização dessa pesquisa, delineamos as seguintes ações realizadas: levantamento bibliográfico, revisão de literatura e a Análise Documental (livros-textos que trazem a abordagem histórica da natureza (dispersão) da luz do Ensino Médio). Consideramos, ainda, o episódio histórico em questão, considerações relevantes sobre o PNLD e os atuais livros didáticos, HFC, Historiográfica e Pseudo-história e análise de livros didáticos.

Na seção seguinte, detalhamos de forma sucinta, o passo a passo desta pesquisa, expondo como fora realizada cada uma das etapas, desde o levantamento bibliográfico, revisão de literatura e produção historiográfica até as análises dos livros didáticos, como também serão expostos os critérios de escolhas dos documentos analisados e a caracterização minuciosa de cada um desses. No que se refere à metodologia de coleta de dados, utilizaremos como

ferramenta de análise de conteúdo Bardin (2021), como também o quadro de caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro de contexto formuladas por Silva (2021). Conseqüentemente, apresentaremos os resultados encontrados e as devidas conclusões.

Por fim, apresentamos como produto final um material didático instrumentalizado para professores de Física, com intuito de auxiliá-lo na inserção da História e Filosofia da Ciência em sala de aula, com base no contexto histórico da dispersão da luz, proposta por Issac Newton. A ideia central desse material é trazer o texto histórico analisado na pesquisa sobre a natureza da luz e uma sequência de possibilidades de ações pedagógicas que possam ser desenvolvidas com ele. A escolha do produto deu-se em virtude de a transposição didática da HFC ser apontada na literatura como um dos principais desafios devido à falta de segurança e preparação dos professores (Forato, Martins & Pietrocola, 2012, p. 131).

#### 4.3.1 Levantamento Bibliográfico, Produção Historiográfica e Revisão Bibliográfica.

##### 4.3.1.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO/ PRODUÇÃO DO EPISÓDIO HISTÓRICO

Nesta etapa, realizamos um levantamento bibliográfico para a construção do episódio histórico como também para as considerações referentes às questões do livro didático, do PNLD, da HFC no Ensino de Física, da Historiografia e pseudo-história e da metodologia adotada. Sendo assim, a maior parte da literatura utilizada no episódio histórico é proveniente de artigos produzidos por autores brasileiros, como Forato (2009) e Silva e Martins (2023) e de um livro que traz textos, antecedentes e comentários sobre Newton (2002).

##### 4.3.1.2 REVISÃO DE LITERATURA

Foram selecionados diferentes artigos e a legislação vigente, os quais apresentavam discussões acerca do Programa Nacional do Livro Didático, do papel do livro didático no Ensino de Ciências e da HFC no livro didático. Para questões sobre a historiografia e pseudo-história, utilizamos os artigos de Dougla Allchin e a tese de Daniel Silva, nos apropriando da arquitetura mítica para a análise documental realizada posteriormente. No que se se refere ao instrumento de análise, utilizamos capítulos de um livro que aborda o tema análise documental e de conteúdo, mais precisamente Bardin (1997/2021).

## 5 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018

Apresentaremos, nesta seção, a análise dos livros didáticos de Física do PNLD 2018, tendo como procedimento analítico a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1997/2021), tratada na seção 4.2 e o quadro de caracterização das categorias e subcategorias de análise e das unidades de registro de contexto proposto por Silva (2021), que servem como ferramenta para auxiliar a análise de textos que contêm pseudo-história. Ademais, nos apoiamos no referencial teórico histórico da Teoria das Cores de Newton, contemplado no capítulo dois.

Subsequentemente, é exposta a análise do material didático, consonante à ordem estabelecida no capítulo quatro, a saber: Pré-análise, Exploração do material e o Tratamento dos Resultados.

### 5.1 Fases da análise dos livros didáticos

#### I Pré-análise

a) **Leitura flutuante:** O primeiro contato com o material selecionado ocorreu por meio do guia didático do PNLD 2018. O guia conta com 12 coleções aprovadas para escolha dos professores de rede pública do ensino médio, referente ao componente curricular Física, das quais foram escolhidas seis coleções.

A leitura flutuante desse material nos possibilitou identificar, inicialmente, em quais obras o uso da história da ciência estava presente. Conseguimos concluir, a partir do caderno de resumo, que das 12 coleções, apenas seis não fizeram uso da história da ciência ou utilizaram a história apenas em dados bibliográficos, de forma simplificada e, por esse motivo, optamos por não as analisar. Para as coleções restantes, utilizamos critérios previamente estipulados: dois autores mais antigos na escrita de livros didáticos de Física, dois autores recentes e dois autores que apresentaram propostas diferenciadas de trabalho, referente à distribuição de conteúdos com um olhar juvenil, cuja concepção acreditamos ser significativa para uma melhor compreensão dos conceitos físicos por parte dos estudantes, como também para o entendimento do desenvolvimento científico, conforme exposto na tabela 2.

**Tabela 2** - Critérios de escolhas dos livros didáticos

Dois autores mais antigos	Dois autores recentes	Duas propostas didáticas diferenciadas em relação à distribuição de conteúdos
LIVRO 2: (BONJORNO <sup>1</sup> )	LIVRO 1: (BARRETO <sup>2</sup> )	LIVRO 3: (FILHO e TOSCANO <sup>3</sup> )
LIVRO 4 : ( NEWTON <sup>4</sup> )	LIVRO 5: (MARTINI <sup>5</sup> )	LIVRO 6: (VÁLIO <sup>6</sup> )

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

b) **Escolhas dos documentos:** os seis livros escolhidos cumprem as regras de seletividade da escolha dos documentos citados anteriormente, uma vez que representam o universo inicial dos documentos, no caso, os livros didáticos de escolha do PNLD 2018. Também abarcam os critérios de escolha estabelecidos previamente (dois autores mais antigos, dois autores mais recentes e dois autores com propostas diferenciadas de trabalho) e são fontes de dados para esta pesquisa, visto que o ensino do conceito de dispersão da luz e da HFC se fazem presentes, mesmo que de forma indireta das Diretrizes Curriculares do Ensino de Física e, portanto, se fazem presentes nestes documentos.

c) **Formulação das hipóteses e dos objetivos:** Embora ocorra a instrução dos conceitos físicos durante os três anos do ensino médio, muitos estudantes não conseguem compreender a desmistificação do método científico: como os conhecimentos físicos são construídos, quais fatores são determinantes na sua criação, quais critérios são adotados pelos cientistas na hora de formular hipóteses etc. Esses e outros questionamentos possibilitam ao estudante discernimento intelectual de erros e acertos na Ciência, como também dos problemas ou dificuldades que rodeiam os cientistas na formulação de conceitos científicos, facilitando, assim, a compreensão da relação existente entre sociedade, Ciências e tecnologia, além de uma maior significação ao estudo de conceitos e teorias físicas.

No que diz respeito ao ensino de Física, o livro didático é considerado como único ou uma das principais ferramentas didáticas da prática docente responsável pela aprendizagem dos conceitos científicos nas salas de aula das escolas públicas de nível médio. Por essa razão, é fundamental que o professor conheça muito bem os materiais que utilizará em sala de aula, e que também detenha um conhecimento aprofundado sobre a elaboração dos conceitos

<sup>1</sup> BONJORNO *et al.* **Física**. São Paulo: FTD, 2016.

<sup>2</sup> BARRETO, Benigno. XAVIER, Claudio. **Física por aula**. São Paulo: FDT, 2016.

<sup>3</sup> FILHO, Aurélio Gonçalves. TOSCANO, Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. São Paulo: Leya, 2016.

<sup>4</sup> NEWTON, Villas Bôas *et al.* **Física 2**. São Paulo: Saraiva 2016.

<sup>5</sup> MARTINI, Gloria *et al.* **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2016.

<sup>6</sup> VÁLIO, Adriana Benetti Marques *et al.* **Ser Protagonista –Física 2** . São Paulo: SM, 2016.

científicos trazidos nesses materiais. Deste modo, o professor poderá examinar se esses conceitos estão formulados adequadamente, do ponto de vista da teoria aceita nos dias atuais. A apresentação da história da ciência e da natureza do desenvolvimento científico, as propostas de atividades e exercícios, entre outros, possibilitarão a reflexão do professor, permitindo-lhe o diálogo e argumentação com seus alunos.

Sendo assim, nossa intenção de pesquisa é verificar a abordagem histórica, nos livros didáticos de Física, do conceito e fenômeno da Dispersão da Luz, proposto por Isaac Newton, através de leituras complementares no segundo ano do ensino médio. Os livros didáticos podem ocultar elementos importantes, dificultando a compreensão da natureza da ciência, a exemplo da Teoria das cores de Newton, que, geralmente, é apresentada nos livros didáticos de forma simples, sendo considerada como um exemplo do método científico. Se as histórias da ciência, presentes nos livros, estão sendo trabalhadas erroneamente no ambiente escolar, é essencial, no nosso entendimento, que tenhamos essa percepção para não desmitificar como o conhecimento científico é construído.

d) **Referenciação dos índices e elaboração de indicadores:** como dito anteriormente, o referencial bibliográfico nos possibilitou a elaboração de categorias de análise, baseadas no referencial teórico histórico da dispersão da luz e na Arquitetura Mítica de Allchin (2004) em seus estudos sobre historiografia e pseudo-história e no quadro de categorização proposto por Silva (2021).

Em suma, relatos pseudo-históricos apresentam uma estrutura comum que pode ser reconhecida quando se tem um olhar atento sobre ela (Allchin, 2002, 2004). Tais textos envolvem o leitor, com informações que passam uma visão de grandiosidade, super-heróis, gênios, amplificando o significado de descobertas científicas, como também não mencionando características pessoais menos nobres ou erros teóricos ou metodológicos cometidos em suas pesquisas, transmitindo, assim, a imagem de uma ciência inacessível ao ser humano, apenas disponível a super gênios.

Allchin (2002; 2004) aponta quatro indicadores, que servem de base para classificar um material contendo mitos científicos e constituem a Arquitetura Mítica, desenvolvida por ele: Monumentalidade, Idealização, Drama afetivo, Narrativa explicativa e de justificação. Esses embasam nossas análises, como também o quadro de subcategorias dessa Arquitetura Mítica, elaborado por Silva (2021 e estudos de Gil-Perez (2021).

## I Exploração do Material

Nesta etapa, passamos para a codificação e categorização do conteúdo de dispersão da luz nas seis coleções de livros didáticos escolhidos, de acordo com as categorias já pré-definidas. Para cada coletânea, a codificação e a categorização são agrupadas, em um mesmo texto, por compreendermos que uma completa a outra. Buscamos, no transcorrer desta fase, fornecer ao leitor uma visão geral de cada obra, baseada em elementos, como a formação acadêmica dos autores e o uso da história da ciência. Temos consciência de que a análise ou o uso destes elementos fogem ao objetivo principal desta pesquisa; no entanto, os consideramos importantes, uma vez que nos servirão de base para as inferências que serão realizadas no decorrer das próximas páginas, principalmente no tópico III, “Tratamento dos resultados”. As coleções estão identificadas na análise pelos títulos **livro 1**, **livro 2** e, assim, subsequentemente, conforme ilustrado na figura 1.

**Figura 1** – Capa do LIVRO 1



Fonte: (Barreto *et al*, 2016)

A coleção em análise se enquadra dentro do critério de escolha que estabelece a presença de autores recentes na escrita de livros didáticos de Física. O autor Benigno Barreto Filho é licenciado na área de Ciências e Física e Claudio Xavier da Silva é licenciado na área de Ciências e Matemática. Ambos os autores possuem experiência na área de ensino, ministrando aulas no Ensino Médio e em cursos de graduação, possuem especializações diferenciadas nas suas respectivas áreas, porém apenas Benigno é mestre em educação na área de ensino, avaliação e formação de professores.

A coleção propõe discussões relevantes, envolvendo controvérsias sociais e científicas e/ou as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Isso decorre das iniciativas de

contextualização do conteúdo, aproximando a Física de suas aplicações tecnológicas ou das sugestões de discussões e leituras voltadas às questões socioambientais, na medida em que introduz temas relacionados com a ética na ciência e tecnologia. A história da ciência está distribuída ao longo da coleção, com intuito de ajudar o estudante a reconhecer a física como um conjunto de conhecimentos produzidos socialmente ao longo da história (Brasil, 2017, p.73).

Esta coleção é composta por três volumes estruturados em unidades, capítulos e seções, ao longo dos quais o conteúdo conceitual é distribuído. A sua proposta é apresentar um texto principal e atividades que gerem espaço para a contextualização, com destaque para as possibilidades de articulação com aspectos do cotidiano, da História da Ciência e das tecnologias. Um dos aspectos específicos desta coleção está relacionado à abordagem dos assuntos a serem estudados em cada unidade, realizado por meio de um pequeno texto e uma questão que é retomada ao final, na seção “De volta ao começo”. A coleção sugere atividades experimentais típicas para o Ensino Médio, como também a seção *Física no Cinema*, que promove discussões sobre o conteúdo de Física presente nos filmes sugeridos (Brasil, 2018, p. 71).

O conteúdo está presente apenas no volume 2, unidade 5, óptica, capítulo 9: Fenômenos Ópticos: Dispersão da luz (pág. 143). A princípio, os autores pedem para observar a figura e fazem uma analogia de como é vista a passagem da luz pelo olho humano e por um instrumento óptico. Em seguida, apresenta a definição da dispersão da luz e sua representação, como demonstra a figura 2, alegando que “o espectro de cores formado ocorre por causa da dispersão luminosa e cada “luz” que compõe luz monocromática possui determinada característica física, a frequência. O fenômeno da dispersão é um desdobramento da refração, quando a radiação interage com novo meio de propagação” (Barreto *et al.*, 2016, p.143).

**Figura 2** - Representação da Dispersão da luz em Física por Aula



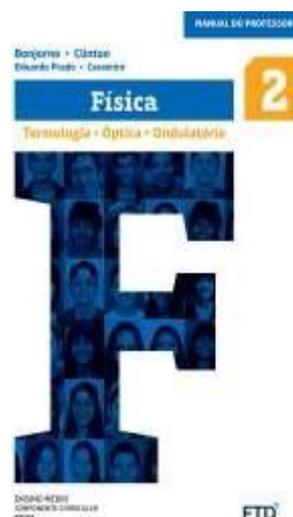
Fonte: (Barreto *et al.* ; 2016, p.143).

É observado que os autores trouxeram uma seção pequena desse fenômeno apenas conceitual, não se preocupando com a parte histórica. Em nenhum momento, é mencionado Newton ou algum cientista como estudioso do fenômeno, nem quaisquer relações anteriores aos fatos que tenham contribuído para o interesse em seu estudo. Além disso, não menciona elementos que possam ter contribuído para essa conclusão. Os autores parecem não se preocupar com a ideia de construção do método científico, descrevendo a montagem experimental da época de forma sucinta, sem considerar nenhum fator conclusivo adquirido por um processo lento e exaustivo, reforçando, assim, a idealização de uma ciência realizada à intensiva simplificação de fatos, em que o conhecimento científico é tido como verdadeiro inquestionável e definitivo; característica essa da primeira subcategoria da categoria narrativa explicativa e de justificação da Arquitetura Mítica. Ainda de acordo com Silva (2021),

[...]‘simplificação’ é caracterizada por mensagens que apresentam o desenvolvimento de maneira simplificada, ou seja, quando se desprezam os conflitos envolvidos em algum empreendimento científico e se valorizam os resultados positivos. Assim, o lado da história dos casos é bem-sucedido (Silva, 2021 p.103).

Intuímos que existe um abismo entre a enunciação da parte conceitual e histórica, como se a parte histórica não fosse relevante para compreensão desse fenômeno. Não se levou em conta os esforços dos estudiosos, nem todos os fatores existentes para a construção do conhecimento.

**Figura 3 – Capa do LIVRO 2**



Fonte: (Bonjorno *et al*, 2016)

Esta coleção se enquadra no critério de escolha que estabelece autores mais antigos na escrita de livros didáticos de Física. Dos sete escritores da coleção, três possuem licenciatura em física, são eles: José Roberto Bonjorno, Regina de Fátima Souza Azenha Bonjorno e Renato Casemiro. Valter Bonjorno é engenheiro naval, Clinton Marcico Ramos é bacharel em física, Eduardo de Pinho Prado é bacharel em matemática e Marizza Azzoline Bonjorno é licenciada em Letras. Todos os autores ministram aulas nas suas respectivas áreas, seja de português, de Física e/ou Matemático no Ensino Médio e/ou em cursos de graduação. Reconhecemos isso como algo relevante, já que a experiência profissional é essencial, porque subentendemos que, ao ter contato com a problemática do ensino de Física em sala de aula, os autores tenham mais subsídios para a formulação e escrita do material didático.

A Física é apresentada na coleção, a partir das áreas, normalmente incluídas nos textos didáticos voltados para o ensino médio, seguindo uma sequência padrão nessa área curricular, a partir de uma estrutura principal composta de textos e exercícios. Acompanhando essa estrutura principal, ao longo dos capítulos, são inseridas atividades complementares que auxiliam na apresentação dos conceitos, leis e teorias físicas. Essas atividades aparecem, principalmente, associadas às seções denominadas *Pensando as Ciências* e *A História conta*. A principal ênfase é em exercícios quantitativos, embora sejam encontradas também algumas questões qualitativas. Há uma seção dedicada à apresentação de atividades experimentais simples, de fácil execução, baseadas em materiais de baixo custo e factíveis em qualquer ambiente escolar (Brasil, 2017, p.76).

A coleção é descrita da seguinte maneira pelo PNLD: Organiza-se em três volumes, divididos em unidades, capítulos e seções, trazendo proposta de leituras, questionamentos e atividades práticas. Cada unidade tem o objetivo de contextualizar a Física ao nosso redor, com a vivência estudantil; antes de apresentar os conceitos, leis e teorias físicas em um texto principal. A ideia central é fazer com que os estudantes pensem sobre como a ciência é feita, quais relações entre a física e outras áreas de conhecimentos. No livro, são sugeridas atividades que propõem problemas e questões a serem resolvidas pelos estudantes. A maioria dos capítulos apresenta, ainda, a seção *Experimento*, com atividades práticas que se destinam à demonstração de fenômenos ou verificação de leis e, ao final de cada unidade, encontram-se as seções *Mais atividades*, com questões de vestibulares e *A História Conta*, que apresenta textos, contemplando a história dos cientistas ou da evolução de conceitos da Física. Sugere-se, também, um amplo conjunto com indicações bibliográficas, sugestões de leitura, de sítios da internet e de atividades educativas de caráter não-formal, além de respostas dos exercícios e das questões propostas (Brasil, 2017, p.77).

O conteúdo analisado está presente apenas no volume 2, unidade 3, óptica, capítulo 8: Pensando as ciências: Física e História - O experimento crucial de Newton sobre a decomposição da luz (pág. 142). Os autores relatam, de forma superficial, o experimento crucial de Newton sobre a decomposição da luz. Inicialmente, Newton é referenciado como pioneiro nos estudos de mistura das cores e, em seguida, descreve-se que outros cientistas já tinham conhecimento que a luz branca do sol, ao atravessar um prisma, originava feixe coloridos, entretanto não cita ao menos um estudioso. Como já mencionado, a formação do espectro colorido já havia sido discutida, pelo menos, por quatro filósofos naturais: René Decartes, Roberto Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robertt Hooke, todavia as análises apresentadas não foram bem aceitas para a época (Forato, 2009). Silva e Martins (2003) afirmam que o fato de Newton apresentar arranjos matemáticos mais completos tornou suas ideias cabíveis.

Os autores mencionam o procedimento realizado por Newton em dois diferentes trechos:

Newton realizou então uma experiência muito simples, que demonstrou ser falsa a ideia de que o “tingimento da luz era feito pelo prisma”. Pegou um prisma de vidro totalmente polido e o colocou frente a um orifício que ele mesmo fizeram na janela do seu quarto. Verificou que a luz proveniente do sol se dispersava em feixes coloridos e esse conjunto chamou de **spectrum** (grifo do autor em negrito) [...] Em seguida, Newton realizou o “experimento crucial”: com um anteparo, eliminou a passagem de todas as cores do “spectrum” com exceção de uma e fez com que essa passasse por um segundo prisma. O feixe emergente era mais espesso, mas a cor permaneceu inalterada. Concluiu, portanto, que um prisma nada acrescenta a um feixe de luz que o atravessa. Dessa forma, Newton propôs que a luz branca não era pura, mas sim formada pela superposição de todas as cores do espectro, e concluiu ainda que a luz se decompõe ao atravessar o prisma porque cada cor se refreia sob um ângulo diferente (Bonjorno, *et al.*, 2016, p.143).

Por fim, trazem uma citação de Newton mencionada em uma carta endereçada a *Royal Society* em fevereiro de 1671, reforçando o que já foi falado anteriormente. Com isso, observamos que o processo e o produto se complementam, de modo que um só existe porque o outro foi produzido, fato que se enquadra na narrativa explicativa e justificativa, mais precisamente na subcategoria finalidade, proposta por Allchin (2022) na Arquitetura Mítica. Os autores acharam conveniente evidenciar o desfecho chave, explicativo para ser apenas mais uma das “Histórias de Ciências”. Sem levar em consideração que toda história tem uma lição implícita ou moral como resultado, que deve ser explicada por meio da narrativa. Sem falar que os erros e acertos que, supostamente, aconteçam foram negligenciados. Todo o processo aconteceu de forma especial, independente de contingências, contextos e valores. Tudo foi bem planejado. Configuram-se como um relato idealizador, de um método descrito.

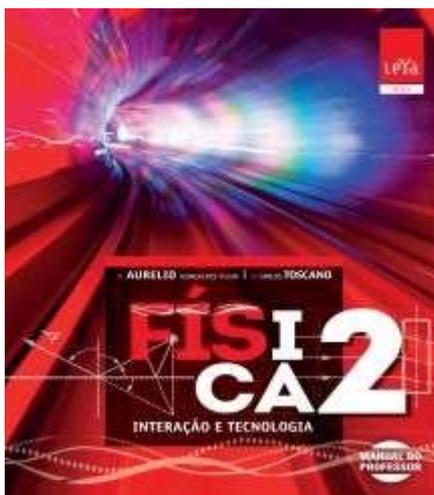
Contudo, a história de uma descoberta serve para explicar, narrativamente, os métodos da Ciência e, portanto, servem para justificar a autoridade da conclusão científica, que são “justamente assim”, como é exposto por Allchin (2022). Cabe destacar, ainda, que Newton leva todo o crédito, desprezando todo o trabalho realizado anteriormente, o que caracteriza também monumentalidade o “ineditismo” de acordo com a estrutura Mítica. A frase “Newton propôs” na citação acima, apresenta um caráter individualista do trabalho científico. Para Gil-Pérez *et. al*

(2001), essa forma de retratar qualquer realização científica é denominada de visão individualista e elitista da Ciência, caracterizada por excluir o trabalho coletivo dos cientistas.

A frase “Newton realizou então uma experiência muito simples” exprime a ideia de genialidade, dando a entender que os cientistas são capazes de chegar a certas conclusões com facilidade ou chegam a resultados incontestáveis e, por esse motivo, devem ser seguidos como uma asserção que tem força de lei acriticamente. Nos levar a pensar, ainda, que um cientista elabora teorias por meio de intuição e *insights* que, oportunamente, esclarecem as observações sobre as quais os estudiosos se debruçam. Para Gil-Pérez *et. al* (2001), esse tipo de visão é caracterizada como empírico-indutivista e ateórica.

É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por ideias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo (Gil-pérez *et al.*, 2001, p. 129).

Os trechos analisados, aqui, reforçam desenvolvimentos científicos, fruto de esforços individuais. Todavia, aspectos históricos da ciência foram encontrados na coleção, em seções denominadas “A história Conta”, mas apenas como curiosidades ou como contextualização para o assunto a ser introduzido”.

**Figura 4 – Capa do LIVRO 3**

Fonte: (FILHO e TOSCANO, 2016)

Esta coleção se enquadra no critério de escolha que define o material como uma proposta diferenciada na abordagem dos conceitos científicos. Diferente das outras coleções que fazem parte do PNLD 2018, as distribuições dos conteúdos aparecem em blocos independentes, de modo que o professor pode desenvolver os capítulos, conforme julgar mais pertinente e adequado às especificidades da sua turma. Trata-se de uma obra concisa, que, no entanto, dá ao professor a opção de ampliar as possibilidades de trabalho conforme seus objetivos. A abordagem proposta busca pelo diálogo. Cada tópico se inicia com um conjunto de questionamentos, enquanto a contextualização dos assuntos na vida cotidiana e em relação à tecnologia é favorecida pelos boxes incorporados aos capítulos. Cada volume propõe dois projetos integradores a serem desenvolvidos em grupo, oferecendo a oportunidade para retomar os conteúdos abordados numa perspectiva mais interdisciplinar. Os assuntos estão organizados, para que haja uma retomada das ideias, em diferentes níveis de aprofundamento, ao longo de todos os volumes (Brasil, 2017, p.65).

Os livros desta coleção foram escritos por Aurélio Gonçalves Filho, licenciado em Física e Carlos Toscano, doutor em Educação. Ambos têm experiência na área de formação de professores, já deram aulas em escolas públicas e atuaram em projetos de ensino de Física, voltados para o ensino público, sendo que Carlos é pesquisador ativo na área de Ensino de Ciências.

A obra é descrita da seguinte maneira pelo guia do PNLD 2018: estruturada em três volumes e dividida em capítulos, sem subdivisões em unidades. Os capítulos organizam-se por meio de seções: Algo A+, boxes de leitura que possibilitam uma reflexão sobre os conteúdos centrais do capítulo; Texto e Interpretação, boxes de leitura, presentes ao final de cada capítulo,

focados em aspectos históricos, controvérsias científicas e contexto social de produção do conhecimento. No início de cada volume, há uma seção denominada “Uma Ciência em Transformação”, que propõe discussões sobre Ciência, História e Epistemologia da Ciência. Atividades experimentais, com sugestões de experimentos que poderão ser realizados em sala de aula ou como tarefa extraclasse; exercícios, dedicados a auxiliar os estudantes na “compreensão e memorização dos conteúdos abordados”; exercícios de revisão, voltados à revisão conceitual dos assuntos tratados em cada capítulo. Ainda no final dos capítulos, são sugeridos projetos, orientados para uma perspectiva interdisciplinar (Brasil, 2017, p. 66).

O conteúdo analisado se faz presente não apenas no volume 2, óptica, capítulo 7: Luz: partícula ou onda? (p.184), como também na unidade 5: A refração da luz branca no prisma e na atmosfera (p. 200). Na parte introdutória do capítulo 7, os autores destacam em um trecho que Newton propôs um modelo para a luz, modelo corpuscular, alegando que esse ganhou destaque em virtude da notoriedade do cientista, e por explicar satisfatoriamente propriedades e fenômenos luminosos. Na unidade 5, os autores iniciam trazendo uma questão-problema motivacional para introduzir o conteúdo: Os objetos têm uma cor que lhes é própria? Posteriormente, mencionam o estudo realizado por Newton no século XVII sobre o comportamento da luz solar, descrevendo brevemente o experimento. Logo depois, expõem a constatação obtida por Newton, ao observar os feixes de luz que atravessavam o prisma, além de afirmar o que acontecia quando uma das cores do espectro atravessava em um segundo prisma.

O trecho “Newton havia proposto um modelo, denominado **modelo corpuscular da luz**, que ganhou prestígio graças à notoriedade do cientista” exprime a ideia de aceitação do modelo ao papel exercido pelo cientista da época, caracterizando como um status monumental de alguém que conseguiu algo além dos demais. Não é mencionado nenhum dado histórico e nem a causa que conduziu Newton à elaboração desse modelo corpuscular.

“[...] esse modelo admite que a luz é constituída de pequenas **partículas** ou **corpúsculos** que partem de uma fonte de luz primária e considera que a propagação retilínea ocorre porque as partículas que compõem a luz têm uma massa muito pequena e se propagam rapidamente” (Filho e Toscano, 2016, p.184), [grifo do autor em negrito].

Contudo, apresenta o conhecimento produzido de forma altruísta, simplificando o seu desenvolvimento, despreza os conflitos envolvidos na hora de sua produção e valorizam-se os resultados positivos. Não apresenta o contexto histórico de teorias concorrentes e de fenômenos luminosos para explicar em qual modelo de Newton foi concebido. Paralelamente, esse modo

de expor o desenvolvimento científico aproxima-se da visão empírico-indutivista e a-teórica, tal como da visão problemática e a-histórica.

[...] visão a-problemática e a-histórica (portanto, dogmática e fechada): transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 131, grifos do autor).

Assim, o lado da história dos casos é bem-sucedido, sem erros e caminhos duvidosos. Desapressa-se os possíveis conflitos que possam ter existido na construção do modelo.

No enunciado “[...] No século XVII, Newton estudou o comportamento da luz solar que passava por uma fresta num quarto escuro e depois atravessava um prisma de vidro” (ver fig. 5), os autores indicam o século que ocorreu o experimento para situar leitor e trazem algumas etapas descrevendo de forma simples como aconteceu. Ainda, de forma ilustrativa, exibem um prisma que mostra a decomposição da luz, quando o atravessa, unicamente com a intenção de verificar o fenômeno de dispersão (figura 5). Todavia, não é mencionada qual razão fez com que o cientista tivesse tomado o experimento e quais elementos foram desencadeadores para a conclusão de que a luz branca é formada por diferentes refrangibilidades. Também desconsidera a intervenção de outros cientistas da época, reforçando a ideia de ciência feita de forma individual.

**Figura 5** - Representação do fenômeno da dispersão da luz por prisma em Física e Interação e Tecnologia



Fonte: (Gonçalves *et. al* 2016, p.200)

O caráter monumental, desta forma, reside, poucos indivíduos e privilegiados colaboradores. O destaque encontra-se no esforço feito para contribuições renomadas, contradizendo o que, consensualmente, entendemos como trabalho científico nos dias de hoje.

Os autores seguem o texto, descrevendo como ocorreu o experimento e destacam: “[...] A novidade constatada por Newton foi a seguinte: na parede oposta à entrada do feixe de luz,

formava-se uma mancha alongada, constituída pelas seguintes cores: violeta, anil, azul, verde, amarelo, vermelho e laranja” (Gonçalves *et. al*, 2016, p.200).

O trecho “[...] A novidade constatada por Newton” remete ao leitor uma ideia apelativa caracterizada por Allchin (2004) como drama afetivo. Veiculação de mensagens com funções apelativas têm o objetivo de estimular o engajamento e elaborar enredos memoráveis com o uso de afirmações de frases fortes, além de reforçar a ideia de monumentalidade, mais precisamente de genialidade e ineditismo, de um feito científico inovador como uma novidade teórica e conquista individual, realizado apenas por um sujeito, sem mencionar os esforços coletivos realizados anteriormente.

Seguindo, os autores mencionam o que caracteriza a mudança de um meio para outro, expondo uma das constatações de Newton referente ao feixe de luz que entra numa parede oposta:

A explicação, na época, para o surgimento dessas cores era a presença de impurezas ou irregularidades no vidro. Questionando essa hipótese, Newton percebeu que, fazendo a luz passar por um segundo prisma de vidro- colocado à frente do primeiro-, em vez de dispersar ainda mais, recuperava-se uma mancha de luz branca (Gonçalves *et. al* 2016, p.200).

Observamos que é mencionada uma das hipóteses apresentadas na época para justificar a presença das cores, quando a luz sofre a dispersão por um prisma, atribuída à presença de impurezas ou irregularidades no vidro. Além disso, os autores deixam clara a recusa de Newton com relação à hipótese, o que o levou para a realização de novos experimentos, contendo a presença de dois prismas, fato que consideramos relevante, por deixar claro que a ciência não é consensual e sim um processo de construção de conhecimento que envolve divergências de ideias. Os autores fazem uso de uma ilustração para explicar o experimento, representada na figura 6.

**Figura 6** - Esquema representando a decomposição e recomposição da luz branca, utilizando dois prismas, em Física e Interação e Tecnologia



Fonte: (Gonçalves *et. al* 2016, p.200).

A utilização de dois prismas foi um dos pontos-chaves para delimitar uma conclusão relevante, a respeito da decomposição da luz por um prisma, constatando que a luz de diferentes cores possui diferentes índices de refração. A ilustração exposta pelos autores contribuiu para que se tenha uma noção de como Newton realizou o procedimento na época. Todavia, não representa o experimento mais importante que consistia em fazer transpassar o segundo prisma apenas uma luz monocromática, correspondente a uma das cores obtidas pela decomposição no primeiro prisma, possibilitando a não-dispersão inicial se repetir, experimento que será discutido a seguir.

No parágrafo seguinte, os autores alegam que, de acordo com Newton, as cores lançadas no prisma resultam da decomposição da luz solar.

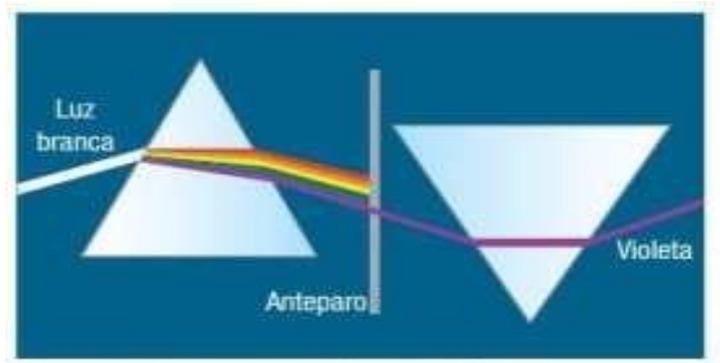
Newton sugeriu que as cores que apareciam quando a luz passava pelo prisma resultavam da decomposição da luz solar, chamando esse conjunto de cores de espectro. Da decomposição das diferentes cores do espectro, denominada **luz policromática**, resultava a luz branca (GONÇALVES *et. al* 2016, p.200) [**grifo do autor**].

Sem fazer alusão à abordagem do contexto histórico que envolvia o problema da luz e das cores, com o qual Newton se deparou, os autores mencionaram de forma simplificada o experimento realizado por ele:

“Newton observou ainda que o que acontecia quando apenas uma das cores do espectro atravessava um segundo prisma: a cor íntegra, sofrendo apenas um desvio maior por causa das refrações. Ele concluiu que cada cor que compunha a luz era luz pura, à qual chamou **luz monocromática**” (Gonçalves *et. al* 2016, p.200)[**grifo do autor**].

Os autores estampam o experimento descrito, utilizando a ilustração reproduzida na figura a seguir.

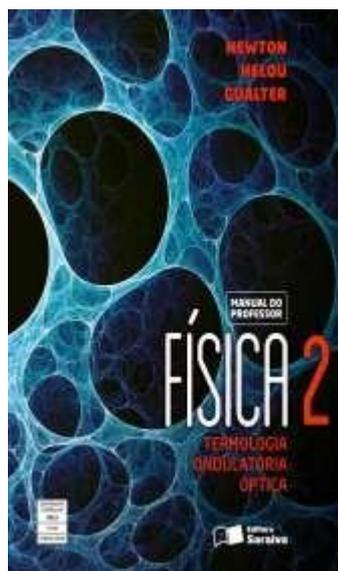
**Figura 7** - Representação de que a luz monocromática não sofre nova decomposição, utilizando a luz violeta como exemplo em Física e Interação e Tecnologia



(Gonçalves *et. al* 2016, p.200).

Ainda de acordo com Gonçalves *et. al.*, a explicação para a separação das cores estaria relacionada com o índice de refração que muda de acordo com a frequência da luz, sendo maior para luz violeta e menor para a luz vermelha. Vale destacar que a figura ilustrada se trata de uma imagem elaborada pelos autores, em substituição àquela empregada pelo próprio Newton. A categoria narrativa explicativa e de justificação da arquitetura mítica se enquadra perfeitamente neste caso. Os autores trazem o acontecimento de forma sequencial, sintetizando trechos que expõem o desenvolvimento científico como uma sequência de aplicação de algum procedimento metodológico. A história da ciência aparece de maneira discreta na obra, com apenas algumas referências.

**Figura 8** – Capa do LIVRO 4



Fonte: (Newton, 2016)

A presente coleção se enquadra no critério de escolha que estabelece autores mais antigos na escrita de livros didáticos de Física. Dos três autores, apenas Newton Villas Bôas é licenciado em Física, Ricardo Helou Doca e Gualter José Biscuola são engenheiros eletricitas. Contudo, os três têm experiência em sala de aula como docentes de Física na rede particular de ensino. A coleção estrutura o conteúdo de Física de forma tradicional, como, usualmente, se encontra nas publicações didáticas para o ensino médio. Entretanto, há certa profundidade nos conteúdos, deduções e expressões matemáticas, com rigor e detalhamento.

Pelo PNLD 2018, é caracterizada da seguinte forma: composta por três volumes, destinados ao estudante e organizados em unidades e capítulos. A interdisciplinaridade e a contextualização aparecem de forma secundária, assim como as propostas de atividades investigativas e a abordagem da História da Ciência. As principais atividades propostas são exercícios quantitativos, questões abertas e atividades voltadas ao debate. Há propostas simples de experimentação, com materiais de baixo custo e têm o objetivo principal de verificar a teoria apresentada previamente. O texto básico de cada capítulo é intercalado com seções específicas que complementam o conteúdo de Física, abordado no texto principal. São elas: questões comentadas, que visam a uma familiarização com os conceitos; questões propostas, destinadas às atividades de sala de aula e de casa; *Faça você mesmo*, com sugestões de experimentos realizáveis com materiais simples e de baixo custo; *Inter saberes*, que estabelece conexões entre diferentes áreas do conhecimento; *Ampliando o olhar*, que coloca textos complementares; *Já pensou nisto?*, na qual se estabelecem conexões com situações cotidianas e *Em busca de explicações*, em que se apresentam questionamentos acompanhados de explicações físicas. Ao final de cada volume, também são colocadas respostas das questões propostas e as referências bibliográficas. Estas seções estão organizadas com textos diversos, ilustrações, propostas de questões, atividades variadas e exercícios quantitativos (Brasil, 2017, p.60 e 61).

O conteúdo analisado está presente apenas no volume 2, unidade 3 óptica, capítulo 9: *Fundamentos da óptica geométrica: Reflexão e refração seletiva* (pág.188). A princípio, os autores caracterizam uma luz branca solar, como policromática, isto é, composta de diversas cores, destacando sete: vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta. Em seguida, ele expõe Newton como o cientista que verificou que as luzes coloridas, como a amarela e a azul, não eram modificações da luz branca, como se acreditava na época, mas componentes dela. A frase “Por volta de 1665, o cientista inglês Isaac Newton (1642-1727) verificou que as luzes coloridas” transmitem a ideia de ineditismo, de conquista individual, com contribuições apenas de um sujeito.

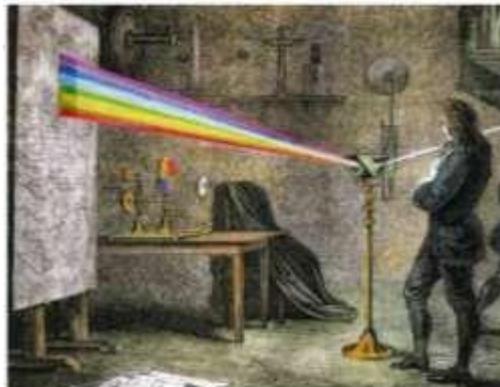
Seguindo, os autores contam, de forma simplória, o experimento do prisma realizado por Newton:

Ele utilizou um prisma para dispersar um estreito pincel de luz branca solar, obtendo em um anteparo, posto em frente ao prisma, um espectro multicolorido constituído por sete cores principais. Considerando-se a trajetória original do pincel de luz branca, a cor que apresentava o menor desvio na travessia do prisma era a vermelha, seguida da alaranjada, da amarela, da verde, da azul, da anil e da violeta, que se desviava mais. Ele tentou, sem sucesso, decompor um feixe de luz monocromática amarela, confirmando a sua teoria de que apenas a luz branca poderia ser decomposta (Newton *et. al* 2016, p.200).

A exposição dos autores omite as controvérsias com os contemporâneos de Newton acerca da natureza da luz, podendo reforçar uma concepção elitista e individualista da ciência. Há, também, um desapego de neutralidade da ciência, pois não levam em consideração as complexas relações entre Ciência, tecnologia, sociedade, o que nos leva à subcategoria de monumentalidade da estrutura mítica, mais precisamente a subcategoria altruísmo. Ademais, apresentam o desenvolvimento do estudo em questão de forma simplória, caracterizando-o como uma idealização de acordo com Allchin (2004), desprezando os conflitos envolvidos e valorizando-se apenas os resultados positivos, mostrando, assim, apenas um lado da história, que reforça a ideia de uma ciência que não comete erros, apenas casos bem sucedidos.

Reproduzindo uma situação convencional, o livro traz uma gravura de Isaac Newton (figura 9), aparentemente aludindo à propagação retilínea da luz.

**Figura 9** - Representação da demonstração da trajetória da luz realizada por Isaac Newton em *Física 2: Termologia, Ondulatório e Óptica*



Fonte: (Newton *et. al* 2016, p.200)

O uso da ilustração pode contribuir enquanto recurso gráfico para reforçar a ideia ou conceito que está sendo estudado, entretanto, uma ilustração também pode veicular ou sugerir informações errôneas. No caso acima, infere-se que, Newton através desse experimento,

utilizando apenas a observação chegou à constatação da teoria de que a luz solar é uma mistura de cores com diferentes refrangibilidades, deixando de lado a complexidade que envolve uma teoria científica e caracterizando uma narrativa explicativa e de justificação, mais precisamente, a subcategoria finalidade, com o intuito de provar ou assegurar a conclusão do estudioso.

Na seção 12 da página 238, os autores apenas conceituam dispersão da luz e apresentam, através de duas imagens, a representação esquemática de frentes planas de luz branca solar, propagando-se no ar e incidindo obliquamente na fronteira entre o ar e a água, para mostrar que, na dispersão da luz, a luz monocromática de maior frequência sempre sofre o maior desvio, não se faz nenhuma menção a Newton ou quaisquer outros estudiosos sobre o tema.

**Figura 10** – Capa do LIVRO 5



Fonte: (Martini *et al*, 2016)

Tendo como critério de escolha a presença de autores novos na escrita de livros didáticos de Física, a coleção em análise apresenta uma seleção de conteúdos que seja relevante para uma formação geral do estudante, com vistas à continuidade de seus estudos em qualquer área de interesse. A obra busca estimular a reflexão, a respeito do papel social da ciência e da sua relação tecnológica, associada aos fenômenos físicos. Tem intuito de promover uma preparação básica para o trabalho e a cidadania, além de oportunizar o desenvolvimento de habilidades que o estudante utilizará para enfrentar situações mais complexas de seu cotidiano (Brasil, 2017, p. 91).

Esta coleção foi produzida por quatro autores: Glorinha Martini Mestre em Ciências e coordenadora pedagógica, Walter Spnielli, Doutor em Educação e consultor pedagógico, Hugo Carneiro Reis, Doutor em Ciências e Blaidi Sant'Anna, Licenciado em Física e diretor e coordenador pedagógico em escola de ensino médio. Todos os autores já ministraram aulas de Física em escolas do ensino médio. A coleção é apresentada pelo PNLD 2018 da seguinte

maneira: constituída por três volumes, organizados em unidades e capítulos, esta coleção utiliza questões-problema para apresentação dos conteúdos, identificada com o título “Para começo de conversa”, com o intuito de explanar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática abordada.

Ao final de cada bloco de conteúdos, há demonstrações dessas questões resolvidas e questões propostas. Intercalando o texto dos capítulos, encontram-se seções com objetivos diversos: “Para saber mais” traz aspectos importantes do conhecimento físico (Tecnologia, História da Física, Cotidiano e Física Moderna); “Já sabe responder?”, ao final de cada capítulo, retoma a questão motivadora do início; “Trilhando o caminho das competências” apresenta abordagem diferenciada de alguns conteúdos e questões de interpretação e aplicação; “Investigar é preciso” propõe experimentos, com intuito de correlacioná-los com a aplicação dos conceitos; “Para pesquisar em grupo – Será verdade mesmo que ...” sugere ideia ou fato considerado verdadeiro pelo senso comum para discussão e questionamento sobre sua validade e “Questões de integração” apresenta questões de vestibulares (BRASIL, 2017, p. 92).

O conteúdo analisado está presente apenas no volume 2, unidade 3: Princípios da óptica geométrica e reflexão da luz, capítulo 13: *Sistemas refratores; dispersão da luz* (p.195 do livro analisado). De início, os autores trazem uma questão-problema para introduzir o conteúdo: “É possível ver um arco-íris num dia sem chuva?”. Com isso, fazem uma correlação desse fenômeno para chegar à discussão sobre a dispersão da luz, afirmando que o brilho dos cristais, diamantes e a emissão da luz sempre foram pautas de questionamentos entre pessoas. Os autores relatam:

Uma antiga explicação sugeria que a luz emanada por esses sólidos era produzida em seu interior, sendo característica de alguns cristais. Assim se pensava até que, no final do século XVII, o físico inglês Isaac Newton (1642-1727) fez passar pela janela de seu gabinete um estreito feixe de luz do Sol na frente do qual posicionou um prisma de vidro. Para sua surpresa, observou que o feixe de luz emergente se dispersava em uma série de luzes coloridas que podiam ser projetadas sobre uma parede (Martini, *et al.* 2016, p.195).

Um ponto relevante é que os autores deixam subentendido que os estudos sobre a luz já ocorriam antes de Newton, quando ele expressa “uma antiga explicação”. Contudo, analisando a citação acima, podemos identificar alguns elementos que compõem a arquitetura mítica de Allchin (2004), como por exemplo no trecho “Assim se pensava até que, no final do século XVII, o físico inglês Isaac Newton (1642-1727) fez passar”, pode-se reconhecer o aspecto de inovação presente na expressão, assim como a atribuição do feito a apenas um sujeito, conduzindo a um ineditismo subcategoria de monumentalidade.

A subcategoria genialidade se faz presente no fragmento “Assim se pensava até que”, em que Newton é tido como o responsável por uma mudança completa na interpretação dos fenômenos luminosos, como também a subcategoria Altruísmo. A palavra “pensava” revela o sacrifício realizado pelos estudiosos para realizar o estudo e o senso de agradecimento acrítico a quem devemos devotá-los pelos seus feitos. A frase “Para sua surpresa” aparece de forma apelativa, com intuito de estimular o engajamento dos leitores e elaborar um enredo memorável, com o uso de frases de efeito e afirmações fortes, caracterizando-se, assim, a subcategoria emoção que nada mais é que um drama afetivo na arquitetura mítica.

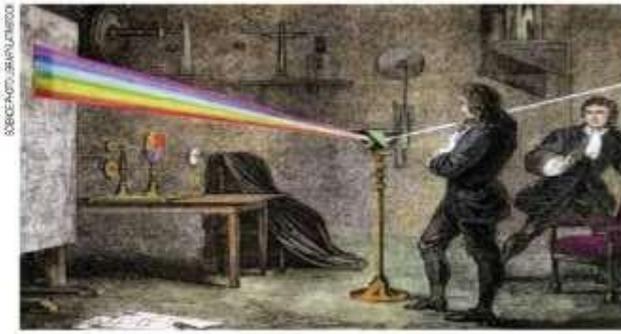
E os autores seguem relatando o experimento realizado por Newton:

Ao repetir o experimento muitas vezes, Newton constatou que a luz branca incidente, ao sofrer refração no prisma, decompunha-se, preservando sempre a mesma ordem das cores: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Assim, identificou sete cores no espectro da luz branca, as mesmas do arco-íris. Pensou, então, que o caminho inverso deveria resultar em luz branca, ou seja, deveria haver uma recombinação das luzes coloridas quando elas passassem por outro prisma, em posição invertida, de tal maneira que “cancelasse” a dispersão ocorrida no primeiro. E foi o que ocorreu. A partir dessa descoberta, o feixe de luzes coloridas emanadas de cristais e diamantes passou a ser reconhecido como um fenômeno relacionado à refração e dispersão da luz (Martini *et al.*2016, p.195).

Nota-se a relevância dada ao experimento para reforçar o conceito de dispersão e isso corrobora para a ideia de que toda teoria deve ser associada a um experimento ou observação que possa comprovar os conceitos que esta envolve, classificando o desenvolvimento científico como consequência da aplicação de procedimento metodológico, o que nos leva a uma narrativa explicativa ou de justificação e as subcategorias sequenciamento e finalidade, expondo o desenvolvimento científico como uma sequência bem definida de determinado método científico, sem o qual não se pode chegar a alguma conclusão válida, ou apresenta as finalidades de certas perspectivas teóricas ou procedimentos experimentais.

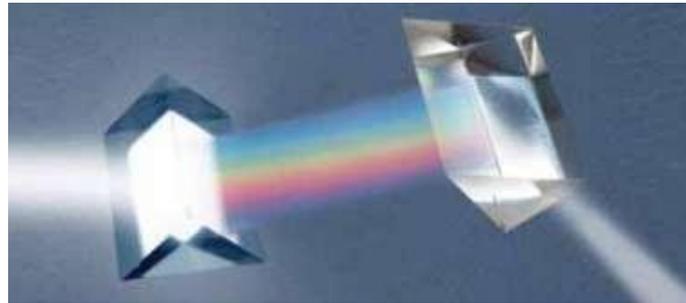
Por fim os autores trazem duas figuras ilustrativas para reforçar os relatos.

**Figura 11** - Ilustração artística do experimento de Newton, com o qual ele verificou a decomposição da luz branca nas cores de seu espectro em Conexões com a Física



Fonte: (Martini *et al.* 2016, p.195) .

**Figura 12** - O segundo prisma combina as cores de modo que a luz branca retorne em Conexões com a Física



Fonte: (Martini *et al.* 2016, p.195).

Ressaltamos a importância do uso de ilustrações fidedignas nos relatos históricos para não nos transpassar a concepção de que um conhecimento é construído de forma fácil ou trata-se de uma ideia genial, mas requer todo um processo, meios, hipóteses, erros e acertos, o que torna a teoria altamente complexa.

**Figura 13** – Capa do LIVRO 6



Fonte: (Válio *et al.*, 2016)

Dentro do critério de escolha que define o material como uma proposta diferenciada na abordagem dos conceitos científicos, apresenta característica diferenciada por possuir um editorial voltado ao público jovem. Essa coleção fundamenta-se em quatro pilares: contextualização e interdisciplinaridade, visão crítica, compromisso e iniciativa. Com maior ou menor ênfase, esses princípios organizam a articulação do conteúdo à proposta didática das diferentes atividades apresentadas nos capítulos. Busca propiciar reflexões epistemológicas do conhecimento científico, através de boxes para refletir e tenta promover o reconhecimento científico, produzido socialmente ao longo da história (BrasiL, 2017, p. 52).

A obra teve contribuição de seis autores de formação docentes diferenciadas, uma editora de livros didáticos e bacharel em física Adriana Benetti Marques Válio. Quatro licenciados em Física: Ana Fukui, Mestre e pesquisadora em Comunicação da Ciência; Madson de Melo Molina, também graduado em Engenharia Elétrica; Bassam Ferdinian, graduado em Engenharia Civil e Venê, além de licenciado, bacharel em Física, pesquisador em Ensino de Física e novas mídias em Educação e autor de diversos materiais em divulgação científica e Ensino de Física. Por fim, temos Ana Paula Souza Nani, licenciada em Matemática. Apenas três colaboradores da coleção possuem experiência em sala de aulas de escolas públicas ou privadas.

A obra é descrita da seguinte maneira pelo PNLD: A coleção é introduzida por unidade e capítulos, por meio de imagens acompanhadas de textos curtos, acrescentando perguntas para o debate inicial do tema. O conteúdo apresentado no texto principal é complementado por boxes, atividades e seções especiais articuladas ao texto principal. Identificados como boxes, temos: *Experimento*, *Relembre a matemática*, *Fatos e personagens*, *Ação e Cidadania*, *Conceito em questão*, *Para debater e Para refletir*. Existem seções especiais organizadas, como laboratório experimental, trazendo propostas de experimentos que discutam Ciência, tecnologia e sociedade. Apresenta seções com “Física tem História”, voltada para a discussão do contexto, em que algumas ideias científicas foram construídas; “Para Explorar” traz indicações de sites, leituras e bibliografia complementar. As atividades são voltadas para vestibular e ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Apresentam exercícios resolvidos e propostos, com intuito de orientar o trabalho docente. Ao final de cada capítulo, as seções “Integre o aprendizado”, com exercícios que procuram integrar os diferentes assuntos abordados no capítulo e “De volta para o começo” busca retomar e discutir as questões propostas no início do capítulo. Cada volume contém, ainda, dois Projetos para serem desenvolvidos pelos estudantes (Brasil, 2017, p. 51).

O conteúdo analisado está presente apenas no volume 2, unidade 4: Óptica, capítulo 11: As cores (p. 206) e capítulo 12: Dispersão da luz: Prismas (p. 223). Os autores usam a demonstração de Newton para responder às perguntas introduzidas no início da seção, afirmando que as respostas para tais questionamentos remetem ao século XVII, quando Newton mostrou que a luz branca é composta de luzes de diferentes cores. Através de um prisma, o autor também demonstra que a luz branca pode ser composta em feixe de luz de cores diferentes.

Os questionamentos apresentados foram os seguintes: “Por que os objetos apresentam cores diferentes? Para que um objeto seja visto, deve refletir a luz de alguma fonte primária que, em muitas situações, emite luz branca. Nem todos os objetos, no entanto, são vistos como brancos. Por quê?” (Válio *et al.*, 2016, p. 206).

Diante de tais questionamentos, os autores ainda destacam: “As respostas a essas perguntas remontam ao século XVII, quando Isaac Newton demonstrou que a luz branca é composta de luzes de diversas cores” (Válio *et al.*, 2016, p. 206). O trecho exprime certa genialidade, quarta subcategoria da categoria monumentalidade da arquitetura mítica, contribuindo para o entendimento de que a ciência é dada como uma atividade individual. Entretanto, ao mencionar que as respostas foram atingidas apenas no século XVII, os autores dão a entender que, anteriormente, não se discutia nada a respeito e provavelmente não havia se quer insinuações insatisfatórias para tais questionamentos. Dessa forma, também se faz presente a terceira subcategoria altruísmo da categoria monumentalidade, revelando o sacrifício realizado por Newton para realizar tal façanha, além de exprimir o senso de agradecimento acrítico que devemos dedicar a ele, por tal feito.

Mas adiante, sem alusão ao contexto histórico em que Newton se encontrava, os autores afirmam que ele usou um prisma para demonstrar essa decomposição e foi o primeiro cientista a realizar o experimento que permitisse a separação das cores, fazendo com que a luz do sol atravessasse um prisma de vidro, resultando em vários feixes monocromáticos. Declaram, também, que Newton fez com que um desses feixes produzidos incidisse novamente em um prisma, constatando que ele não se dividia em mais feixes, e, além disso, diz que Newton usou uma lente e outro prisma, com intenção de recompor os feixes monocromáticos de maneira que formasse luz branca novamente.

O trecho “(...) Newton demonstrou, usando um prisma, que a luz branca pode ser decomposta em feixe de luz de cores diferentes” (Válio *et al.*, 2016, p. 223), exprime a ideia de simplificação, primeira subcategoria da categoria idealização da arquitetura mítica, pois os autores não se preocuparam com a ideia de método científico que foi realizado, descrevendo a montagem experimental de forma sucinta, sem considerar nenhum fator conclusivo, adquirido

por um processo lento e exaustivo. Além disso, reforça a visão da ciência individual e o conhecimento científico verdadeiro e definitivo.

Outro trecho importante que cabe destacarmos é:

[...] Isaac Newton foi o primeiro cientista a realizar experimentos que permitissem separar as cores que compõem uma luz policromática. Ele fez com que a luz do Sol atravessasse um prisma de vidro, o que resultou em vários feixes monocromáticos, como em um arco-íris. Foi assim que ele percebeu as diferentes cores que compõem a luz branca (Válio *et al.*, 2016, p. 223).

Nota-se a relevância dada ao experimento para reforçar a conceito de dispersão. Isso contribui para corroborar com a ideia de que toda teoria é associada a um experimento ou observação que possa conferir sentido aos conceitos que esta envolve, característico da finalidade segunda subcategoria da narrativa explicativa e de justificação. A execução do experimento, nesse tipo de interpretação, nos conduz a alguma compreensão conclusiva ou prova de hipóteses e teorias. No caso acima, as conclusões de Newton foram asseguradas a partir do uso de experimentos exatos.

## II Tratamento de resultados, inferência e interpretação.

A categorização dos dados obtidos foi realizada, tendo como unidade de registro os quatro indicadores de Alchinn (2004), que constituem a Arquitetura Mítica desenvolvida por ele: Monumentalidade, Idealização, Drama afetivo, Narrativa explicativa e de justificação, como também o quadro de subcategorias dessa Arquitetura Mítica, elaborado por Silva (2021). Assim, elaboramos uma tabela, apresentando a veiculação de trechos ou palavras, de acordo com os quatros indicadores e as subcategorias que mais se fizeram presentes na coleção.

**Tabela 3** - Veiculação de trechos ou palavras de acordo com Arquitetura Mítica nas Coleções.

<b>Categoria Monumentalidade</b>		
<b>Subcategorias</b>		
1° Ineditismo (6/6)	3° Altruísmo (4/6)	4° Genialidade (4/6)
<b>Categoria Idealização</b>		
<b>Subcategoria</b>		
1° Simplificação (6/6)		
<b>Categoria Drama Afetivo</b>		
<b>Subcategoria</b>		
2° Emoção (2/6)		
<b>Categoria Narrativa Explicativa e de Justificação</b>		
<b>Subcategorias</b>		
1° Sequenciamento (2/6)	2° Finalidade (4/6)	

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Dentre todas as categorias, a que mais se fez presente nas coleções foi a categoria monumentalidade e suas subcategorias ineditismo, altruísmo e genialidade. Isso caracteriza o cientista nesse parâmetro monumental, exalta o nível de relevância do seu trabalho e acaba, por conseguinte, tornando imprescindível sua conquista. Cabe destacar a subcategoria simplificação da categoria *idealização*, vigente em todas as coleções. Elege-se o que é “essencial”, baseado no que é “dispensável”, enquanto os detalhes considerados menos essenciais são desprezados ou nivelados, pois podem induzir ao erro, devido à simplificação exagerada.

Da categoria *drama afetivo*, apenas identificamos a subcategoria *emoção*, presente em duas das seis coleções com expressões, com intuito de tornar o conteúdo mais atrativo, estimulando o engajamento dos leitores, ao elaborar enredos memoráveis com o uso de frases de efeito e afirmações fortes. Na subcategoria *sequenciamento*, da categoria narrativa explicativa e de justificação, apenas duas das seis coleções apresentaram, de forma explícita, trechos que apresentam o desenvolvimento científico, como uma consequência da aplicação de algum procedimento metodológico. Por fim, identificamos quatro das seis coleções que apresentam elementos característicos, que têm por finalidade consolidar conclusões acerca da temática em estudo.

Conforme o exposto nos livros analisados, apresentamos uma tabela geral com as proporções quantitativas das principais questões, identificadas dentre os seis livros analisados e as respectivas explicações.

**Tabela 4 - Aspectos Gerais**

<b>Aspectos Gerais</b>	
❖	Retratam (6/6) o fenômeno da dispersão da luz sem qualquer relação anterior aos fatos que tenham influenciado para o interesse no seu estudo;
❖	Apresenta (6/6) omissão com a ideia do método científico (desassociado/desvinculado a um processo lento e exaustivo);
❖	Reforça (6/6) a visão da ciência como atividade individual e o conhecimento científico como verdadeiro e científico;
❖	Desconsidera (6/6) as controvérsias de Newton com os estudiosos da época a cerca da dispersão da luz;
❖	Reitera (2/6) somente o uso do prisma é suficiente para concluir que a luz branca é formada por diferentes refrangibilidades;
❖	Havia (5/8) a presença de elementos históricos na coleção mesmo que de forma superficial.
❖	Utiliza (2/6) o experimento como evidência suficiente para comprovar a teoria;
❖	Proclama (2/6) Newton como primeiro cientista a lidar com o fenômeno da dispersão;
❖	Não expõem (6/6) o contexto histórico de teorias concorrentes e de fenômenos luminosos;
❖	É ignorada (6/6) a posição do prisma;
❖	É mencionada (2/6) a questão das cores, destacando-as como relevante para atingir uma conclusão final do experimento;
❖	Apresenta (1/6) explicação dada na época para o surgimento das cores atribuída a presença de impurezas ou irregularidades no vidro;
❖	Descrevem (6/6) o experimento de forma sucinta.

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Observamos que os autores, quando utilizaram a história (episódio histórico em questão), apresentaram-na como contextualização para o conteúdo que será estudado ou como curiosidades. A impressão que temos é que, da forma como é utilizada, a História da Ciência é simplesmente mais um requisito a ser cumprido pelos autores. Temos consciência que é extremamente difícil fazer uso da história no ensino de forma satisfatória. Contudo, acreditamos que uma boa forma é utilizá-la como problematização.

Apesar dos critérios de escolhas para análises, expostos na tabela 2, não observamos grandes diferenças entre as coleções analisadas, no que se se refere ao estudo de dispersão da luz, já que a Teoria das cores de Newton é apresentada de forma sucinta e simplificada. Um ponto relevante a ser destacado é que quase todas as obras analisadas não condizem com o que é posposto e descrito no PNLD, 2018, no que se refere à História da Ciência.

Embora boa parte dos autores tenha experiência em sala de aula e ou cursos e especializações diferenciadas, alguns não priorizaram a história das ciências e muitos deles

utilizaram apenas trechos, como forma de contextualização. Contudo, descrever relatos históricos requer certos cuidados, é necessário um olhar apurado, para não cometer um desserviço a questões próprias da natureza, da ciência e do trabalho científico. Quando escrito de forma correta, podem direcionar discussões potenciais que desenvolvam o lado crítico e reflexivo acerca da ciência, do cientista e do fazer científico, permitindo ao estudante uma melhor maneira de expressá-los.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma como as informações sobre a História da Ciência é exposta nos materiais didáticos é um ponto problemático, que requer reflexão, tornando-se uma questão de interesse para esta pesquisa. Diante disso, realizamos um estudo qualitativo, com o objetivo principal de verificar a abordagem histórica nos livros didáticos de Física, contidos na relação do PNLD/2018, que tratam do conceito e fenômeno da dispersão da luz, proposta por Isaac Newton, através de leituras complementares no segundo ano do ensino médio. Em linhas gerais, observamos que certos elementos histórico-filosóficos, quando identificados, continham fragmentos e equívocos e que muitos elementos da arquitetura mítica de Allchin (2004) se fazia presente através de trechos ou expressões de forma discreta. Isso afeta a compreensão de questões próprias da natureza da ciência e deturpa a construção do conhecimento científico.

Em suma, a teoria da Luz de Newton das cores é apresentada nos livros didáticos de forma sucinta e simplificada, sem levar em consideração qualquer relação anterior aos fatos que tenham influenciado para o interesse no seu estudo ou as controvérsias dos estudiosos da época, reforçando a visão da ciência como atividade individual e o conhecimento científico como verdadeiro e científico.

Vimos que, para um tratamento adequado, o uso HFC, em contrapartida com a historiografia pode auxiliar para amenizar certas distorções e equívocos presentes nos livros didáticos, mas requer um trabalho minucioso. Um dos grandes obstáculos para se trabalhar a abordagem da HFC é formação docente. Essa é uma das teclas mais batidas na literatura especializada e representa uma das principais dificuldades para abordá-la adequadamente. Entretanto, não quer dizer que não haja tentativa por parte dos professores, ainda assim, quando isso acontece, é por meio de cronologias, anedotas, distorções das imagens dos cientistas e do funcionamento da ciência. Em grande parte, professores não podem ser culpabilizados por esse uso de conteúdo histórico considerado inadequado, pois muitos deles não conseguiriam reconhecer as “armadilhas” escondidas em certos enredos, como as anedotas, por exemplo, por não ter uma formação acadêmica adequada.

Contudo, é importante destacarmos o quanto é significativo que professores de escolas, públicas ou privadas, passem a ter um olhar atento para essas questões, para não cometerem um desserviço a questões próprias da natureza, da ciência e do trabalho científico. Assim, se fazem necessários cursos de aperfeiçoamentos, formação continuada, materiais didáticos específicos, para que os professores possam trabalhar em sala de aula de forma correta.

Uma indagação que merece reflexão é a provável intenção dos autores fazerem uso da abordagem histórico-filosófica nos livros, o que nos faz pensarmos que pode estar associado à disputas editoriais que os levam a se adequarem, mesmo que minimamente aos critérios de avaliação do PNLD. Outro ponto é a forma como os livros são escolhidos, os fatores que são levados em consideração na hora de sua escolha. Nossa intenção não é depreciar esses livros, mas levantar algumas reflexões sobre o tipo de conteúdo que eles veiculam, porque representam um importante papel na formação profissional de quem está exposto a eles. Contudo, pesquisas como essa podem mostrar, ainda que preliminarmente, a insuficiência ou mesmo o insucesso destas iniciativas. Ademais, acreditamos ser pertinente para trabalhos vindouros uma análise semelhante a esta em livros mais recentes do PNLD, para constatar se tais deficiências se mantêm presentes ou estão sendo revistas.

## REFERÊNCIAS:

- ALLCHIN, Douglas. Scientific Myth-conceptions. **Issues and Trends**, Minneapolis/MN, p. 229-351. 2002.
- ALLCHIN, Douglas. Scientific myth-conceptions. **Science & Education**. Minneapolis/MN, p. 329-351. 2003.
- ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science and Education**, Minneapolis/MN, n. 13, p. 179-195. 2004.
- ATAIDE, Cristiane Eloi Silva M.; SILVA, Venceslau Da Cruz B. As metodologias de ensino de ciências: contribuições Da Experimentação e da História e Filosofia da Ciência. **HOLOS**, [S. l.], v. 4, p. 171–181, 2011. DOI: 10.15628/holos.2011.620. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/620>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: 1977.
- BARDIN, Laurence. **Análise do Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BIZZO, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 29-35, 1992.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e base da Educação Nacional – LDB**. Centro de documentação do Congresso Nacional. Brasília, DF, 1996.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto/ Secretaria de educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. [Brasília: MEC: SEMTEC, 2002].
- BRASIL, Ministério da Educação. **PNLD 2018: Física – guia de livros didáticos – ensino médio – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 13 de set 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes curriculares nacionais da educação básica**. Brasília: MEC, 2013. Disponível em: <https://cutt.ly/ZW9WYze> . Acesso em: 2 de set 2023.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

CAREGNATO, Rita Catalina; MUTTI, Regina. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, 2006 out-dez; 15(4): 679- 84.

CARVALHO, Cristiano. **A História das Ciências no Livro Didáticos de Física**. V SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. Curitiba- Paraná, 2016.

CELLARD, André. Análise documental. *In*: POUPART, Jean; DESLAURIERS, JeanPierre; GROULX, Lionei-H.; LAPERRIERE, Anne; MAYER, Robert; PIRES, Álvaro. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. p. 295-316.

CRESWELL, John W. O projeto de um estudo qualitativo. *In*: CRESWELL, John W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 48-66.

ERTHAL, João Paulo Casaro; LINHARES, Marília Paixão. História da ciência em sala de aula: o que tem aparecido em nossas revistas?. **VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências**. 2009.

FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 2009. 2 vols.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da Ciência para a sala de aula. *In*: PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferrer P.; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal, RN: EDUFRN, 2012. p. 123-154.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, São Paulo, n. 2, v. 7, p. 125-154, 2001.

GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29. 1995.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. **Effective evaluation**. San Francisco: Jossey-Bass, 1981.

GUERRA, A. Novas perspectivas historiográficas para história de ciências no ensino: discutindo possibilidades para uma educação em ciências mais política. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, 1 set. 2021.

JUNIOR, Eduardo Brandão Lima. OLIVEIRA, Guilherme Saramago de. SANTOS, Adriana Cristina Omena dos. SCHNEKENBERG, Guilherme Fernando. Análise Documental Como

Percurso Metodológico Na Pesquisa Qualitativa. **Cadernos da Fucamp**, v.20, n.44, p.36-51/2021.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

MARTINS RA. 1993. Abordagens, Métodos e Historiografia da História da Ciência. *In*: Martins, AM (ed.). **O tempo e o cotidiano na história**. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação. p. 73-78.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a história das Ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, Cibelle Celestino (org.). **Estudos de história e filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. XXI-XXXIV.

MARTINS, L. A-C. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, pp. 305-317, 2005

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MELLO, Ana Caroline. **A percepção de alunos sobre o papel e o uso do livro didático de Física no ensino médio**. 2013.61f.TCC (Licenciatura em Física do Departamento Acadêmico de Física – DAFIS – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR), Curitiba, 2013.

MOURA, Rodrigo; CANALLE, João Batista Garcia. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 238-251, Junho, 2001.

NEVES, José Luís. Pesquisa qualitativa: características e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5. 1996.

NEWTON, I.; COHEN, B. e WESTTFALL, R. **Newton: Textos, Antecedentes e Comentários**. Rio de Janeiro: EdUERJ e Contraponto, 2002.

OLIVEIRA, João Paulo Teixeira de. **A Eficiência e/ou Ineficiência do Livro Didático no Processo de Ensino Aprendizagem**. PUC- RIO BRASIL, [2014?].

PAGLIARINI, Cassiano Rezende; SILVA, Cibelle Celestino. A estrutura dos mitos históricos em livros de Física: um estudo de caso. **Anais**. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos - USP, 2006.

ROBILLOTA, M. R. **Construção e realidade no ensino de Física**. São Paulo, IFUSP, 1985.

SANTOS, Vanessa dos Anjos dos; e MARTINS, Liziane. A importância do Livro Didático. **Candombá- Revista Virtual**, v.7, n.1, p.20-33, jan-dez 2011.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **O Universo da Física: tópicos especiais de mecânica, fluidomecânica, termologia, óptica**. São Paulo: Atual, 2001. v.2 (Coleção universo da Física).

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais**, São Leopoldo, RS, Ano 1, n.1, Jul., 2009.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz; CARVALHO, Hermano Ribeiro de; e NASCIMENTO, Lucas Albuquerque do. **A História e Filosofia da Ciência em Livro Didático de Ciências: o caso da História da Astronomia no Ensino Fundamental**. 2014.

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: Um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v.9, n.1, p. 53 - 65, 2003.

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A “nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.18, nº 4, dezembro, 1996.

SILVA, Francisco Daniel de Pontes. **Paradoxo EPR e Pseudo-história: Análise de livros de Física moderna e contemporânea**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021. No prelo.

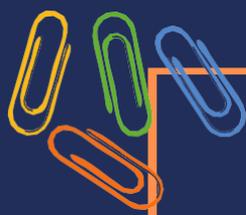
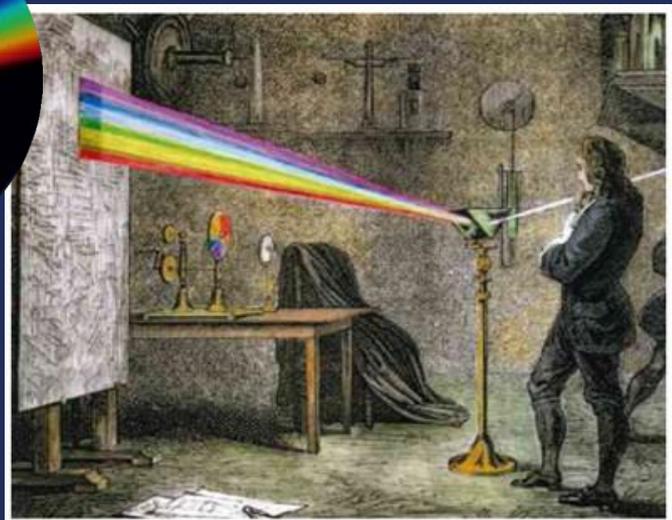
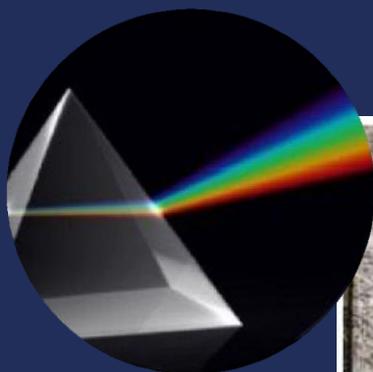
SOARES M. B. Novas práticas de leitura e escrita: letramento na Ciberultura. **Educação e Sociedade**: dez. 2002, v. 23. n. 81, p. 141-160.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010. (Ver capítulo 1 – Análise de Conteúdo e capítulo 2 – Análise do Discurso).

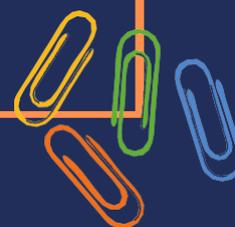
YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução Daniel Bueno. Revisão técnica: Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso, 2016.



Universidade Estadual da Paraíba  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática



**Instrumentalizando Professores de Física na Integração do  
Episódio Histórico da “Teoria das cores de Newton” no  
Ensino Médio**



Área de concentração:  
Ensino de Ciências e Educação Matemática

Área de Pesquisa:  
Ensino de Física

Linha de Pesquisa:  
História, Filosofia e Sociologia das Ciências

Discente:  
Vânia Katyane de Oliveira Costa

Orientador:  
Dr. Marcos Antônio Barros



É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837i Costa, Vania Katyane de Oliveira.

Instrumentalizando professores de física na integração do episódio histórico da "Teoria das cores de Newton" no ensino médio [manuscrito] / Vania Katyane de Oliveira Costa. - 2023.

32 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Marcos Antônio Barros, Coordenação do Curso de Física - CCT. "

1. História. 2. Filosofia. 3. Sociologia. 4. Ensino de física. I.  
Título

21. ed. CDD 372.7

## APÊNDICE A - Produto Educacional

### MATERIAL DIDÁTICO: INSTRUMENTALIZANDO PROFESSORES DE FÍSICA COM ALTERNATIVAS DE INTEGRAÇÃO DO EPISÓDIO HISTÓRICO DA “TEORIA DAS CORES DE NEWTON” NO ENSINO MÉDIO.

#### SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>HFC NO ENSINO: BREVE INTRODUÇÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>OS TEXTOS PROPOSTOS PARA O ENSINO MÉDIO E A TEMÁTICA ESCOLHIDA .....</b>	<b>84</b>
<b>DISCUTINDO SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DA HFC POR MEIO DE EXEMPLO.....</b>	<b>86</b>
Atividade 1 .....	87
Atividade 2 .....	88
Discutindo atividades 1 e 2.....	89
Atividade 3. ....	90
Discutindo atividade 3.....	91
Atividade 4 .....	93
Discutindo atividade 4.....	94
Atividade 5 .....	97
Discutindo atividade 5.....	98
Atividade 6. ....	100
Discutindo atividade 6.....	101
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS. ....</b>	<b>106</b>

## APRESENTAÇÃO

O seguinte material didático foi construindo vislumbrando a instrumentalização de professores para a inserção da HFC em salas de aula do Ensino Médio. Esta iniciativa vem de encontro a uma preocupação recorrente na literatura da área: uma das principais questões relacionada à transposição didática do HFC seria a falta de preparação dos professores (Forato, Martins & Pietrocola, 2012, p. 131). A presença de conteúdos históricos, filosóficos ou de natureza da ciência ainda é escassa nas salas de aulas. Seja pela insegurança ou falta de compreensão dos assuntos pelos discentes.

Portanto, é importante que os professores (atuantes e em formação) participem de reflexões sobre a inserção da HFC em sala de aula, conheçam exemplos de propostas didáticas de natureza histórico-filosófica, a fim de aproximarem-se da abordagem de conteúdos de ciência e sobre a ciência, desenvolvendo competências que permitam compreendê-las profundamente e adaptá-las ao seu contexto específico, bem como desenvolver as suas próprias intervenções didáticas. Estas questões são consideradas importantes para que as crianças possam participar em iniciativas conscientes para trazer HFC para as suas salas de aula.

Assim, como ponto de partida, consideramos como fundamental a conscientização sobre o papel fundamental dos professores e a decorrente necessidade de prepará-los para a difícil tarefa de atuar em importante etapa da transposição didática da HFC. Admite-se que a adaptação de propostas didáticas a contextos educativos específicos depende de uma compreensão real do que essas propostas representam e da sua flexibilidade, o se procura discutir junto aos professores em formação.

Com intuito de contemplar tais objetivos, o material didático a seguir contém discussões que podem ser de interesse para este público específico. Aborda brevemente debates sobre o papel dos HFC em questões educacionais e históricas. Sugere que os professores realizem uma sequência de atividades que lhes permitam discutir aspectos da transposição didática do HFC, os principais desafios e obstáculos que foram destacados na introdução do HFC na sala de aula. Para realçar essas discussões, utilizamos como exemplos um conjunto de textos históricos pedagógicos sobre a “Teoria das Cores de Newton”. Aborda o potencial, as possibilidades e as limitações do uso do texto no ensino médio.

Este material pode ser utilizado por professores como também como subsídio para cursos de formação de professores que objetivem prepará-los para a inserção da HFC em salas do ensino médio. As atividades propostas podem ser realizadas, de forma individual ou

coletiva. Ressalte-se que as discussões aqui apresentadas são limitadas pelas características do meio em que se encontram. Portanto, quem quiser uma discussão mais aprofundada sobre a inserção da HFC e da temática Natureza da Ciência no Ensino recomenda-se a leitura do capítulo 3 da dissertação de conclusão do PPGCM (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática), no qual o presente material didático é parte integrante. Este capítulo apresenta recomendações da legislação brasileira relacionada a essa temática e considerações recentes de especialistas que estão trabalhando para integrar os HFC na no ensino. Da mesma forma, há uma apresentação mais detalhada sobre a “Teoria das Cores de Newton” no capítulo 2 da mesma. Com base neste relato histórico mais rico e aprofundado, realizou-se a transposição didática da HFC para os textos histórico-pedagógicos elaborados para utilização no Ensino Médio.

## HFC NO ENSINO: BREVE INTRODUÇÃO

Como estudante de pós-graduação em física ou atual professor, você deve ter ouvido comentários sobre a importância da história e da filosofia da ciência para o ensino.

Não é de hoje que a utilização da HFC tem se tornado palco de debate entre os pesquisadores que buscam a compreensão da natureza das ciências e, por conseguinte, o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem de Física. Alega-se que o uso de uma perspectiva histórica pode trazer benefícios formativos aos estudantes: compreender aspectos relacionados à natureza do conhecimento científico o que é ciência? (ou seja, como funciona como os cientistas funcionam como grupo social, como a sociedade influencia e reage aos esforços científicos, etc.), compreensão do conteúdo científico especificamente e expandir o nível cultural dos alunos (Matthews, 1994; Matthews, 1995; Peduzzi, 2001; Martins, 2006; Lederman, 2012; Forato, Martins & Pietrocola, 2012).

Num sentido mais amplo, afirma-se que “uma compreensão bem fundamentada é necessariamente histórica” (Matthews, 1994, p. 50). Dessa forma, a História da Ciência é imprescindível para uma compreensão aprofundada dos conceitos, possibilitando relacionar os conhecimentos científicos aos problemas a que esses conhecimentos buscaram resolver e, inclusive, facilitando a localização desses conhecimentos nas tradições de pensamento. Não desempenha um papel introdutório, de acessório ou complementar, mas é essencial no contexto educativo, como elemento indissociável da tarefa de “acesso” aos conceitos científicos. Segundo esse argumento, rejeita-se o ensino a-problemático e a-histórico (Gil Pérez et al, 2001)

Ao longo do tempo vêm se solidificando o entendimento no qual o ensino deve considerar o equilíbrio entre processo e produto, para que o ensino de ciências e o ensinar ciências não estejam desassociados. Estas recomendações se faz presente na legislação educacional do Brasil, que destaca:

“[...] é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas” (PCNEM – Brasil, 1999, p. 22).

“A Física percebida enquanto construção histórica, como atividade social humana, emerge da cultura e leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais, tendo se sucedido ao longo dos tempos, [...]. O surgimento de teorias físicas mantém uma relação complexa com o contexto social em que ocorreram” (PCNEM – Brasil, 1999, p. 27).

“Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (DCNEM, 1998, Art. 10/1).

Portanto, constatamos que as indicações relacionadas aos HFC por parte de pesquisadores educacionais são frequentes e tais recomendações encontram ressonância na legislação educacional brasileira. Desta forma, cabe-nos questionarmos: Se os pesquisadores e a legislação apoia a importância da presença do HFC na sala de aula, porque é que esta presença não ocorre de forma eficaz em contextos educativos?

Diversos fatores podem corroborar para essa situação. Um deles é a formação de professores, que carece da percepção da história da ciência não como mais uma coisa a ensinar, mas como estratégia de ensino [reflexão durante a formação...]. Outro fator é a complexidade da transformação didática da História da Ciência acadêmica, especializada. Tais fatores relacionam-se, para realizar a transposição didática da História da Ciência, devemos primeiro entender o que é a HC, quais são os obstáculos e desafios dessa transposição e qual a possibilidade de superá-los. Não só os autores dos materiais educativos, mas também os próprios professores devem se preparar para isso.

Entretanto, como podem professores envolver-se em iniciativas conscientes de integração HFC na sua sala de aula? Como podem resolver os desafios e obstáculos nesta missão?

Os contextos educativos são muito diferentes e os professores devem utilizar materiais de ensino de história e filosofia de forma flexível, dependendo dos seus objetivos e possibilidades. Portanto, os professores devem compreender e explorar esta flexibilidade para adaptar as recomendações de inserção dos HFC aos seus próprios contextos.

A área da História Ciência estuda tudo o que em algum momento foi proposto ou aceito como ciência (conhecimento da natureza). Os objetivos específicos destes estudos não se destinam necessariamente a contextos educativos. Nem todos os físicos estudam o ensino da física, assim como nem todos os historiadores da ciência estudam a história da ciência no ensino.

Vale ressaltar que, um texto historiográfico, produzido por um historiador da ciência não é adequado para uso em sala de aula do ensino médio. O resultado do trabalho interpretativo realizado pelo historiador da ciência muitas vezes é um texto complexo e detalhado que aborda questões específicas de forma minuciosa relacionada à História da Ciência. É essa História da Ciência, muitas vezes produzida com objetivos específicos que vão além dos interesses

acadêmicos, que deve ser adaptada, por meio de um processo complexo e profundo de reflexão, conhecido como transposição didática, inclusive tratando de aspectos importantes relacionados à História da Ciência. A própria ciência em contexto educativo.

Vários autores têm realizado ponderações relevantes quanto ao uso da HFC no ensino e os obstáculos da inserção da mesma (Forato, 2009; Höttecke, Silva, 2011; Forato, Martins e Pietrocola, 2012). Sinaliza-se a necessidade de propostas de atividades de ensino adequadas sob o ponto de vista pedagógico e epistemológico. Na elaboração de propostas didáticas é necessário levar em conta questões como a escolha das mensagens sobre os aspectos científicos e históricos a destacar, bem como atentar para a profundidade dos aspectos históricos, para um contexto sem aspectos científicos e epistemológicos. Faz-se necessário certo cuidado e, profunda reflexão para que a construção de uma HFC que não seja do tipo pseudo-história, Whig ou anacrônica e que, ao mesmo tempo, seja apropriada ao contexto educacional. Essas são algumas recomendações apontadas pelos pesquisadores da área.

Ao estar de frente com todos esses questionamentos, será que você professor os compreende? Você pode nos dizer o que é uma pseudo-história? O que seria uma História da Ciência preparada para o contexto educacional? Você sabe como usar a história da ciência como abordagem?

Nas seções a seguir, pretendemos ajudá-lo a entender essas questões. Ofereceremos reflexões sobre estas questões durante a apresentação e discussão de um conjunto de textos históricos pedagógicos preparados para uso nas escolas de ensino médio.

## OS TEXTOS PROPOSTOS PARA O ENSINO MÉDIO E A TEMÁTICA ESCOLHIDA

Como citado anteriormente, à transposição didática do conhecimento aprofundado e especializado da HFC para o contexto educacional enfrenta desafios e obstáculos (Forato, Martins & Pietrocola, 2012, p. 131). Essas questões são importantes no processo de desenvolvimento de propostas didáticas que abordem o conteúdo científico e a natureza da ciência de forma contextualizada, por meio de episódios históricos.

Usaremos como exemplo para discussão sobre a transposição didática da HFC uma temática específica: “A Teoria das Cores de Newton”. Apesar do inegável potencial pedagógico dessa temática, muitas vezes é exposto em livros didáticos de forma simplista, um mero experimento que deu origem a uma teoria. Sem levar em conta diversos fatores existentes para sua construção, seus motivadores e métodos científicos. E essa lacuna, como você sabe não se restringe a esse conteúdo histórico específico.

Em contrapartida a esta situação, defende-se aqui que a inclusão desses elementos no ambiente escolar, além de ser incentivada pela relevância intrínseca dos episódios históricos para o desenvolvimento científico, também permite uma melhor compreensão dos conceitos básicos da física, porque nos permitem relacioná-los com os problemas que lhes deram origem. Também defende uma abordagem clara e contextualizada dos problemas diz respeito à natureza da ciência, como a natureza provisória do conhecimento, a natureza colaborativa da atividade científica e a dependência da observação de hipóteses teóricas.

Defendemos, portanto, como ponto de partida, a relevância dos fundamentos históricos para uma compreensão profunda do conhecimento científico e da ciência. Este ponto de partida poderia abranger qualquer outra temática histórica, sendo a “A Teoria das Cores de Newton” apenas tomada como exemplo para a discussão. No caso deste tema específico, esse entendimento permeia a compreensão do contexto em que as discussões sobre essa temática foram moldadas durante o período antigo entre o século XVII e XVIII. Neste último período, a “Teoria das Cores de Newton” ganhou folego, passando a explicar fenômenos das cores que, em períodos anteriores, costumavam ser um dos desafios enfrentados pelos pensadores da época.

No que se refere ao tipo de material didático elaborado para inserção dessa temática, optamos por textos histórico-pedagógicos, isto é, textos do tipo narrativas históricas. De acordo com estudo recente do tipo “estado da arte”, boas propostas didáticas para inserção da HFC no ensino tem envolvido a elaboração e utilização desse tipo de suporte (Teixeira,

Greca, Freire Jr, 2010). Efetivamente, o potencial deste tipo de material já foi explorado e, com base nas iniciativas já tomadas, os especialistas sublinham a necessidade de ter em conta vários aspectos durante a sua preparação e utilização (Forato, 2009; Forato, Martins e Pietrocola, 2012). A seguir, convidamos você a participar de atividades e reflexões a fim de que essas questões possam ser abordadas.

## **DISCUTINDO SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DA HFC POR MEIO DE EXEMPLO**

Como apontado na literatura, à transposição do conhecimento aprofundado e especializado da HFC para o contexto educacional, enfrenta desafios e obstáculos (Forato, Martins & Pietrocola, 2012, p. 131). As atividades a seguir buscam trazer a tona questões relativas à transposição didática da HFC, na quais são relevantes para que o professor compreenda aspectos relacionados às potencialidades, limitações e possibilidades de utilização de textos histórico-pedagógicos em salas de aula.





## Discutindo as atividades 1 e 2

Como você deve ter percebido há uma grande diferença entre a História da Ciência acadêmica, especializada, elaborado por historiadores da Ciência e História da Ciência transporta para o contexto educacional. As atividades 1 e 2 procuram enfatizar que quantidade de informações e nível de discussão aprofundada sobre os episódios os dados históricos em textos acadêmicos são muito superiores.

Você pode perceber facilmente que o texto fornecido pelo historiador da ciência é muito detalhado, informativo e profundo. Esses e outros recursos significam que ele não pode ser recomendado para uso direto em salas de aula do ensino médio. Na verdade, criar um texto destinado a ser utilizado num contexto educativo não era a intenção do historiador. Os documentos A, B e C foram criados intencionalmente para esse fim. A partir do texto acadêmico foi feito um recorte histórico, ou seja, foi selecionado determinado conteúdo histórico.

De acordo com Forato (2009): “elaborar textos didáticos de cunho histórico-filosófico para o Ensino Médio é um desafio qualquer que seja a temática escolhida”. Escolher e eliminar conteúdos, pensar em como inseri-los depende das especificidades do tema histórico, do contexto educacional ao qual se dirige a proposta didática e de seus objetivos específicos. Seria oportuno destacar a necessidade de simplificar e omitir, ao voltar-se para este contexto, o estudo especializado da história da ciência, produzido por historiadores da ciência com base em pesquisas aprofundadas sobre as fontes primárias e secundárias. Para a elaboração dos textos foram feitas escolhas difíceis devido à infinidade de documentos históricos e históricos.

Mas como são destacados episódios históricos específicos? Por que alguns são escolhidos e outros não? E quanto ao nível de profundidade? Seriam os textos históricos pedagógicos resumos do texto acadêmico sobre a mesma temática?

Com intuito de discutirmos essas e outras questões convidamos você à releitura dos textos A.B e C, para realização da atividade 3.



### Discutindo a atividade 3

O tema Natureza da Ciência ainda se faz pouco presente na formação de professores. Esta é seu primeiro contato com este tópico? Você teve dificuldade em responder à Atividade 3? Para ajudá-lo, continuaremos trabalhando brevemente com o texto discussão sobre o tema: A natureza da ciência...

Segundo estudo realizado por Gil-Pérez e colaboradores (2001), o ensino de ciências reforçaria uma concepção a-problemática e a-histórica da ciência ao transmitir:

[...] os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem. [...] o que dificulta a captação, bem como a compreensão da racionalidade de todo o processo e entendimento científicos (Gil-Pérez, 2001, p. 131).

Você pode ver que os textos histórico-pedagógicos A, B e C se contrapõem a uma visão a-problemática e a-histórica da ciência. Eles enfatizam frequente e explicitamente a busca cuidadosa de soluções para problemas como uma característica importante do trabalho dos pesquisadores. Busca também evitar a visão de que a ciência se constitui pela acumulação de conhecimentos de forma linear. Esta visão incompleta ignora "profundas crises e realinhamentos [...] sem mencionar os frequentes confrontos entre teorias rivais, controvérsias científicas ou processos de mudanças" (Gil-Pérez, 2001, p. 132-133).

Perceba que os textos exploram a contestação e o drama da mudança de interpretações sobre temas relacionados ao tema histórico em questão. A essência deste tipo de construção é revelar a natureza provisória e mutável do conhecimento científico. A importância deste aspecto da Natureza da Ciência também motiva a sua referência explícita em vários excertos dos textos preparados.

No transcorrer dos textos, evidencia-se a ciência como empreendimento humano coletivo, em contraposição à chamada concepção individualista e elitista da ciência. Procuramos enfatizar que as atividades colaborativas criam uma característica importante da ciência, nomeadamente o desacordo entre investigadores, que é descrito em diversas citações. Na elaboração do texto também é levada em consideração a necessidade de destacar claramente a importância do conhecimento científico existente no desenvolvimento de novas ideias.

Alinhado ao objetivo de apresentar instâncias que permitam problematizar visões ingênuas da ciência, no texto, a narrativa dos problemas e a busca por soluções destacam não

apenas um único historiador na teoria como também as rupturas que as interpretações propostas podem representar. Os textos lidos destacam a imagem de uma ciência ativa dinâmica, marcada por controvérsias, idas e vindas e debates em torno de questões e assuntos que movem (e muitas vezes dividem) a comunidade científica. Você enxerga agora, que os textos contrariam determinadas visões deformadas da ciência?

Realizaremos a seguir a atividade 4 que busca promover o raciocínio crítico e reflexivo a cerca do tema tratado. Antes, solicitamos que mais uma vez leia os textos A, B e C para melhor compreensão.



## Discutindo a atividade 4

Realizando a atividade 4, você desenvolveu habilidade de interpretação e raciocínio crítico; sendo capaz de reunir e analisar as informações para chegar a uma conclusão. O objetivo dessa atividade é justificar a possibilidade de várias explicações para um mesmo fenômeno natural além de discutir e compreender aspectos da natureza da ciência.

De acordo com Erthal e Linhares (2009, p. 03):

[...] pesquisadores acreditam que o conhecimento da história da ciência auxilia no desenvolvimento de espírito crítico, de análise e de atitude, crucial para o desenvolvimento do pensamento científico (Obregon, 1996). Também defendem a utilização da história da ciência atrelada ao ensino de CTS, com o intuito de evitar uma imagem deformada da ciência e dos cientistas perante os estudantes autores como Sedeno (2004) e Rezende (2008).

Um dos principais objetivos da escola é promover um ensino voltado para a formação de cidadãos, capazes de questionar e analisar de forma racional e inteligente os fatos buscando a verdade, questionando e refletindo profundamente sobre cada assunto. Assim, o conhecimento da história da ciência é primordial, para evitar visões deformadas da ciência: nas quais não levam em conta os impactos sociais e naturais, até mesmos os interesses e influências da sociedade no desenvolvimento científico; Assim, ao estar em contato com textos desse tipo, o indivíduo pode desenvolver a consciência do seu papel social e entender como a ciência é feita; Além de, desenvolver a capacidade de pensar sobre as verdades impostas pela sociedade dominante.

A HFC permite-nos ver como questões epistemológicas específicas são influenciadas pelos determinantes da época, tais como fatores sociais, influências religiosas, contextos políticos e econômicos, etc. Porém, podemos entender como funciona o processo de construção, que é chamado de conhecimento científico.

Textos histórico-filosóficos podem ser introduzidos em discussões de debates científicos ou situações-problema que introduzam aos alunos tópicos filosóficos, permitindo-lhes refletir e discutir uma variedade de ideias existentes, testar conceitos e depois reformulá-los. Sua aplicação pode proporcionar melhorias em diversos aspectos, incluindo compreensão conceitual, visão da natureza da ciência, qualidade do raciocínio, habilidades metacognitivas e avaliação cognitiva de materiais de aprendizagem (textos históricos), replicando experimentos históricos realizados em sala de aula. É, portanto, claro qual o lugar que o HFC ocupa na

educação científica, o seu potencial e aplicabilidade. Você entende agora, o grande potencial que HFC pode promover?

Outro fator relevante é a escolha do material didático para se trabalhar HFC nas salas de aula; Partindo desse pressuposto acreditamos que, para não cometer equívocos, fazendo uma descrição injusta por muitas vezes e até tendenciosa, colaborando com apenas um lado da história e ocultando outro que faz parte do enredo é importante que o professor se policie na escolha do material evitando trazer as pseudo-histórias.

Buscando direcionar o professor para o uso adequado dessa abordagem com um olhar apurado para identificar as possíveis pseudo-histórias Allchin (2003; 2004) aponta quatro indicadores, que servem de base para classificar um material contendo mitos científicos. Tais indicadores constitui a Arquitetura Mítica desenvolvida por ele: Monumentalidade, Idealização, Drama afetivo e Narrativa explicativa de justificação.

Na Monumentalidade os cientistas são identificados como heróis; não apresentam falhas de caráter, porque não existe possibilidade de erro na Ciência. Eles têm o “dom natural de inteligência”, consegue desvendar todos os saberes escondidos sobre o que se investiga. Além do mais, atribuem as descobertas apenas a si, desprezando todo o trabalho coletivo levando todo o crédito pela aceitação da teoria. A neutralidade é um traço que sobressai os sujeitos incluídos nos estudos científicos, pois eles não demonstram desejos individuais que intervenham nos resultados que segue toda uma metodologia científica adequada. Seu foco é atrair e envolver o público, porque aspectos positivos pode gerar motivação nos estudantes fazendo com que se envolvam com a Ciência e a se tornem cientistas. Dessa forma são considerados bons modelos a serem seguidos.

A Idealização estar relacionada à intensiva simplificação dos fatos. Prioriza-se a restrição de acontecimentos através de um nivelamento do que se considera primordial. Assim, elege o que é “essencial” baseado no que “dispensável”, enquanto os detalhes considerados menos essências são desprezados ou nivelados, pois podem induzir ao erro, devido à simplificação exagerada. Dessa forma, aspectos positivos recebem status especializado, porém os que não se encaixam representam empecilhos para uma boa história fornecendo resistência ao sucesso científico. A construção do conhecimento se dá de forma linear, por junção de contribuições pontuais, que contrapõe a ideia de construção coletiva do conhecimento. Os detalhes do caminho perseguido são considerados secundários e, por conseguinte, deixados de lado, e os pontos positivos são engrandecidos (Allchin, 2002).

O Drama afetivo ressalta técnicas literárias que tem por objetivo o entretenimento e a persuasão. A ideia central é atrair a atenção dos espectadores, as histórias ganham

características marcantes, pois apresentam enredos que nascem através de apelos emocionais. Histórias com esse gênero se apresentam de forma empolgante ou humorizada, anedotas científicas, como a famosa história da maçã de Newton responsável pela descoberta da gravitação universal. O melo drama é fundamental dentro dessa perspectiva, é a amplificação do bem e do mal, contrastando os envolvidos, heróis versus adversário, cientista versus supressor da verdade assim por diante. Assim, espera-se distinguir pesquisadores como certos ou errados dentro de uma teoria corrente, o cientista progressista e os agentes repressores do desenvolvimento científico.

A Narrativa explicativa e justificção, reúne mensagens que funcionam para mostrar o progresso da ciência numa sequência clara de métodos científicos específicos que podem não levar a conclusões válidas ou refletir o propósito de uma determinada perspectiva teórica ou procedimento experimental. Remente a importância de evidenciar o desfecho final ou chave que tornam explicativa essas histórias míticas. “Não são “apenas” histórias de Ciências. São histórias “exatamente” da Ciência” Allchin (2022). Assim, toda história tem uma lição implícita ou moral como resultado que deve ser explicada por meio da narrativa. O processo e o produto se complementam, um só existe por que o outro já foi produzido, ou seja, o produto só é gerado quando após passar por um processo específico anteriormente. Processo com método correto, ideais certas, com métodos errados, ideias errôneas. Essas histórias configuram-se com relatos idealizadores métodos descritos.

Baseado nestes indicadores, convidamos você a realizar a atividade 5.



## Discutindo a atividade 5

Ao realizar a atividade você pode identificar e reconhecer elementos presente da Arquitetura Mítica no texto. Essas escritas em que se usa a história da Ciência de forma errônea nos possibilita termos um olhar mais apurado e sermos capazes de observá-los com mais criticidade podendo contorna-los evitando a propagação de ideias distorcidas.

Este tipo de atividade pode ser trabalhado justamente com intuito de expor aos estudantes como as histórias das ciências podem aparecer de forma distorcida reforçando estereótipos comuns de estruturas mitológicas. É importante trabalhar no estudante habilidades que sirvam para saber discernir o fantasioso do real, o improvável do plausível que são propostas nos livros didáticos de forma marcante; Discutir essas histórias mostraria como é o verdadeiro trabalho de um cientista, provando que sorte ajuda, e muito, mas não é suficiente para uma descoberta. O conhecimento científico é e foi construído com diversas contribuições de pessoas que muitas vezes não temos conhecimento. É por traz de cada história existem verdades que muitas vezes são colocadas debaixo do tapete e não tivemos acesso para podermos de fato julgar como verdadeira ou falsa.

Ao alimentar concepções mitológicas a partir de pseudo-histórias, podemos subsidiar dois extremos: “o reforço da ideia do método universal e infalível ou a completa banalização da Ciência. Polarizar o debate em torno da Ciência e de suas naturezas podem nos levar a incorrer em erros e fugir de abordagens adequadas que poderiam ocorrer nas aulas de Ciências” (Silva, 2021).

Incentivar a reflexividade, utilizando ferramentas analíticas e exemplos para reconhecer a retórica dos mitos, como também conhecer alguns relatos mitológicos discrepantes com os fatos históricos e científicos possa servi de estratégias para evitar as pseudo-histórias nas aulas de física (Allchin, 2002).

Apesar de não podemos erradicar as narrativas míticas existentes na natureza da Ciência diretamente, podemos, entretanto ser capazes de neutraliza-las. Assim, as ferramentas analíticas são aliadas indispensáveis para capacitar os professores a reconhecer mitos e regular seus efeitos. E agora professor, você consegue trabalhar esse tipo de texto?

Acreditamos que, a flexibilidade no uso do texto é considerada um aspecto importante. O material didático não pode ser compreendido como algo “engessado”, que a minha turma tem que se adequar. Ao contrário, não é na redação do material didático que a transposição didática da HFC termina. Os professores desempenham um papel fundamental nesta transição. No

entanto, apenas os professores que conhecem a sua importância podem adaptar e flexibilizar intencionalmente os seus materiais didáticos.



## Discutindo a atividade 6

Ainda relacionados aos desafios e obstáculos inerentes à transposição da história da ciência para um contexto educacional, outros aspectos têm sido observados no desenvolvimento de textos histórico-pedagógicos. Chama-se a atenção para a necessidade de desenvolver propostas didáticas com formulações discursivas adequadas aos níveis de ensino a que se destinam.

Você notou na transcrição dos textos, o uso de uma linguagem familiar e acessível na escrita para facilitar o diálogo com os alunos leitores? Ainda buscando a interlocução, que outros aspectos você vê?

Os textos buscam dialogar com os estudantes, apresentam problemas e questões importantes, que os alunos leitores são convidados a refletir, opinando sobre o desenvolvimento. Destaca-se o desenvolvimento de uma ciência dinâmica: “Afinal, quem disse isso”? Estamos certos, isto é, as nossas interpretações são definitivas?

Textos complexos contrariam uma visão frequentemente criticada do ensino de ciências: “apresentar conhecimentos previamente desenvolvidos sem dar aos alunos a oportunidade de se envolverem e explorarem atividades a partir de uma perspectiva de ensino baseada na investigação” (Gil Pérez et al, 2001, p. 126).

E para que os alunos possam acompanhar a leitura e, de fato, participar do processo de “diálogo-investigação”, é preciso estar atento à profundidade dos detalhes históricos, bem como à existência do conteúdo que não são de fácil compreensão (Forato, Martins & Pietrocola, 2009).

Foram produzidos textos, divididos por etapas, centrados em alguns episódios históricos específicos. O texto A traz as concepções sobre a luz na antiguidade, o texto B discute como as concepções sobre o “fenômeno das cores” continuavam surgindo... e o C expõem a A História do Fenômeno das cores segue, com rupturas e continuidades...

Para a composição dos textos, priorizamos estritamente episódios que possam contextualizar as mensagens sobre a “Teoria das cores de Newton”. Algumas informações históricas são deixadas de lado, ou não são apresentadas com a mesma profundidade que aparecem no texto de um historiador da ciência são necessárias omissões e simplificações (lembra-se da Atividade 2). Na redação dos textos aqui oferecidos para o ensino médio, é dada especial atenção a questões como a quantidade de informações abordadas e a extensão e profundidade do texto.

Portanto, reafirma-se aqui que para desempenhar seu papel fundamental na transposição didática da história das ciências, o professor precisa conhecer profundamente o material didático que lhe interessa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das atividades realizadas enfatizamos a importância do papel do professor na utilização de textos histórico-pedagógicos em sala de aula.

Reafirmaremos esse papel aqui, acrescentando algumas discussões finais.

Os textos expostos servem como exemplo de possibilidade de transposição didática da HFC abordando aspectos relacionados à natureza do conhecimento científico. Eles mostram diversidade na interpretação e discordância entre os pesquisadores. Eles conectam a construção de conceitos científicos com pessoas, com pesquisadores do passado preocupados com seus próprios problemas, céticos, diante de caminhos convencionais de dificuldades da pesquisa científica, utilizando mecanismos específicos de seu contexto para enfrentar os desafios.

Esses textos podem ser usados para ajudar os alunos a compreender os diferentes aspectos da Natureza da Ciência; Nos quais, os professores são responsáveis por selecionar e enfatizar nas discussões. Espera-se um uso flexível deste material. Os professores devem estar dispostos a explorar o potencial e tornar os materiais didáticos mais flexíveis, consistentes com os objetivos da disciplina, levando em consideração aspectos como o tempo didático.

Em sala de aula, trazer questões problemas antes que os alunos sejam expostos ao texto pode ajudá-los a tomar consciência dos problemas que estão sendo abordados, como forma de estimular a comunicação e a criatividade. Perguntas do tipo: Os pesquisadores trabalham de forma independente, fazendo descobertas, ou dependem do que outros pesquisadores fizeram ou estão fazendo? Existe discordância entre eles? Enfrentam dificuldades? São exemplos de questionamento que podem ser levado em conta.

Contudo, cabe ressaltar que o papel do professor é chamar a atenção para aspectos considerados importantes, promover a reflexão e ajudar a esclarecer possíveis dúvidas. Como mostram as reflexões que realizamos em conjunto, o papel do professor é fundamental no estabelecimento de objetivos educativos e na implementação de atividades que permitam explorar as potencialidades dos textos de acordo com esses objetivos, utilizando outros recursos de acordo com as suas necessidades e preferências.

Esperamos ter ajudado você de uma forma ou de outra a se aproximar das discussões sobre a inserção da HFC no Ensino, reconhecendo a extrema importância de suas ações em sala de aula para que esse processo realmente aconteça.

## REFERÊNCIAS

ALLCHIN, Douglas. Scientific Myth-conceptions. **Issues and Trends**, Minneapolis/MN, p. 229-351. 2002.

ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science and Education**, Minneapolis/MN, n. 13, p. 179-195. 2004.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto/ Secretaria de educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto/ Secretaria de educação Média e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação (CNE). Parecer n. 15, de 1 de junho de 1998. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, 1998.

FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 2009. 2 vols.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência & Educação*, São Paulo, n. 2, v. 7, p. 125-154, 2001.

HELOU, Ricardo Doca et al. **Física 2**. São Paulo: Saraiva 2016.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. **Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles**. *Science & Education*, v. 20, p. 293-316, 2011.

LEDERMAN, N. **Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: building Instructional Capacity Through Professional Development**. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. J.; MCROBBIE, C. *Second International Handbook of Science Education*. V. 1. Dordrecht, London: Springer, 2012. p. 335 – 360

MARTINS, R. de A. **Introdução. A história das ciências e seus usos na educação**. In: SILVA, C. C. (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science**. New York, London: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, de. 1995.

SILVA, Francisco Daniel de Pontes. **Paradoxo EPR e Pseudo-história: Análise de livros de Física moderna e contemporânea**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e

Educação Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021. No prelo.

PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a utilização didática da História da Ciência.** In: PIETROCOLA, M. (org.) *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.* Florianópolis: ed. da UFSC, 2001. cap. p. 151-170.

TEIXEIRA, E.S.; SILVA NETO, C.P.; FREIRE JUNIOR, O.; GRECA, I.M. **A construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupos.** *Investigações em Ensino de Ciências.* vol.15, n.1, p.61-95, 2010.

## ANEXOS

### Texto A – As concepções sobre a luz na Antiguidade

Leucipo, Empédocles, Aristóteles e, vários outros filósofos antigos propuseram diferentes teorias para explicar a natureza da luz e da visão. Dentre esses conceitos, também existiram trabalhos que focam na geometria, como os estudos de Euclides e Ptolomeu. Muitas teorias foram desenvolvidas entre os séculos VI e IV a.C., sendo as obras de Aristóteles, Euclides e Ptolomeu as mais famosas da Idade Média (aqui são considerados os séculos V a XIV). Houve um desenvolvimento considerável durante este período na área da óptica, com contribuições de diversas pessoas.

No início do século XVII já eram conhecidos muitos fenômenos ópticos, como a propagação linear da luz, a reflexão e a refração. Com a invenção do telescópio e do microscópio, a pesquisa óptica foi muito incentivada e, novos fenômenos foram descobertos, como a difração e a interferência luminosa. Mas uma coisa é compreendê-los e outra coisa é apresentar explicações que sejam aceitas pelos cientistas (ou pelo menos pela maioria dos cientistas).

Um dos desafios enfrentados pelos pensadores da época era explicar o famoso “fenômeno das cores” hoje conhecido como dispersão da luz em um prisma. Refere-se à formação de uma mancha alongada com as cores do arco-íris quando a luz branca atravessa um prisma e é projetada em um anteparo. Este fenômeno já era bastante conhecido, entretanto, ainda não possuía uma explicação amplamente aceita. Em tese, eles acreditavam que a luz branca do sol, era a luz mais simples que existia, mas **sofria uma transformação** quando passava por um prisma, projetando as cores do arco-íris em uma tela quando saía do outro lado. Acredita-se que o **prisma produzia cor**, ou seja, luz branca é **convertida** em diversas outras cores, e diversas teorias diferentes tentavam explicar como ocorre essa mudança da luz.

## **TEXTO B- E as concepções sobre o “fenômeno das cores” continuavam surgindo...**

Na antiguidade, muitos pensadores da época tentaram explicar o famoso “fenômeno das cores” hoje conhecido como dispersão da luz em um prisma. A explicação que ganhou destaque e tornou-se famosa, surgiu no século seguinte (XVIII); Dada por Isaac Newton (1642-1727), uma das figuras muito importante na história da ciência, conhecido principalmente por suas contribuições à física e à matemática. Newton era um **filósofo natural**, com algumas características próprias de sua época, o que hoje chamaríamos de cientista.

Newton tornou-se renomado por suas realizações; Seu trabalho experimental, de rigorosa descrição matemática, foi considerado um modelo de método de pesquisa para as ciências nos séculos seguintes. Deixou diversos manuscritos e trabalhos publicados, no entanto, suas obras mais conhecidas são o livro *Princípios matemáticos da filosofia natural* (1687), e o livro *Óptica* (1704). Tais obras tornaram-se referências para os cientistas durante o século XVIII. Eles criam que no livro *Princípios* (1687) Newton os havia ensinado como fazer física teórica, através do uso extensivo da matemática para explicar o mundo natural, e na *Óptica* (1704) como fazer física experimental, utilizando a matemática e desenvolvendo diversos experimentos na investigação de fenômenos.



Ao iniciar o estudo do “Fenômeno das cores” Newton se deparou com algo curioso: Se o orifício por onde passa a luz branca é circular e tem formato cilíndrico no prisma, por que o ponto na tela fica mais comprido? De acordo com as suas previsões, este local deve ser circular. Por que um prisma muda a forma de uma imagem? Isso poderia ser um defeito no prisma?

Então, Newton, começou a **criar diversas hipóteses para tentar compreender esse fenômeno**. Uma delas foi bem interessante: “*Será que a luz deixa de se mover em linha reta após atravessar o prisma? Ela poderia sofrer uma modificação que a faria ter uma trajetória curva do outro lado.*” Ele passou a analisar essa hipótese. Repetindo diversas vezes e de várias maneiras diferente o experimento. Alterava a posição do prisma, modificava a distância do anteparo onde se formava a mancha, realizava várias medidas e muitas análises matemáticas. **Acredita-se que esta seja a primeira vez que alguém usa a análise matemática e geométrica, associada à experimentação, para analisar o fenômeno das cores.** Desse modo, Newton obteve os dados que o fizeram desconsiderar essa hipótese: ele entendeu que *o tamanho da mancha menos o tamanho do orifício* era proporcional à *distância entre o prisma e o anteparo*. Os raios não se encurvam para qualquer direção, mas mantêm uma proporção que mostra que a luz continua a propagar em linha reta à medida que emerge (saía) do outro lado do prisma.

### **TEXTO C- A História do Fenômeno das cores segue, com rupturas e continuidades...**

As indagações entre pesquisadores são sempre possíveis. Ciência é uma coisa complicada, fenômenos são estudados de diversas formas, interpretados, pensadores podem chegar à conclusões diferentes. Isso aconteceu na antiguidade (e ocorre até hoje).

**Formulando outras hipóteses** Newton, passa a considerar o prisma como responsável por modificar a luz, o que posteriormente foi descartado conforme realizava experimentos apoiados por análises matemáticas e geométricas. Por mais estranho que pareça, foi através de um experimento qualitativo, isto é, sem dados matemáticos, que ele afirma ter sido importante para defender sua teoria das cores. Após a luz atravessar o primeiro prisma, ele conseguiu que apenas uma cor passasse por um segundo prisma. Percebendo que o segundo prisma não modificava a luz. Se ela era a vermelha, continuava vermelha, se era azul, continuava azul, e assim acontecia com todas as cores que conseguia isolar. Além do mais, ele identificou que cores diferentes têm deslocamentos diferentes (o quanto cada cor “dobra” ao passar de um meio transparente para outro). O vermelho é sempre menos refratado e o roxo é sempre mais refratado. Ele percebeu que a refração das cores era sempre precisa e clara, embora não tenha apresentado a análise matemática desse experimento.

**Newton realizou outros experimentos** para reforçar sua teoria: a luz branca seria uma mistura heterogênea das demais cores, que possuem cada qual seu grau preciso de refrangibilidade. A mancha formada pelo prisma é alongada porque cada cor sofre um desvio diferente ao atravessá-lo. Ele recebeu muitas críticas na época. Seus contemporâneos aceitaram outras teorias e alegaram que **os experimentos eram insuficientes** para concluir que os prismas não alteravam a luz. Todos os historiadores da ciência que analisaram as anotações de Newton admitem que, de alguma forma, os seus contemporâneos estavam certos. Newton combinou argumentos teóricos e experimentais para chegar a essas conclusões. A simples observação de experimentos não é suficiente para concluir que os prismas podem separar a luz branca.

Geralmente alguns livros didáticos apresentam o experimento do prisma como suficiente para concluir que a luz branca seria composta da mistura de sete outras cores. Nesses relatos, parece que apenas uma experiência elucidou este fenômeno e imediatamente todos os outros filósofos naturais começaram a aceitá-lo. No entanto, quando este fenômeno é observado, muitas explicações e hipóteses diferentes podem ser apresentadas. Outras teorias que existiam na época sugeriam que a luz poderia ser ou parecer branca em sua forma pura quando vinha do Sol, mas era transformada e colorida ao passar por um meio transparente.

Foram necessários muitos experimentos diferentes, além de análises muito complicadas, para chegar ao argumento de Newton. Sua explicação dos fenômenos das cores não foi aceita pela maioria dos filósofos naturais até as primeiras décadas do século XVIII.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS TEXTOS

COHEN, B.; WESTFALL, R. S. *Newton: Textos, Antecedentes, Comentários*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto; EDUERJ, 2002.

FORATO, T. C. M. A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 2009. 2 vols.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle C. Newton and colour: the complex interplay of theory and experiment. *Science & Education* **10** (3): 287-305, 2001.

MOURA, Breno Arsioli; SILVA, Cibelle Celestino Silva. Newton antecipou o conceito de dualidade onda- partícula da luz? *Latin American Journal Physics Education*, 2 (3): 218-227, Sept. 2008b.

SILVA, Cibelle C.; MARTINS, Roberto de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação* **9** (1): 53-65, 2003.