



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII- ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
LICENCIATURA EM FÍSICA**

FERNANDA DANIELE DE SOUSA DOMINGOS

**A TEORIA DAS CORES DE NEWTON NO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA: UM
ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO**

**ARARUNA/PB
2017**

FERNANDA DANIELE DE SOUSA DOMINGOS

**A TEORIA DAS CORES DE NEWTON NO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA: UM
ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciada em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Me. Altamir Souto Dias.

**ARARUNA/PB
2017**

É expressamente proibida 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 da dissertação.

D671t Domingos, Fernanda Daniele de Sousa
A Teoria das cores de Newton no livro didático de Física
[manuscrito] : um enfoque epistemológico / Fernanda Daniele de
Sousa Domingos. - 2017.
34 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia
e Saúde, 2017.
"Orientação: Me. Altamir Souto Dias, Departamento de
Física".

1. Cores. 2. Livro didático. 3. Física I. Título.

21. ed. CDD 535.6

FERNANDA DANIELE DE SOUSA DOMINGOS

A TEORIA DAS CORES DE NEWTON NO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA: UM
ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Física da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial para a obtenção do título de
licenciada em Física.

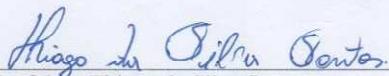
Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovada em: 15/08/2017

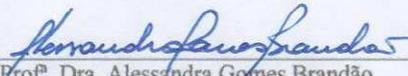
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Altamir Souto Dias (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Thiago da Silva Santos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof.ª Dra. Alessandra Gomes Brandão
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha mãe, que pelas lutas constantes encorajou-me
a enfrentar algumas turbulências recorrentes da vida,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Deus que proporcionou o dom da vida e a capacidade de lutarmos pelos sonhos. Sinto-me grata por cada momento vivenciado, por mais árduo que se apresentou, os quais me moldaram, resultando na pessoa que sou hoje. Jamais desistiria de um sonho por causa das opiniões dos outros, das intrigas e acomodações de pessoas que não sabem as razões que fizeram com que superasse cada obstáculo.

Em especial, agradeço aos meus pais, meus guerreiros, que souberam me educar contribuindo no que podiam; aos meus avós que acompanharam esporadicamente as minhas jornadas; à minha irmã que deu apoio incondicionalmente aos meus sonhos, apesar da distância; e à minha prima, Mariane, que presenciou alguns dos meus momentos de lágrimas.

Aos meus mestres, que categorizo em duas hierarquias: aqueles que me ensinaram o real sentido da jornada quando fazemos uma escolha e aqueles que durante uma jornada cortaram nossas asas. Destaco em especial, a segunda hierarquia, pois a primeira me faltam palavras para agradecer. Em primeiro lugar, vocês mostraram que na vida existirão pessoas que impedirão nossos sonhos por causa de um capricho ou por insatisfação profissional. Em segundo, apresentaram as injustiças, que fizeram com que passássemos mais noites acordados, para dedicarmos e apaziguarmos um pouco disso. Em terceiro, ensinaram-nos que a rejeição e o distanciamento de pessoas com caráter duvidoso é a alternativa mais viável.

Aos amigos e companheiros de jornadas, agradeço pelos momentos que passamos reunidos/juntos nessa longa e dificultosa batalha. Tanto aqueles que se distanciaram por algumas circunstâncias da vida, quanto os que seguraram as nossas mãos em momentos de turbulências.

Agradeço em especial, aos mestres Altamir Souto Dias e Jaene Guimarães por terem me apresentado a área de História, Filosofia da Ciência e também os que contribuíram de forma direta e indireta para concretização desse trabalho.

“Construímos muitos muros e poucas pontes.”

Isaac Newton

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
2. A TEORIA DA LUZ DE NEWTON	10
3. LIVRO DIDÁTICO E PNLD	13
4. HFC NOS LIVROS DIDÁTICOS.....	15
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	16
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
7. CONSIDERAÇÕES.....	28
ABSTRACT.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

A TEORIA DAS CORES DE NEWTON NO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA: UM ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO

Fernanda Daniele de Sousa Domingos*

RESUMO

Partindo da percepção de que o livro didático exerce particular influência no meio escolar, em especial no ensino das ciências, a presente pesquisa propõe uma análise, sob um enfoque conceitual e histórico-filosófico, da abordagem do “experimento crucial” e a teoria da luz e cores de Newton em livros didáticos de Física presentes na relação do PNLN/2015 para o Ensino Médio. Para tanto, analisamos cinco livros de coleções diferentes, observando o espaço destinado à teoria, a forma de abordagem, alguns dos elementos histórico-filosóficos explícitos e implícitos e discorremos sobre estes elementos, como se apresentam, e a sua influência sobre a compreensão de questões de cunho epistemológico concernentes à compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico. Em geral, alguns equívocos históricos e epistemológicos foram observados, sendo estes últimos os mais danosos quando, a partir do uso de imagens e descrições textuais, concorrem não somente para a má compreensão de questões próprias da natureza da ciência e do trabalho científico, mas também carregam equívocos conceituais que prestam um desserviço ao ensino da teoria de Newton e, em particular, à apresentação do experimento crucial.

Palavras-Chave: Ensino de Ciências. História e Filosofia da Ciência. Livro Didático. Teoria das Cores de Newton.

INTRODUÇÃO

Observa-se que a História da Ciência (HC) tem ocupado um espaço significativo na educação, fazendo com que houvesse um expressivo crescimento na área (DUARTE, 2004). No entanto, a alusão aos seus usos educacionais data do fim do séc. XIX (v.p.ex. TRINDADE, 2009), e apesar de antigas, ainda há pontos a serem aprofundados, entre eles, destaca-se a situação da HC nos currículos para a formação inicial de professores e a concepção da HC presentes nos materiais usados nas salas de aula (TAKAHASHI e BASTOS, 2011).

... observamos que na ausência do saber disciplinar relevante à História das Ciências existe a mobilização de outros saberes que são provenientes das mais diversas fontes e são incorporados no trabalho docente para adaptar-se a essa lacuna em sua formação inicial. Entretanto esse é um viés que deve ser mais bem investigado, pois

* Aluna de Graduação em Física na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
Email: fernandadanieledeusadomingos@yahoo.com

ainda existem muitas falhas e pouca qualidade na abordagem histórica que é apresentada nos livros e manuais didáticos como afirmam Silva e Gastal (2008), ao observarem que o maior problema é a qualidade e nem tanto a quantidade da História das Ciências (*Ibid*,p.67).

Deste modo, nas últimas décadas a ênfase sobre a inserção da HC na educação vem ganhando espaço nas discussões nas quais diversos autores apresentam diferentes compreensões do papel da HC no ensino. Dentre eles há os que apresentam algumas limitações aos contributos que a HC pode trazer para o ensino (v.p.ex. KUNH *apud* MATTHEWS,1995), questionando os prejuízos à credibilidade da ciência, sobretudo na formação do cientista, enquanto outros defendem fervorosamente a sua relevância para o ensino (TERNES, SCHEID e GULLICH, 2009).

Entre os vários motivos para introduzir a HC no ensino podemos destacar, as razões apresentadas por Matthews (1995):

[...] (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem à ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente. (MATTHEWS, 1995, p. 172).

Todavia, seu uso na educação requer um conhecimento mínimo da epistemologia e da historiografia das ciências, o que não é algo simples a obter (BRINCKMANN e DELIZOICOV, 2009). São, daí, vários os autores que recomendam o uso da História e Filosofia das Ciências (HFC) como contributo para uma adequada formação científica (ABD EL KHALICK; LEDERMAN, 2000; BELL *et al.*, 2001; CLOGH; OLSON, 2008; FORATO *et al.*, 2008; GIL-PEREZ *et al.*, 2001; HOLTON, 2003; LEDERMAN,2007; MARTINS, 2007; MCCOMAS *et al.*, 1998; MEDEIROS; BEZERRA-FILHO, 2000;LEDERMAN, 2007*apud* FORATO, PIETROCOLA e MARTINS,2011).

Uma questão relevante para tratar da HFC no ensino diz respeito à forma como aparece nos livros didáticos (LDs), constituindo este material de grande profusão entre professores e estudantes, sendo possivelmente o mais utilizado no ensino de ciências (SILVA, CARVALHO e NASCIMENTO, 2014). Neste sentido, uma questão freqüente no ensino, em especial, nos LDs disponíveis nas escolas diz respeito às concepções de ciência apresentadas por esses materiais. Em geral, apresentam uma história ingênua, com o uso de versões da

história as quais denominamos pseudo-história (PAGLIARINI, 2007; MARTINS, 2006, *apud* FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2011).

É comum, portanto, encontramos nos LDs a presença de algumas cronologias, enunciados persuasivos e entre outros elementos, sendo também frequente na prática educacional encontrar-se referências a nomes, datas ou até mesmo anedotas sobre os cientistas, demonstrando o ‘uso banal da história’ da ciência (MARTINS, 2006).

Uma forma potencialmente menos vulnerável ao erro, desde que bem empreendida, é inserir a HFC no ensino através do estudo de episódios históricos pontuais, o que pode permitir a alunos e professores refletir sobre as concepções de ciência que abrigam (BRINCKMANN e DELIZOICOV, 2009). O uso desses episódios pode contribuir para que algumas concepções a respeito da natureza da ciência sejam revistos e analisados em outras perspectivas, cabendo que: “O estudo detalhado de alguns episódios da história da ciência é insubstituível, na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências, suas limitações, suas relações com outros domínios” (MARTINS, 2006, p.XXIV). Dito de outra forma, “(...) a análise de episódios históricos permite a discussão sobre modelos de natureza da ciência envolvidos na produção do conhecimento científico” (FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2011, p. 35).

Um dos vários episódios relevantes na HC e que aparece em LDs de Física diz respeito ao estudo da natureza da luz, por Newton, que ao tratar da decomposição da luz por um prisma, em especial, observa a formação de espectros coloridos. Alguns filósofos naturais como René Descartes, Robert Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robert Hooke já discutiam a formação do espectro colorido após a passagem da luz por um prisma, contudo o tratamento dado não conduzia a uma explicação aceitável para o fenômeno (SILVA e MARTINS, 1996). No entanto, ao tratar desse episódio, os LDs podem omitir alguns elementos relevantes e dificultar a compreensão da natureza da ciência.

Geralmente a teoria das cores de Newton é apresentada nos LDs de forma simples, sendo considerada como um dos exemplos do método científico. Todavia, para alcançarmos a teoria de Newton não bastam somente os resultados experimentais, são necessários outros artifícios que a reforcem (SILVA e MARTINS, 2003).

Assim, ao se trabalhar alguma versão da HC, segundo Forato, Pietrocola e Martins (2011), estará a propagar-se uma concepção de como a ciência foi construída.

Isso requer uma severa reflexão sobre as consequências para a formação de alunos e professores quando se utiliza abordagens históricas que propagam uma concepção puramente empírico-indutivista da construção do conhecimento científico e reforçam o entendimento da ciência como produtora de verdades absolutas.

Do exposto vê-se uma das visões discutidas por Gil- Pérez *et al.*(2001) referente ao método científico, que porventura pode desencadear outras concepções como empírico-indutivistas e atórica, denominadas como visões deformadas da natureza da ciência.

Normalmente verifica-se que o resultado experimental alcançado por Newton para “provar” sua teoria não foi suficiente, pois existiam outros argumentos que podiam justificá-la, mas isso não é sempre abordado no LD. “Quando Newton dedicou-se ao estudo das cores, estava profundamente preocupado com algumas teorias sobre a luz: teorias guiam os experimentos – e não o contrário” (SILVA e MARTINS, 2003, p. 59).

Essa é uma das questões negligenciadas em LDs que contribui para uma descaracterização do conhecimento científico. “Apesar das limitações, o livro didático vem sendo considerado como um dos instrumentos que mais influencia a educação escolar” (CARVALHO e GARCIA, 2006, p.1537). Com essa perspectiva, a nossa intenção é propor uma análise sob um enfoque conceitual e histórico- filosófico, da abordagem do “experimento crucial” e a teoria da luz e cores de Newton em LDs de Física presentes na relação do PNLN/2015 para o Ensino Médio. Para isso, analisaremos cinco livros de coleções diferentes, observando o espaço destinado à teoria, à forma de abordagem, alguns dos elementos histórico-filosóficos explícitos e implícitos, discutindo os contributos para uma inadequada compreensão da Ciência e do trabalho científico.

2. A TEORIA DA LUZ DE NEWTON

A formação do espectro colorido após a passagem da luz por um prisma já havia sido discutido fervorosamente no séc. XVII, por René Descartes, Roberto Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robert Hooke. Entretanto, nenhum desses estudos continha um aprofundamento matemático necessário exigido pela época para explicar o fenômeno. A explicação plausível surgiu com Newton que através de um rigor matemático e inúmeros experimentos desenvolvem a teoria da luz, principalmente 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 de cores resultante da refração foi esclarecido por Newton em meados do séc. XVII, que apesar de comum e equivocadamente ter-se ele como o primeiro a observar essa formação, outros já haviam observado. Newton discute também que o espectro alongado pode ser causado por deformações contidas no prisma...

Então suspeitei se por alguma irregularidade no vidro ou outra irregularidade contingente essas cores poderiam ser dilatadas assim. E para testar isso, tomei outro Prisma semelhante ao primeiro e coloquei-o de tal modo que a luz passando por ambos pudesse ser refratada de maneiras contrárias e assim, pelo último, retornar ao caminho do qual o primeiro a desviou (NEWTON *apud* SILVA e MARTINS, 1996, p.315).

O experimento mais relevante para a teoria de Newton foi o chamado *experimentum crucis*, que basicamente consistiu na passagem da luz através de dois prismas. Nele, o primeiro prisma produzia um espectro colorido, enquanto o segundo servia para estudar o desvio de cada cor. Este experimento mostra que a separação de cada cor do espectro não era decorrente do segundo prisma e cada cor se desviava por um ângulo diferente (SILVA e MARTINS, 2003). É preciso que outros argumentos sustentem a teoria de Newton, além dos próprios resultados experimentais dando-lhes melhores conclusões.

Uma das questões levantadas por Newton é a respeito de uma mancha projetada sobre a parede, que contrariaria/divergiria com as leis da refração: “... a mancha projetada sobre a parede deveria ser circular e não alongada, de acordo com ‘as leis aceitas da refração’” (SILVA e MARTINS, 2003, p.56). Isso fez com que Newton elaborasse várias hipóteses para compreender o 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 prisma e o anteparo* (FORATO, 2009, p. 46). [grifo do autor].

O posicionamento de Newton a respeito das leis da refração o conduz a considerar 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, 2003, p.57). Leva-nos a crer que Newton não conclui de primeira sua evidência a respeito da decomposição da luz solar...

No *Opticks* de Newton (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.59).[grifo do autor].

Conforme realizava os experimentos descartava outras hipóteses/conjecturas como da luz que poderia ser modificada pelo prisma. Através de um exaustivo trabalho, Newton mostra que a luz branca que atravessa o segundo prisma não altera a luz e considera esse experimento como fator relevante para defender a teoria das cores. “Se ela era vermelha, continuava vermelha, se era azul, continuava azul, e assim acontecia com todas as cores que conseguia isolar” (FORATO, 2009, p.47). Por meio desse experimento também foi possível perceber 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 idéia 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).

O *experimentum crucis* é um ponto imprescindível para saber se as cores são 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).

Vários outros experimentos foram necessários para atingir a conclusão de que a luz branca é uma mistura heterogênea das demais cores, que possuem graus de refrangibilidades diferentes. Newton combina tanto argumentos teóricos quanto experimentais para reforçar sua teoria e explicar o motivo da mancha formada na parede ser alongada em vez de circular. Esses experimentos juntamente com uma análise extremamente sofisticada/ criteriosa fizeram com que constituíssem a sua argumentação, cuja aceitação ocorreu apenas nas primeiras décadas do séc. XVIII, pela maioria dos filósofos naturais (FORATO, 2009).

3. LIVRO DIDÁTICO E PNLD

Durante as décadas de 70 e 80 os LDs assumiram papéis relevantes no âmbito da prática pedagógica no sistema educacional brasileiro (SANTOS e MARTINS, 2011). Isso pode ter decorrido da crise de desvalorização do ensino público e principalmente da falta de qualificação profissional dos professores, o que serviu para que o LD se tornasse um instrumento indispensável e capaz de uniformizar o currículo escolar (*Ibid.*).

Os primeiros textos baseavam-se em um modelo da realidade dos educandos em que aprendiam a ler e escrever com uso de cartas, sendo apenas necessário dominar o código escrito (cf. SILVA, 2000). Logo, esse modelo foi substituído por livros de origem portuguesa que na maior parte dos textos não apresentava nenhuma relação de realidade com os alunos das escolas brasileiras, portanto, havia a necessidade de construir materiais que se aproximassem dessa realidade, isto é, uma procura de identidade (BATISTA, 2011). “A cultura assume o papel de escolher os saberes considerados indispensáveis de serem transmitidos, segundo o grupo social que o produz, colocando seu ponto de vista sobre o mundo.” (BATISTA, 2011, p.23).

A história do LD foi marcada por inúmeras reformulações por parte do governo, a fim de criar comissões que garantissem a produção e distribuição desses materiais para a rede pública, apesar de não se preocuparem com a qualidade do material. Com isso, criam um programa em 1997, o Programa Nacional do Livro (PNLD), que garantisse principalmente a qualidade além da distribuição. “O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) faz parte das políticas públicas para educação, e serve para mostrar o tratamento dado pelas autoridades ao material de suporte na sala de aula.” (BATISTA, 2011, p.23).

A implantação desse Programa procurou produzir livros com melhor qualidade, com a intenção de romper com esse paradigma de mercadoria e consequentemente contribuir para que educadores pudessem se sentir instigados a transformar o contexto escolar (SANTOS e MARTINS, 2011). A avaliação desses livros é realizada por especialistas que definem alguns critérios referentes à adequação didática e pedagógica, a qualidade da edição gráfica, o manual de apoio ao professor, compreensão dos termos e abordagens incorporadas pelos autores. Entretanto, os responsáveis pela escolha desses materiais são os professores em atuação nas escolas, a cada três anos.

... sugere-se fortemente 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 esteja mais adequada à

consecução das definições, propostas e prioridades presentes no Projeto Político-Pedagógico da escola(PNLD,2015,p.9)

Sabe-se que o ensino tem sofrido por transformações para atender uma exigência da sociedade, buscando sujeitos capacitados para atuarem no meio social (DUARTE, 2004). “(...) o ensino, bem como o LD de Física, vêm sendo influenciados por novas concepções de ensino e aprendizagem e mudança em seus objetivos, manifestas nos diversos documentos produzidos pelas reformas curriculares” (MELLO, 2013, p.18).

Assim, a função do LD não será apenas a de organizar as informações, mas permitir que os sujeitos que tenham acesso ao material desenvolvam competências para discutir as várias 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).

O LD, portanto deve ser compreendido como uma produção científica e cultural atendendo tanto às necessidades dos professores quanto dos alunos. “(...) Dentro ou fora da escola, o livro didático é um forte instrumento de disseminação de conhecimento em todo o mundo, sendo capaz de modificar a identidade do indivíduo, uma vez que o mesmo propõe uma sociedade igualitária” (SANTOS e MARTINS, 2011, p.30).

O PNLD prescreve, em linhas gerais, os objetivos do ensino de física os quais devem ser contemplados pelo LD:

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 (PNLD, 2015, p.9).

Outra passagem também sugere a intervenção do professor no sentido de complementar o LD: “(...) O livro didático vem se apresentar como um auxílio do ensino-aprendizagem para professor e aluno, cabendo ao docente a responsabilidade de apresentá-lo como fonte de pesquisa, descoberta, e vínculo com a vida social do aluno” (OLIVEIRA, [2014?], p.06).

A noção do papel do LD que se tem atualmente ultrapassa qualquer ideia simplista de objeto que serve apenas para auxiliar o professor na sala de aula, mas um agenciador de

conhecimentos capaz de provocar no aluno a aprendizagem, contribuindo para que desenvolva um senso crítico (SANTOS e MARTINS, 2011).

O LD ocupa, portanto, uma posição importante no ensino, como um instrumento agenciador de conhecimentos na prática escolar:

... o papel da escola é o de procura formar cidadãos 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.08).

4. HFC NOS LIVROS DIDÁTICOS

Considerando o papel do LD no ensino, bem como a importância dos usos educacionais da HFC, convém questionar a forma como a HFC está sendo inserida nos LDs. A forma de História da Ciência contida nos LDs é uma preocupação, principalmente quando esta é apresentada de modo simplificado...

(...) 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 ocorrer 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).

Contanto, uma das possíveis distorções das concepções que se pode ter sobre a Ciência em sala de aula, é através do LD e por intervenção da HC que na maioria das vezes é apresentada de forma simplificada (SILVA, CARVALHO e NASCIMENTO, 2014). Ainda os próprios autores apontam que esse fator dar-se-á, sobretudo, por professores desavisados e sem nenhum mínimo de conhecimento, por exemplo, de elementos de História da Ciência e Epistemologia da Ciência. Nota-se que apesar de algumas problemáticas o LD ocupa um espaço de relevância no ensino...

(...) o livro didático constitui-se no recurso pedagógico mais difundido no Brasil (MOYSÉS e AQUINO, 1987, FERNANDEZ E SILVA, 1995, CASTILHO, (1997), desempenhando importante papel 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).

Geralmente a simplificação presente na HC no Ensino de Física ocorre pela dificuldade ou inexistência de acesso às fontes primárias, como artigos, livros, correspondências e diário de laboratório dos cientistas, tendo como propósito/intenção de

realizar-se um estudo aprofundado do contexto científico da época, o qual se pretende tratar-se no texto didático (CARVALHO, 2016). Busca-se então, LDs que incluam elementos de HC nos conteúdos, evitando a lógica de linearidade da Ciência e permitindo com que construa uma visão não ingênua da atividade científica. (MURÇA, *et al.*,2016).

Assim, a maior preocupação da HC se refere ao estudo do processo de construção do conhecimento científico, não considerando apenas o que é ciência, nos moldes atuais, mas, o que se considerou em algum momento da História como Ciência (MARTINS *apud* SILVA, CARVALHO e NASCIMENTO, 2014).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O universo escolhido para análise foi os LDs presentes na relação do PNLD/2015, dentre eles, selecionamos cinco desses materiais para avaliarmos como a teoria da luz de Isaac Newton é apresentada e qual o espaço destinado para discussão.

Montamos tabelas apresentando as principais informações sobre cada um dos livros selecionados tanto no que cabe a uma descrição geral realizada pelo próprio PNLD, como também as descrições dos espaços destinados a teoria da luz de Newton. O intuito da tabela é apresentar uma visão geral a respeito do livro selecionado, disponibilizando informações relevantes como o autor e coleção. Em seguida, reproduzimos excertos dos textos presentes nestes livros onde se vê alguma informação sobre a teoria da luz desenvolvida por Newton, com a pretensão de enfatizar elementos históricos- filosóficos presentes.

A partir daí, são discutidos os possíveis fatores que podem obstar uma adequada compreensão da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico. Sendo possível organizar uma tabela geral apresentando as proporções das principais questões identificadas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, são apresentadas as informações relevantes para cada um dos livros selecionados, descrevendo sucintamente as características das obras contidas no PNLD/2015 e os capítulos que abordam ou mencionam a teoria da luz de Newton, seqüenciadas pelas análises.

Tabela 1- Caracterização do livro 1

<p>Livro 1- Física: termologia, óptica, ondulatória</p>	<p><u>Descrição da obra apresentada pelo PNLD</u></p> <p>A Física é apresentada na coleção, a partir das áreas normalmente incluídas nos textos didáticos voltados para o ensino médio, seguindo a sequência que se tornou padrão nessa área curricular. A linguagem utilizada é acessível, sem, todavia, comprometer a correção conceitual. A contextualização dos conteúdos, por meio de referências a aspectos do cotidiano e a produtos tecnológicos, é marcante na obra. Isso se dá principalmente a partir de leituras apresentadas na introdução dos capítulos ou presentes em seções complementares ao longo do texto principal. Já a interdisciplinaridade e a discussão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente aparecem com menos destaque. (PNLD, 2015, p.67).</p> <p><u>Descrição dos espaços destinados a teoria</u></p> <p>Unidade III Óptica Cap. 11: Refração da Luz 3. Fenômenos de refração Dispersão da luz (pág.182 do Livro analisado)</p> <p>Os autores do livro a princípio apresentam o que seria a dispersão da luz, afirmando que a faixa luminosa colorida pela qual a luz é subdividida foi denominada por Newton espectro visível. Após a apresentação do fenômeno da dispersão, dedicam-se num parágrafo a mencionar que Newton usou um prisma, descrevendo a proposta experimental que contribuiu para descartar a influência do vidro do prisma como a causa da dispersão da luz branca. Posteriormente, relatam que a montagem experimental da fonte de luz era um orifício na janela do quarto, ilustrando com uma figura que apresentam dois prismas neste arranjo experimental.</p>
--	---

Com base nas descrições, a figura ao lado foi retirada do livro e busca representar o fenômeno de dispersão da luz por um prisma. Os autores a usam para explicar o fenômeno de dispersão da luz: “A dispersão da luz consiste na decomposição de um feixe luminoso policromático em suas cores componentes” (BONJORNO, et al., 2013, p.182).

É observado que os autores definem a princípio o fenômeno, para posteriormente apresentar uma das conclusões atingidas por Newton, relativa à faixa luminosa: “A faixa



Fig.1- Representação da dispersão da luz em Física: termologia, óptica, ondulatória (BONJORNO, et al., 2013, p.182)

luminosa colorida em que a luz branca se subdivide foi denominada por Isaac Newton **espectro visível**” (BONJORNO, et al., 2013, p.182) [grifo do autor].

Nota-se que aqui os autores apresentam o fenômeno estudado sem qualquer relação anterior aos fatos que tenham contribuído para o interesse no seu estudo. Além disso, não mencionam elementos que possam ter contribuído para essa conclusão.

A formação do espectro visível já havia sido discutida por pelo menos quatro filósofos naturais: René Descartes, Robert Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robert Hooke, sem que, no entanto, suas análises tenham conduzido a conclusões aceitáveis para época (FORATO, 2009). Neste sentido, Silva e Martins (2003) afirmam que uma das razões para aceitarem a conclusão de Newton e não dos demais filósofos antecedentes a ele foi o arranjo matemático mais completo.

Em outro trecho, os autores fazem menção à possível fala de Isaac Newton a respeito do experimento, descrevendo o procedimento que ele realizou: “ ‘Peguei outro prisma igual ao primeiro e o coloquei de maneira que a luz fosse refratada de modos opostos ao passar através de ambos e, assim, ao final, voltaria a ser como era antes do primeiro prisma tê-la dispersado’ ” (BONJORNO, et al., 2013, p.183).

E, adiante, os autores apresentam a conclusão alcançada por Newton...

“(...) Assim, Newton descreveu a proposta do experimento que lhe permitiu descartar a influência do vidro do prisma como causa da dispersão da luz branca. Em sua montagem experimental, a fonte de luz era um orifício na janela em seu quarto” (BONJORNO, et al., 2013, p.183).

Os autores parecem não se preocupar com a ideia de método científico que estão a corroborar, descrevendo a montagem experimental da época de forma sucinta, sem considerar nenhum fator conclusivo adquirido por um processo lento e exaustivo. Vê-se também reforçada a visão da ciência como atividade individual e o conhecimento científico como verdadeiro e definitivo. No parágrafo seguinte é apresentado um esquema demonstrando a ilustração com um prisma.

“O esquema a seguir mostra o fenômeno descrito por Newton” (ilustração) (BONJORNO, et al., 2013, p.183).



Fig. 2- Representação do fenômeno de dispersão da luz branca em Física: terminologia, óptica, ondulatória (BONJORNO, et al., 2013, p.183)

Observa-se na figura acima que os autores ilustram o fenômeno da dispersão da luz através de um esquema, que comparado com a montagem original certifica-se a simplicidade atribuída pelos autores ao experimento.

Tabela 2- Caracterização do livro 2

Livro 2- Física para o Ensino Médio 2	<p><u>Descrição da obra apresentada pelo PNLD</u></p> <p>A coleção apresenta os conceitos da Física, estabelecendo relações com aspectos sociais históricos, culturais e econômicos, de modo contextualizado. Em vários momentos, procura-se privilegiar a estrutura conceitual da Física, relacionando-a com conhecimentos científicos de outras áreas. O conteúdo de Física Moderna e Contemporânea, além de desenvolvido em uma unidade específica, sempre que possível, é inserido em outras unidades da coleção. A História da Ciência é abordada articuladamente ao desenvolvimento da conceituação física. Esse aspecto, associado à contextualização com situações cotidianas que a coleção realiza, explora uma compreensão da Física como atividade humana em constante construção (PNLD, 2015, p.77).</p>
	<p><u>Descrição dos espaços destinados a teoria</u></p> <p>Unidade II Óptica geométrica Cap.7: Princípios da óptica geométrica Princípios da óptica geométrica (pág. 133 do Livro analisado)</p> <p>Os autores expõem uma imagem de Isaac Newton observando raios de luz que penetram em uma sala escura por um orifício. Aparentemente, a intenção da ilustração é demonstrar que a trajetória da luz é retilínea. Esta seção trata especialmente dos princípios da óptica geométrica não trabalhando com os prismas, ou mesmo com a dispersão da luz branca.</p> <p>Cores e velocidades da luz (pág. 141 do Livro analisado)</p> <p>Os autores iniciam o parágrafo mencionando a luz do Sol ou de uma lâmpada incandescente comum como luz branca ou luz visível, afirmando</p>



uma constatação atingida por Newton quando a luz branca atravessa um prisma de vidro resultando na decomposição em infinitas cores.

Reproduzindo uma situação convencional, o livro traz uma gravura de Isaac Newton (fig.3) aparentemente aludindo à propagação retilínea da luz. Neste, os autores não abordam a dispersão da luz em um prisma e usam a gravura para ilustrar o tema tratado da seção, Princípios da óptica geométrica.

Apesar do uso da ilustração poder contribuir enquanto recurso gráfico para reforçar a ideia ou conceito que está sendo desenvolvida, uma ilustração também pode veicular ou sugerir informações erradas. Para este caso, a imagem com Newton observando a passagem da luz por um orifício pode contribuir para a ideia de que Newton, através desse representado experimento, concluiu que a luz solar é uma mistura de cores com diferentes refrangibilidades, constituindo esta constatação antes uma “descoberta”, decorrente da observação do fenômeno da dispersão da luz solar, que uma teoria altamente complexa.

Fig. 3-Representação da demonstração da trajetória da luz realizada por Isaac Newton em Física para o Ensino Médio 2 (YAMAMOTO e FUKU, 2013, p.133).

Em outra passagem, os autores corroboram a nossa análise:

“(…) Newton constatou que, quando essa luz branca atravessa um prisma de vidro, ela se decompõe em infinitas cores, que podem ser agrupadas nas cores vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta (cada uma dessas cores possuindo infinitos matizes), sempre obedecendo a essa ordem” (YAMAMOTO e FUKU, 2013, p.141).

E ainda nesse intento, utilizam-se da imagem reproduzida na fig.4 a seguir.

A exposição dos autores, ainda, na medida em que omite as controvérsias com os contemporâneos de Newton acerca da natureza da luz, pode reforçar uma concepção elitista e individualista da ciência.



Fig.4- Representação da dispersão da luz por um prisma em Física para o Ensino Médio 2 (YAMAMOTO e FUKU, 2013, p.141).

Tabela 3- Caracterização do livro 3

<p>Livro 3- Ser Protagonista Física</p>	<p><u>Descrição da obra apresentada pelo PNLD</u></p> <p>Os conhecimentos e conteúdos de ensino de Física são apresentados de forma correta e atualizada, tanto nos textos básicos como nos boxes e seções complementares, que buscam, sempre que pertinente, introduzir temas e aspectos contemporâneos. A estrutura geral da coleção é adequada aos objetivos propostos. A abordagem didático-metodológica incorpora elementos de contextualização e procura estabelecer algumas conexões com outras disciplinas, mas segue uma tendência mais tradicional, com ênfase nos conceitos e definições matemáticas.</p> <p>Há um grande número de exercícios propostos e exercícios resolvidos, no geral, apresentados de forma adequada e coerente como o conteúdo relacionado. Embora predominem os exercícios de resolução matemática, há um número razoável de questões e problemas abertos com questões de pesquisa e/ou investigação, ou com propostas de trabalhos para serem desenvolvidos em grupo. (PNLD, 2015, p.93)</p> <p>Descrição dos espaços destinados a teoria</p> <p>Unidade 4- Óptica</p> <p>Cap.7: Reflexão da luz</p> <p>4. As cores (pág. 220 do Livro analisado)</p> <p>O autor do livro usa a demonstração de Newton para responder às perguntas introduzidas no início da seção, dizendo que as respostas para tais perguntas 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 decomposta em feixes de luz de cores diferentes.</p> <p>Cap.8: Refração da luz</p>
--	---

4. Dispersão da luz (pág. 242 do Livro analisado)

Prismas

O autor menciona que Isaac Newton foi o primeiro cientista a realizar experimentos que permitissem a separação das cores, fazendo com que a luz do Sol atravessasse um prisma de vidro, resultando este em vários feixes monocromáticos. Afirmo 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 a intenção de recompor os feixes monocromáticos de maneira que se formasse a luz branca novamente.

O autor do livro, por sua vez, opta por iniciar com uma abordagem problematizadora:

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? (STEFANOVITS, 2013, p.220).

Esses foram os questionamentos tratados e que o autor direciona às possíveis respostas desenvolvidas durante o século XVII: “As respostas a essas perguntas remontam ao século XVII, quando Isaac Newton (1642- 1727) mostrou que a luz branca é composta de luzes de diversas cores” (STEFANOVITS, 2013, p.220)

No trecho acima o autor apresenta um dado biográfico de Isaac Newton e menciona uma das descobertas realizada por ele, contribuindo para o entendimento de que a ciência é dada como uma atividade individual. Porém, ao mencionarem que as respostas foram atingidas apenas no século XVII, os autores fazem-nos entender que em períodos anteriores não se discutia nada a respeito, e que provavelmente não havia nem mesmo insinuações insatisfatórias para tais questionamentos. Mais adiante, sem alusão ao contexto histórico em que Newton se encontrava, os autores afirmam que Newton usou um prisma para demonstrar essa decomposição:

“(…) Newton demonstrou, usando um prisma, que a luz branca pode ser decomposta em feixes de luz de cores diferentes” (STEFANOVITS, 2013, p.220).

O trecho acima apresenta um equívoco também tratado no **livro1**, o uso somente de um prisma para concluir que a luz branca é formada por diferentes refrangibilidades. Além disso, reforça também a concepção elitista e individualista da ciência, acima mencionada.

No próximo capítulo, o autor inicia a seção apresentando o fenômeno de dispersão, para depois ilustrá-lo através da descrição do experimento.

(...) 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 (STEFANOVITS, 2013, p.242).

Percebe-se que se destaca a relevância do experimento para reforçar o conceito de dispersão e isso contribui para a ideia de que a toda teoria é associado um experimento ou observação que possa conferir sentido aos conceitos que esta envolve. Os autores ainda afirmam, equivocadamente, que Newton foi o primeiro cientista a lidar com a separação das cores de uma luz policromática, quando é sabido que o fenômeno de dispersão da luz solar por um prisma já era conhecido (SILVA e MARTINS, 2003).

Tabela 4- Caracterização do livro 4

<p>Livro 4- Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica</p>	<p><u>Descrição da obra apresentada pelo PNLD</u></p> <p>A coleção apresenta uma descrição abrangente da Física, organizada em unidades e capítulos que refletem uma distribuição ditada pela própria estrutura conceitual dessa área do conhecimento. Apresenta uma organização interna composta por um conjunto de seções próprias à obra que introduzem questionamentos e situações-problema contextualizadas no dia a dia e favorecem o trabalho interdisciplinar. Apresenta atividades experimentais que podem ser executadas em sala de aula com materiais de baixo custo. A proposta didático-pedagógica favorece a formação de uma ampla e clara visão da Física e sua aplicabilidade em diferentes contextos, contemplando vários aspectos do processo de ensino-aprendizagem. Entre eles, destacam-se a consideração explícita dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os fenômenos físicos a serem estudados, as discussões acerca das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. De forma geral, as atividades envolvem contextualizações de natureza cotidiana, histórica e tecnológica; e favorecem estudos interdisciplinares, contribuindo para a promoção da autonomia cognitiva dos estudantes, assim como para o desenvolvimento de aprendizagens úteis para o exercício da cidadania. (PNLD, 2015, p.55).</p> <p><u>Descrição dos espaços destinados a teoria</u></p> <p>Unidade I Os caminhos da Física Cap.1: A termologia e a Óptica na sociedade 2. Óptica: o registro e a representação na História (pág.17 do Livro analisado)</p>
---	--

Os autores do livro apresentam um trecho mencionando a relevância do estudo realizado por Isaac Newton, que teria observado experimentalmente a decomposição da luz branca solar através de um prisma. Além disso, os autores relacionam as 7 cores atingidas com as 7 notas musicais, a fim de quantificá-las.

Unidade V Óptica

Cap. 11 Introdução ao estudo da Óptica

7. A natureza da luz (pág.206 do Livro analisado)

Modelo corpuscular da luz

Os autores iniciam a seção mencionando o feito de Newton ao estudar os fenômenos luminosos, ligados às cores, que permitiu a elaboração da teoria sobre a natureza da luz contribuindo para a explicação de alguns fenômenos ópticos. Fazendo uso de um espaço à parte, intitulado “Lendo a Física com outro olhar” os autores abordam a propagação retilínea dos raios de luz, mencionando que Newton considerava a luz um raio composto de partículas.

Tratando de uma das conclusões atingidas por Newton, em uma das seções em que abordam sobre o registro e a representação da óptica na História, os autores do livro mencionam um trecho falando sobre a relevância do estudo realizado por Isaac Newton, ao observar experimentalmente a decomposição da luz solar através de um prisma: “Por falar em cores, é importante notar o estudo feito por Isaac Newton (1642- 1727), que observou experimentalmente a decomposição da luz branca solar ao atravessar um prisma” (BARRETO FILHO e SILVA, 2013, p.17).

Nota-se neste trecho que os autores apresentam um dado biográfico sobre Newton para situar o leitor da época que viveu e se limitam apenas a observação realizada por ele sem qualquer referência histórica do fenômeno. Como já referido, sabe-se que Newton não foi o primeiro a observar este fenômeno e outros de sua época já tinham trabalhado com prismas (SILVA E MARTINS, 1996).

Em uma das unidades posteriores, é dedicada uma seção que trata do modelo corpuscular da luz que relaciona os fenômenos luminosos ligados às cores, no sentido de uma teoria a respeito da natureza da luz: “Isaac Newton (1642-1727), ao estudar fenômenos luminosos, particularmente aqueles ligados às cores, elaborou uma teoria sobre a natureza da luz, conhecida como modelo corpuscular da luz” (BARRETO FILHO e SILVA, 2013, p.206).

Observa-se que os autores relacionam o modelo estabelecido na época com os estudos dos fenômenos luminosos, não apontando nenhuma referência histórica, apenas um dado biográfico de Newton.

Tabela 5- Caracterização do livro 5

<p>Livro 5- Física Interação e Tecnologia</p>	<p><u>Descrição da obra apresentada pelo PNLD</u></p> <p>A coleção apresenta os conteúdos de Física organizados em capítulos que tratam de atividades experimentais, leituras, exercícios e projetos que visam ao estabelecimento de relações interdisciplinares entre conteúdos da Física e os de outras áreas de conhecimento. É uma obra concisa, do ponto de vista dos conteúdos, mas que dá opção de ampliar as possibilidades de trabalho, caso seja conveniente ao professor. Os conteúdos são organizados de forma que as ideias são retomadas ao longo de todos os volumes com diferentes níveis de aprofundamento. A evolução das ideias científicas é apresentada continuamente e assuntos como relatividade e física moderna são introduzidos desde o primeiro volume. Além disso, a obra privilegia uma abordagem contextualizada dos conceitos e fundamentos, tanto no contexto científico escolar, quanto social (PNLD, 2015, p.72).</p> <p><u>Descrição dos espaços destinados a teoria</u></p> <p>Cap.7 Luz: partícula ou onda?</p> <p>1. Luz como partícula (pág. 178 do Livro analisado)</p> <p>Os autores dedicam um trecho para mencionar que Newton propôs um modelo para a luz, modelo corpuscular, afirmando que esse modelo ganhou destaque em virtude da notoriedade do cientista e por explicar satisfatoriamente propriedades e fenômenos luminosos.</p> <p>5. A refração da luz branca no prisma e na atmosfera (pág. 193 do Livro analisado)</p> <p>Os autores iniciam a seção mencionando o estudo que Newton realizou no séc. XVII sobre o comportamento da luz solar, descrevendo brevemente o experimento. Em seguida, apresentam a constatação obtida pelo cientista ao observar os feixes de luz que atravessavam o prisma, além de afirmarem o que acontecia quando uma das cores do espectro atravessava um segundo prisma.</p>
--	---

Um caso interessante apresentado por este livro é que os autores ao mencionarem o modelo da teoria da luz de Isaac Newton, destacam a aceitação do modelo ao papel exercido pelo cientista na época: “Newton propôs um modelo, denominado **modelo corpuscular da luz**, que ganhou prestígio graças à notoriedade do cientista e ao fato de explicar,

satisfatoriamente, propriedades e fenômenos luminosos até então conhecidos, mas não justificados” (GONÇALVES FILHO e TOSCANO, 2013, p.178) [grifo do autor].

Nota-se que os autores associam a relevância da teoria em relação ao papel de destaque ocupado por Newton na época e por apresentar conseqüentemente explicações condizentes para os fenômenos luminosos. Observa-se também que 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” (GONÇALVES FILHO e TOSCANO,2013,p.178).[grifo do autor].

Fig.5-Representação do fenômeno de dispersão da luz por um prisma em Física Interação e Tecnologia (GONÇALVES e TOSCANO, 2013, p.193).

Vemos que os autores não expõem o contexto histórico de teorias concorrentes e de fenômenos luminosos por explicar no qual o modelo de Newton foi concebido.

“(…) 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”(GONÇALVES FILHO e TOSCANO,2013,p.193).



No trecho acima, os autores mencionam a época do experimento para situar do ocorrido e o descreve brevemente.

Nesta ocasião, exibem um prisma que mostra a decomposição da luz quando o atravessa apenas com a intenção de verificar o fenômeno de dispersão (fig. 5). No entanto, não é mencionada a razão que fez o cientista a realizar esse experimento e outros elementos desencadeadores para a conclusão de que a luz branca é formada por diferentes refrangibilidades. Desconsidera a intervenção de outros cientistas da época, de modo que desagrada uma ideia de ciência como atividade coletiva.

Mais adiante, ao mencionar sobre o que caracteriza a mudança de um meio para outro, os autores expõem uma das constatações de Newton referente ao feixe de luz que entra numa parede oposta:

“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, laranja e vermelho.(...)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 FILHO e TOSCANO,2013,p.193).

Observa-se 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. Os autores deixam claro que Newton não concordava com a hipótese, o que o conduziu para a realização de novos experimentos envolvendo a presença de dois prismas. Aqui os autores deixam claro de que a ciência não é consensual e sim um processo de construção de conhecimento envolvendo divergências de ideias. Na sequência, fazem uso de uma ilustração (fig.6) a seguir reproduzida.



Fig. 6- Representação do esquema de decomposição e composição da luz branca por um prisma em Física Interação e Tecnologia (GONÇALVES e TOSCANO, 2013, p.193).

O uso dos dois prismas foi um dos pontos cruciais para estabelecer uma das conclusões relevantes a respeito da decomposição da luz por um prisma, constatando que a luz de diferentes cores possui diferentes índices de refração. A ilustração usada pelos autores contribui para que se tenha uma ideia de um dos procedimentos realizado por Newton na época. Apesar disso, representa uma forma do experimento de Newton, e não aquela 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, e daí observando a não dispersão inicial se repetir. Mais adiante, contudo, como se verá, é ilustrado este experimento.

No parágrafo posterior, os autores afirmam que de acordo com Newton as cores surgidas num prisma resultavam 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 FILHO e TOSCANO, 2013, p.193). [grifo do autor].

Sem trazer à abordagem o contexto histórico que envolvia o problema da luz e das cores com o qual se ocupava Newton, os autores mencionam em mais pormenores o experimento realizado por Newton:

“Newton observou ainda 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, então, que cada cor que compunha a luz solar era luz pura, à qual chamou **luz monocromática**” (GONÇALVES FILHO e TOSCANO, 2013, p.178). [grifo do autor].

Para ilustrar o experimento descrito, os autores utilizam a ilustração reproduzida na Fig. 7 abaixo.

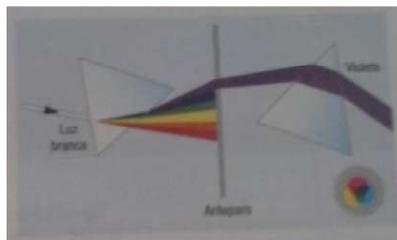


Fig. 7-Representação do esquema da decomposição de uma luz monocromática em Física Interação e Tecnologia (GONÇALVES e TOSCANO, 2013, p.193).

Trata-se de uma figura elaborada pelos autores em substituição àquela empregada pelo próprio Newton. Contudo, é possível questionar o porquê de não ter sido reproduzida a imagem original, o que seria mais fiel à história e poderia produzir no estudante uma sensação de contato com o conhecimento mais rica e instigante.

Conforme, o exposto nos livros analisados, é possível organizar uma tabela geral apresentando as proporções das principais questões identificadas dentre os cinco livros:

Tabela 6 - Aspectos gerais

-
- ❖ Apresentam (5/5) o fenômeno estudado sem qualquer relação anterior aos fatos que tenham contribuído para o interesse no seu estudo;
 - ❖ Há (5/5) uma despreocupação com a ideia de método científico (desassociado/desvinculado a um processo lento e exaustivo);
 - ❖ Reforçam (5/5) a visão da ciência como atividade individual e o conhecimento
-

-
- científico como verdadeiro e definitivo;
 - ❖ Omitem (5/5) as controvérsias com os contemporâneos de Isaac Newton acerca da natureza da luz;
 - ❖ Afirmam (2/5) o uso somente de um prisma para concluir que a luz branca é formada por diferentes refrangibilidades;
 - ❖ Na maior parte (4/5) associam o uso do experimento como evidência suficiente para comprovar a teoria;
 - ❖ Afirmam (1/5) que Newton foi o primeiro cientista a lidar com a separação das cores de uma luz policromática;
 - ❖ Dos 5 livros apenas 1 destaca a relevância da teoria em decorrência do papel ocupado por Newton na época;
 - ❖ Não expõem (5/5) o contexto histórico de teorias concorrentes e de fenômenos luminosos;
 - ❖ É desconsiderada (5/5) a posição do prisma;
 - ❖ Em quase todos os livros (3/5) são mencionadas a questão das cores, destacando-as como relevante para atingir uma conclusão final do experimento;
 - ❖ É apresentada (1/5) uma das explicações dada na época para o surgimento das cores atribuída a presença de impurezas ou irregularidades no vidro.
-

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos pontos problemáticos é como as informações, principalmente sobre a ciência são apresentadas nesses materiais, tornando-se uma questão de interesse para a pesquisa. Diante desse cenário, procuramos neste trabalho mostrar como a teoria da luz de Newton é tratada por alguns LDs contidos na relação do PNLN/ 2015, e, em linhas gerais, observamos que alguns elementos histórico-filosóficos, quando identificados, apresentavam-se fragmentados e equívocos, o que prejudica a compreensão de questões próprias da natureza da ciência. De um modo geral, a teoria da Luz de Newton das cores é apresentada nos LDs de forma sucinta e simplificada.

Vimos que para um tratamento adequado o uso da HFC em contrapartida com a Historiografia pode contribuir para que amenizem certas distorções e equívocos presentes nos LDs, mas requer um trabalho minucioso.

Uma questão que merece reflexão é a provável intenção dos autores de fazer uso da abordagem histórico-filosófica, o que pode estar associado às disputas editoriais que levam os autores a se adequarem minimamente aos critérios de avaliações do PNLN. A princípio, este é um fato positivo porque contribui para a inserção da HFC no ensino. Contudo, trabalhos como este podem mostrar, ainda que preliminarmente, a insuficiência ou mesmo o insucesso destas iniciativas.

Em suma, é possível destacar-se a relevância da HFC para um tratamento adequado dos aspectos da HC presentes nos LDs que apesar de algumas limitações apontadas por alguns autores, acreditam na eficiência que podem trazer para o ensino. Todavia, notamos que os LDs exercem fortes influências nas concepções dos estudantes, devido às histórias e componentes neles contidos/enraizados que na maioria das vezes não são observados criticamente.

NEWTON'S COLOR THEORY IN THE DIDACTIC BOOK OF PHYSICS: AN EPISTEMOLOGICAL APPROACH

ABSTRACT

With the prospect that the didactic book exerts an influence in the school environment, especially in the teaching of sciences. The present research intends to propose an analysis under a conceptual and historical-philosophical approach, of the approach of the "crucial experiment" and Newton's theory of light and colors in physical didactics books present in the relation of the PNLD / 2015 to the High school. In order to do this, we analyze five books from different collections, looking at the space destined to the theory, the form of approach, some of the explicit and implicit historical-philosophical elements, that allows to gather a sequence of information to discuss contributions to an inadequate understanding of Science And scientific work. In that some elements present in the didactics books can present certain distortions of the History of Science that makes difficult in the understanding of the nature of science. It is seen that the experiment of the decomposition of light by a prism is used without any historical element that contributes to an adequate construction of Science. Without mentioning that most of the time the position of the prism is disregarded, one of the points of relevance to the conclusion that the white light is formed by different refrangibilities. However, the likely intention of the authors of the books is one of the possible points to justify the misunderstandings present in the use of the characterized approach, going through the most disseminated materials in education.

Keywords: Science Teaching; History and Philosophy of Science. Didactic Book. Newton Color Theory.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Camile de; e ARAÚJO, Elisabeth. **Manual de orientação e Normalização de livros**. Campina Grande: Eduepb, 2010.

BATISTA, Amanda Penalva. **Uma análise da relação professor e o livro didático**. 2011. 65f. Monografia (Graduação em Pedagogia)-Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2011.

BRINCKMANN, Cátia; e DELIZOICOV, Nadir Castilho. **Formação de Professores de Física e a História da Ciência**. IX Congresso Nacional de Educação- EDUCERE. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. 26 a 29 de Out. de 2009-PUCPR.

CARVALHO, Cristiano. **A História da Ciência dos Livros Didáticos de Física**. V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Curitiba- Paraná. 2016.

CARVALHO, Cristiano; e GARCIA, Nilson Marcos Dias. **A História da Ciência em Livros Didáticos de Física**. [S.L.:s.n], 2006.

DUARTE, Maria da Conceição. **A História da Ciência na prática de professores portugueses: Implicações para a formação de professores de Ciências**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. Vol.2. São Paulo, 2009.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; e MARTINS, Roberto de Andrade. **Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula**. *Cad. Bras. Ens. Fís.* v.28, n.1: p.27-59, abr.2011.

GIL-PÉREZ, D. et al. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.

GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS: PNLD 2015, física: ensino médio. – Brasília: Ministério da Educação, 2014.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, C. Celestino (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MATHEWS, 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, dez 1995.

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.

MURÇA, Jenyffer Soares Estival; *et al.* **Concepções sobre a História da Ciência apresentadas nos Livros Didáticos dos Anos Iniciais no Estado de Goiás**. *Revista reflexão e ação*, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 2, p. 156-176 mai./ago. 2016.

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

SILVA, Cibele 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, Cibele 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, nº4, dezembro, 1996.

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.

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

SILVA, Rafael Moreira da. **Textos didáticos: crítica e expectativa.** Campinas, SP: Alínea, 2000.

TAKAHASHI, Bruno Tadashi; e BASTOS, Fernando. **Quais saberes são mobilizados para suprir as lacunas na formação inicial referentes à história da ciência? Góndola ensin. aprendiz. cienc.**, v.6, nº. 2, p. 63-70, dez.2011.

TERNES, Ana Paula Lausmann; SCHEID, Neusa Maria John; e GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **A história da ciência em livros didáticos de ciências utilizados no ensino fundamental.** VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 8 de Nov. de 2009.

TRINDADE, L. dos S. P. **História da Ciência na Construção do Conceito de Ciências.** In: BELTRAN, Maria H. R.; SAITO, Fumikazu; & TRINDADE, Laís dos S. P. (Org). **História da ciência e ensino: propostas, tendências e construção de interfaces.** São Paulo: Livraria da Física, 2009.

LIVROS ANALISADOS:

BONJORNNO, José Roberto; et al. **Física: termologia, óptica, ondulatória.** 2. ed. Editora FTD, 2013.

BARRETO FILHO, Benigno; e SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula : mecânica dos fluidos, termologia, óptica.** 2.ed. São Paulo: FTD, 2013.

GONÇALVES FILHO, Aurélio; e TOSCANO, Carlos. **Física Interação e Tecnologia.** 1. ed. São Paulo: Leya, 2013.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio 2**. 3.ed. Editora Saraiva, 2013.

STEFANOVITS, Angelo. **Ser Protagonista Física**. 2.ed. Editora Edições SM, 2013.