

Tratamento histórico presente em livros didáticos de Física concernente à velocidade da luz

Jacson Santos Azevedo
Francisco Nairon Monteiro Júnior

Resumo

A análise de livros didáticos de física voltados para educação básica tem sido matéria de pesquisa há décadas, contando com diversas abordagens metodológicas e voltadas a variados conteúdos específicos presentes em tais livros. Alinhados com esta tradição de pesquisa e munidos de cinco critérios avaliativos elaborados por nós, apresentamos, no presente artigo, a análise de quatro coleções aprovadas pelo PNLD 2018, concernente ao tratamento histórico contido em tais coleções na apresentação do tópico 'velocidade da luz', o qual consiste num importante recorte da história da óptica clássica que perpassa pela Física do século XX e seus desdobramentos epistemológicos na dualidade onda-partícula da luz. Frisamos que, longe de esgotar tal recorte, almejamos que nossa contribuição possa fortalecer os futuros livros didáticos de Física, provendo uma história menos ilustrativa e eurocentrada, bem como mais contextualizada e motivadora.

Palavras-chave: História da velocidade da luz; Óptica clássica; Livros didáticos.

Abstract

The analysis of physics textbooks focused on basic education has been a research subject for decades, relying on several methodological approaches and focused on various specific contents present in such books. In line with this research tradition and provided with five evaluation criteria developed by us, in this article we present the analysis of four collections approved by PNLD 2018, concerning the historical treatment contained in such collections in the presentation of the topic 'speed of light', which consists of an important section of the history of classical optics that runs through 20th century physics and its epistemological developments in the wave-particle duality of light. We emphasize that, far from exhausting such cut, we hope that our contribution can strengthen future Physics textbooks, providing a less illustrative and eurocentric story, as well as more contextualized and motivating.

Keywords: History of light velocity; Classical optics; Textbooks.

INTRODUÇÃO

A análise de livros didáticos de física é matéria de pesquisa desde algum tempo. Tais análises têm se mostrado diversas, tanto com respeito ao conteúdo investigado, quanto com respeito aos métodos e critérios de análise utilizados. Pena e Teixeira¹, por exemplo, contribuem para a discussão da avaliação de livros didáticos de física, tomando como eixo norteador a abordagem dada pelos livros à história e à filosofia da ciência, tendo como meta a preparação de professores na escolha de tais livros. Adotando a análise documental de resenhas de livros didáticos, paradidáticos e afins presentes nos principais periódicos nacionais, os pesquisadores analisaram 25 resenhas voltadas para a divulgação e o ensino de

¹ Fábio L. A. Pena & Elder S. Teixeira, "Parâmetros Para a Produção Literária em História e Filosofia da Ciência Voltada Para o Ensino e Divulgação das Ideias da Física," *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30, nº 3 (2013): 471-491.

física em uma perspectiva histórico-filosófica. Tal metodologia centrou-se em três dos principais periódicos voltados para o ensino de física, quais sejam, “A Física na Escola” (FnE), “Caderno Brasileiro de Ensino de Física” (CBEF) e a “Revista Brasileira de Ensino de Física” (RBEF). Os autores elencam inúmeros aspectos, uns favoráveis e outros desfavoráveis ao material analisado, dos quais, entre as categorias positivas, podemos mencionar a permissão para a transposição didática do conteúdo, o uso de uma linguagem clara e precisa, o acompanhamento de figuras e ilustrações que facilitam a assimilação do conteúdo e, quando possível, a incorporação dos contributos dos físicos brasileiros na temática em debate. Quanto aos parâmetros negativos dos materiais pesquisados, ainda dentro de um enfoque na HFC, Pena e Teixeira² apontam a ausência de físicos brasileiros em conteúdos em que há contribuições nacionais, a didática deficiente na apresentação do assunto abordado, a falta de clareza e precisão do texto histórico-filosófico e, por último, a descontextualização histórica do texto com a época em voga. Além do mais, os autores enfatizam a generalidade da categoria positiva clareza e precisão na linguagem pela sua presença nos textos resenhados e a importância de outras duas categorias: análise crítica de fontes primárias e o contexto histórico, social e cultural da época estudada. Em suas conclusões, mesmo frisando que os livros didáticos, paradidáticos e afins eram predominantemente voltados para o ensino superior, os autores recomendam tais categorias supracitadas como parâmetros consistentes para escolha de livros de física que dialogam com HFC.

Os livros de Ciências do ensino fundamental (5ª série a 8ª série), já contendo os conteúdos de física, conforme Pimentel³ podem conter equívocos conceituais e experimentais que exigem policiamento por parte do professor na identificação de tais e na utilização de outras fontes didático-pedagógicas. Pimentel menciona recomendações substanciais que devem estar presentes nos livros didáticos de ciências, tais como a valorização do conhecimento prévio do educando⁴, o protagonismo dos estudantes como sujeitos ativos no processo de ensino/aprendizagem, o alinhamento do conteúdo abordado com a estrutura cognitiva do aprendiz, a formação para cidadania, evitar o dogmatismo religioso, dentre outros que, mesmo se tratando do ensino fundamental, estão ancorados e em consonância com o Guia do Plano Nacional do Livro Didático para Física no ensino médio⁵. Nesta análise, o autor busca demonstrar, sem citar os livros ou as fontes aferidas, as distorções presentes que podem dificultar o aprendizado de conteúdos de física. De fato, entre os exemplos fornecidos pelo autor, existe uma ambiguidade sobre a natureza das partículas alfa e beta que são indicadas no livro didático como “raios” e, assim, com um

² Ibid.

³ Jorge R. Pimentel, “Livros Didáticos de Ciências: A Física e Alguns Problemas,” *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15, nº 3 (2006): 308-318.

⁴ Marco A. Moreira, “Grandes Desafios do Ensino da Física na Educação Contemporânea,” *Revista do Professor de Física*, 1, nº 1 (2017): 8-13.

⁵ Brasil, *Guia de Livros Didáticos: PNLD 2015: Física: Ensino Médio* (Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2014), 11-18.

comportamento ondulatório. Em outro exemplo, determinado livro sugere que o corpo, quando aquecido, detém calor, isto é, o autor do livro texto avaliado confunde as conceituações de calor, temperatura e energia interna (energia térmica) de um corpo⁶. Ainda a título de exemplo, podemos destacar o equívoco entre luz e cor, concernente ao fenômeno da decomposição da luz branca, quando analisado um fragmento de um livro didático do ensino fundamental pelo autor. Para detalhes com fins didáticos sobre a interação entre cores, pigmentos e luz, ver a sequência investigativa de Campos et al.⁷ Além destas imprecisões conceituais, Pimentel enumera, ainda, atividades experimentais sugeridas pelos livros avaliados que não geram os resultados esperados como o suposto eletroímã com núcleo não ferromagnético que não produz a imantação apontada pelo livro texto analisado. Incoerências que conduzem a frustrações dos estudantes. Portanto, diante de distorções conceituais e de caráter experimental, contando ainda com ilustrações incorretas e atividades práticas que colocam em risco a vida dos estudantes, o autor concede aos docentes a tarefa de selecionar criteriosamente os livros didáticos de ciências do ensino fundamental que, por um lado, conduzam à aprendizagem com segurança e, por outro lado, não devem ser tomados como única fonte instrucional.

Contribuindo para a análise de livros didáticos de física, no campo da acústica no ensino fundamental e médio, Monteiro Júnior e Medeiros⁸ sinalizam com preocupação as distorções e omissões de conceitos fundamentais existentes em tais materiais didáticos. Avaliando um montante de dezenove livros, os autores concentram-se nos conceitos de “altura”, “intensidade” e “timbre”. O quadro narrado pela pesquisa indica preocupação no que tange aos aspectos psicofísicos dos atributos analisados, como, a título de exemplo, na relação simplificada e superficial entre frequência e altura de um som. Outro exemplo dos autores é a exibição de gráficos da pressão em função do tempo. Em tais gráficos, os livros didáticos conduzem professores e estudantes a uma dicotomia entre intensidade sonora e os aspectos físicos associados, por exemplo, pela reação do ouvido humano a tais exposições. No que tange ao conceito de timbre, os autores apontam muitas abordagens reducionistas, que não trazem explicações adicionais sobre tal conceito. Em suas considerações finais, os pesquisadores descrevem os livros analisados como embebidos de uma sequência rígida no tratamento dado ao som que desvalorizam o diálogo histórico e interdisciplinar entre física e música, bem como de uma ausente contextualização dos tópicos investigados com a vivência e o cotidiano dos educandos.

⁶ Osmar H. M. Silva et al., “Reflexões Para Subsidiar Discussões Sobre o Conceito de Calor em Sala de Aula,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 25, nº 3 (2008): 383-396.

⁷ Alexandre Campos et al., “Luz, Cor e Visão: Uma Proposta de Ensino por Investigação,” *A Física na Escola*, 15, nº 1 (2007): 41-44.

⁸ Francisco N. Monteiro Júnior & Alexandre J. G. Medeiros, “Distorções Conceituais dos Atributos do Som Presentes nas Sínteses dos Textos Didáticos: Aspectos Físicos e Fisiológicos,” *Ciência & Educação*, 5, nº 2 (1998): 1-14.

Ainda explorando a análise de livros textos de Física concernente ao campo da acústica, Monteiro Júnior e Carvalho⁹ dão continuidade aos esforços críticos para o aprimoramento do ensino de tal campo científico já iniciado no artigo anterior¹⁰. Dessa vez, passados treze anos, os autores analisaram seis livros didáticos que foram aprovados pelo PNLEM 2006 para serem adquiridos e implementados nas escolas públicas no ano de 2009. As categorias escolhidas pelos autores foram “presença das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)”, o “uso da HFC” e “precisão conceitual”, sintetizadas de sete critérios especificados e extraídos do PNLEM 2006, e uma adicional, criada pelos autores, que foi a presença dos “estudos de paisagens sonoras”. Os resultados encontrados, conforme tabela apresentada pelos pesquisadores, apontam que, após mais de uma década, não houve mudanças significativas nos livros analisados, no que tange, especificamente, os conteúdos investigados. De fato, todos os livros analisados que continham capítulos dedicados ao estudo do som, nenhum enfatizava a categoria paisagens sonoras, urbanas ou rurais, suas nuances, nem inserções sócio históricas. Quanto às demais categorias, Monteiro Júnior e Carvalho¹¹ anunciam um quadro preocupante que inclui ilustrações inapropriadas e que reproduzem concepções errôneas de onda sonora, uma insipiente utilização da HFC com equívocos ou senão meramente ilustrativa e factual. Também é objeto de preocupação as dominantes inserções parciais dos conteúdos de acústica com as contextualizações do campo CTSA, uma vez que os livros não trazem pontos controversos ou discordantes que acompanharam o desenvolvimento da acústica e, portanto, não contribuindo para a criticidade do estudante.

Alinhados com as análises acima apresentadas, analisamos algumas coleções aprovadas no PNLD 2018, no que tange ao tratamento histórico dado à temática “velocidade da luz”, valorizando as disputas sobre sua natureza e intensidade, bem como os personagens que fizeram parte desta história. Nossa motivação reside na importância do estudo da natureza física luz, principalmente para estudantes do ensino médio (2º ano e 3º ano), e que faz parte dos conteúdos dos livros textos quando tratam, a título de exemplos, de tópicos como a óptica geométrica, os instrumentos óticos, a natureza da luz e sua dualidade. Na seção seguinte, apresentamos uma reconstrução histórica de episódios e experimentos marcantes para determinação da velocidade da luz, a qual serviu de balizas para nossa análise.

Um breve histórico sobre as medidas da velocidade da luz

A natureza da luz é fartamente debatida em livros e periódicos, abordando aspectos sobre sua dualidade, sobre as disputas em torno da natureza ondulatória ou corpuscular, principalmente entre os

⁹ Francisco N. Monteiro Júnior & Washington L. P. Carvalho, “O Ensino de Acústica nos Livros Didáticos de Física Recomendados Pelo PNLEM: Análise das Ligações Entre a Física e o Mundo do Som e da Música,” *Holos*, 1, (2011): 137-154.

¹⁰ Monteiro Júnior & Medeiros, *Distorções Conceituais dos Atributos*, 1-14.

¹¹ Monteiro Júnior & Carvalho, *O Ensino de Acústica*, 142-152.

séculos XVIII e XIX, a quantização da luz na explicação do efeito fotoelétrico, além do protagonismo de personagens centrais no desenvolvimento da óptica clássica como Alhazen (965-1040), René Descartes (1596-1650), Isaac Newton (1643-1727), Augustin Fresnel (1788-1827), entre outros. Contudo, a nossa proposta, nesta seção, é tratar, dentro de uma perspectiva histórica, o desenrolar na determinação da velocidade de propagação da luz, pretendendo construir subsídios norteadores para uma consequente análise de livros didáticos de Física utilizados na escola média em torno deste tópico da óptica clássica.

Além das conhecidas disputas sobre a natureza da luz, a história da ciência destaca as rivalidades sobre a velocidade ser finita ou infinita, e, se finita, qual sua magnitude? Procurando fazer uma reconstrução legítima e problematizada de tal tópico da história da óptica, nosso ponto de partida se dá na antiguidade clássica, quando os gregos antigos já se posicionavam sobre estas questões. Forato¹², descrevendo as concepções dos pré-socráticos para explicar a visão dos objetos, aponta que Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava na instantaneidade da luz, ou seja, que a luz se propagaria com velocidade infinita¹³, posição essa igualmente defendida por Descartes, quando atribui ao *plenum* (éter) a propriedade de garantir o deslocamento da luz de modo instantâneo em um meio sutil. Isto é, para o filósofo francês, ainda segundo Forato¹⁴, rejeitando a ideia de interação à distância através do vácuo, acaba por emprestar atributos mecânicos ao éter luminoso, bem como à explicação para a visão, na qual, considerando a interação entre o observador e objeto, a luz exerceria uma pressão no éter para permitir sua propagação instantânea ou infinita e em todas as direções.

Bassalo¹⁵, na primeira parte de uma linha do tempo para óptica clássica, relata a posição quase solitária de Empédocles de Agrigento (490-430 a.C.), pensador grego adepto da concepção corpuscular da luz, que defendia a ideia que a luz teria uma velocidade finita. Tal posição, ainda de acordo com o autor, também seria corroborada pelo físico árabe Alhazen ou Al-Haytham, responsável pela obra “O Tesouro da Ótica”, do século XI, que exerceu grande impacto no continente europeu ao discutir espelhos esféricos, parabólicos, sistemas de lentes e a formação de imagens em câmaras escuras. Dentre os cientistas que entraram em contato com o trabalho de Alhazen, podemos mencionar o padre inglês Roger Bacon (1214-1292) que acreditava na existência de um intervalo de tempo para luz se deslocar e, assim de um valor finito para sua velocidade de propagação. Sendo dominante o pensamento aristotélico na Europa, o autor refere-se ao físico e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), além de suas pesquisas em relação à óptica que inclui estudos sobre telescópios e a fundamentação de uma área de

¹² Thaís C. de Mello Forato, “A Natureza da Ciência Como Saber Escolar: Um Estudo de Caso a Partir da História da Luz”, vol. 2 (tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2009), 1-24.

¹³ José M. F. Bassalo, “A Crônica da Ótica Clássica,” *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 3, nº 3 (1986): 138-159.

¹⁴ Forato, *A Natureza da Ciência*, 9-11.

¹⁵ Bassalo, *A Crônica da Ótica* (1986), 138-159.

pesquisa denominada de dióptrica, como apoiador da ideia da infinitude da velocidade da luz, porém não apresentando resultados experimentais sobre tal hipótese.

Pietrocola¹⁶, ao tratar dos modelos explicativos sobre a natureza da luz adotados por Descartes, Christian Huygens (1629-1695) e Newton, indica que os dois últimos defendiam que a luz se deslocaria com uma velocidade finita, contrariando o sistema cartesiano. Moura¹⁷ contribui para o debate entre os corpuscularistas e vibracionistas ao abordar algumas concepções vibracionais alternativas e não hegemônicas para a luz na Grã-Bretanha do século XVIII, caracterizada pela dominação das ideias newtonianas. Já Pietrocola menciona os trabalhos experimentais de Ole Røemer (1644-1710) e James Bradley (1643-1762) na estimativa de tal velocidade de propagação^{18, 19}. Jean-Baptiste Biot (1774-1862) e François Arago (1786-1853), físicos franceses, em 1806, realizando experimentos com a refração da luz vinda de diferentes astros em um prisma, encontraram resultados que refutaram a concepção corpuscular newtoniana, uma vez que concluíram que a velocidade da luz era sempre constante.

Em 1810, Arago realiza experimentos que também se mostraram contrários à teoria newtoniana, em tais experimentos fez uso de um prisma terrestre e considerou duas situações, quais sejam a luz vindo de corpos celestes num sentido oposto à translação da Terra e no mesmo sentido da translação da Terra. A previsão baseada na teoria corpuscular de Newton previa um ângulo de desvio diferente nas duas situações ao considerar que, na primeira situação, no meio que constitui o prisma, a velocidade da luz seria adicionada à velocidade translação da Terra, enquanto que na segunda situação as velocidades seriam subtraídas. Porém, de acordo com Pietrocola, nenhuma diferença entre as medidas de amplitude dos ângulos foram detectadas por Arago, ou seja, em situações com velocidades supostamente distintas no prisma, não resultou em ângulos de refração diferentes. Logo, ao abalar o edifício do comportamento da luz na teoria de Newton, a concepção ondulatória da natureza da luz volta à tona com mais força no século XIX. Fresnel, para explicar tais efeitos encontrados por Arago, utilizaria a hipótese do arrastamento parcial do éter acompanhado de um tratamento matemático adotando o modelo ondulatório de Huygens que, mesmo encontrando resultados experimentais favoráveis, a sustentação teórica foi passível de críticas e ressalvas como as tecidas pelos físicos Armand Fizeau (1819-1896) e Nicolas Mascart (1837-1908). O eletromagnetismo clássico e, posteriormente, a teoria da relatividade especial, resolveriam logicamente as inconsistências apontadas pela teoria de Fresnel.

¹⁶ Maurício Pietrocola, "Fresnel e o Arrastamento Parcial do Éter: A Influência do Movimento da Terra Sobre a Propagação da Luz," *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 10, nº 2 (1993): 157-172.

¹⁷ Breno A. Moura, "Teorias Vibracionais da Luz na Grã-Bretanha do Século XVIII," *Scientiae Studia*, 14, nº 2 (2016): 333-356.

¹⁸ José M. F. Bassalo, "A Crônica da Ótica Clássica," *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 4, nº 3 (1987): 140-150.

¹⁹ José M. F. Bassalo, "Fresnel: O Formulador Matemático da Teoria Ondulatória da Luz," *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 5, nº 2 (1988): 79-87.

Neste bojo envolvendo os trabalhos pavimentados na teoria ondulatória da luz de Fresnel, Bassalo²⁰, além de um breve perfil biográfico em homenagem ao bicentenário de nascimento do físico e engenheiro francês, vai descrever a rivalidade da natureza da luz que, mesmo pendendo para o modelo ondulatório, diante de várias comprovações experimentais, ainda contava com partidários da teoria corpuscular como o veterano físico inglês David Brewster (1781-1868). Dentre os experimentos que repousavam favoravelmente à teoria ondulatória, apontados pelo autor, estava aquele que decidia contra o modelo de partículas para a luz no qual, segundo este modelo, quanto mais denso o meio, maior era a velocidade de propagação da luz. Fizeau e Jean-Bernard-Léon Foucault (1819-1868) conseguiram comprovar exatamente o contrário do que sinalizava a teoria corpuscular quando, através de meios mais densos e refringentes como a água, a velocidade da luz era menor em comparação àquela da propagação no ar. Em 1851, Fizeau determinou a velocidade da luz na água em movimento, como previsto pela explicação de Fresnel para o arraste parcial do éter²¹.

As primeiras tentativas registradas de obtenção da velocidade da luz são comentadas e descritas por Bassalo²² em sua segunda parte da história da ótica clássica. O matemático e físico italiano Galileu Galilei (1564-1642) fez uma tentativa mal sucedida, na qual, separando dois observadores por uma determinada distância e providos de lanternas, cada um em uma colina, mediu o intervalo de tempo com que a luz era identificada por cada observador, e, daí, determinou a velocidade. Muito embora engenhoso, tal procedimento falhou pelo fato da distância entre os observadores ser muito pequena, resultando num intervalo de tempo, à época, incomensurável. Segundo o autor, o já mencionado astrônomo dinamarquês Røemer foi o primeiro, em 1675, a obter um valor para a velocidade de propagação da luz a partir das observações dos atrasos nos eclipses de Júpiter. Røemer encontrou 220.000.000 m/s, mas não obteve o devido reconhecimento, uma vez que, no meio científico francês daquele período, a concepção aristotélica da infinitude da luz era hegemônica. No entanto, conforme Laporte²³, além de responsabilizar a hegemonia das posições cartesianas sobre a propagação infinita da luz, a baixa aceitação da medida de Røemer também se dava pela forte oposição do astrônomo Jean Dominique Cassini (1625-1712) que justificava os atrasos nos eclipses de Io à excentricidade de sua trajetória e pela não observação desses atrasos nos outros satélites de Júpiter. O também já citado astrônomo inglês James Bradley, depois de uma série de observações da estrela Draconis acompanhada da descoberta da “aberração da luz”,

²⁰ Ibid.

²¹ José M. F. Bassalo, “A Crônica da Ótica Clássica (Parte III: 1801-1905),” *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 6, nº 1 (1989): 37-58.

²² Bassalo, *A Crônica da Ótica* (1987), 145-148.

²³ Rafael S. Laporte, “Ole Roemer e a velocidade da luz: explorando aspectos da natureza da ciência em uma proposta de ensino” (dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2017), 48, 66-70.

fenômeno oriundo da composição da velocidade da luz emitida pela estrela e da velocidade de rotação da Terra em torno de seu eixo, estimou em 304.000.000 m/s a velocidade da luz.

Retornando aos trabalhos experimentais calcados nas pesquisas de Fresnel sobre seu modelo ondulatório, Bassalo²⁴ revela detalhes experimentais na determinação da velocidade de propagação da luz no ar por Fizeau em 1849. Segundo o autor, o físico francês, fazendo uso de uma roda dentada de 720 dentes, separou dois espelhos por uma distância de 8 km e, conhecendo a frequência, a velocidade angular e as dimensões da engrenagem, encontrou 375.000.000 m/s. Ainda no século XIX, Alfred Cornu (1841-1902), utilizando um aparato semelhante ao de Fizeau, mas com uma engrenagem de 200 dentes obteria 295.000.000 m/s para a velocidade da luz no ar. Em 1862, Foucault, seguindo uma sugestão do físico Charles Wheatstone (1802-1875), aprimoraria o dispositivo de Fizeau ao substituir a engrenagem por um espelho giratório, obtendo um grande resultado para a velocidade da luz no ar, qual seja 298.000.000 m/s. Nesta seara de experimentos voltados à determinação da velocidade da luz e, em simultâneo, ao fortalecimento da teoria ondulatória da luz, Albert Michelson (1852-1931), já no século XX, determinaria um valor igual a 298.798.000 m/s para a velocidade da luz por meio de um aparato munido de um tubo evacuado de 1,6 km e sujeito a uma pressão de 0,5 mmHg.

De acordo com Bassalo²⁵, o físico Albert Michelson passou a vida buscando determinar com a maior precisão possível a velocidade de propagação da luz no vácuo. Dentre os dispositivos utilizados pelo cientista norte-americano, embora tenha nascido na Polônia, foi seu famoso interferômetro. Com o estabelecimento da teoria eletromagnética clássica, por meio das equações de James Maxwell (1831-1879), pôde-se determinar um valor teórico e finito para a velocidade da luz no vácuo, qual seja 300.000.000 m/s e, portanto, tomando a luz como uma onda eletromagnética. Contudo, nesta consideração da luz como onda, os cientistas precisavam comprovar a existência de um meio material que permitisse a propagação da luz, assim como o som, sendo uma onda mecânica, necessita de um meio para “ondular”, bem como qualquer onda até então conhecida. Tal meio, ainda segundo os autores, era denominado de éter ou éter luminífero já conjecturado desde antiguidade e muito presente nos debates entre newtonianos e defensores do modelo ondulatório da luz, mas nunca observado^{26, 27, 28}.

Dito isto, o interferômetro de Michelson seria um dispositivo que poderia detectar ou não a existência de tal meio que, comprovado, municiaria mais ainda os partidários da teoria ondulatória da luz. Ou seja, medir a velocidade da luz em relação ao equipamento, era observar o movimento da Terra em

²⁴ Bassalo, *A Crônica da Ótica* (1989), 49-50.

²⁵ Ibid.

²⁶ Ibid., 37-58.

²⁷ Forato, *A Natureza da Ciência*, 1-24.

²⁸ Antony M. M. Polito, *A Construção da Estrutura Conceitual da Física Clássica* (São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016), 89-116.

relação ao suposto éter²⁹. Em uma tentativa em 1881, Michelson não chegou a resultados conclusivos, entretanto, em 1887, já contando com um aparato mais sofisticado e com a presença do físico e químico Edward Morley (1838-1923), os resultados achados não foram satisfatórios para o eletromagnetismo clássico que, em linhas gerais, não confirmaram a existência do éter como referencial privilegiado. Mesmo assim, as investigações não se esgotaram, uma vez que os achados do experimento anterior possibilitaram uma reavaliação das equações de transformações galileanas para a mecânica clássica que desembocaria na formulação da teoria da relatividade restrita, no início do século XX, pelo físico Albert Einstein (1879-1955).

Por fim, antes de enveredarmos na próxima seção do presente artigo, queríamos registrar que o valor atualmente adotado para a velocidade de propagação da luz no vácuo, tomado a partir da definição do metro, é de 299.792.458 m/s³⁰.

Metodologia de investigação

Buscando nos inserir na tradição de pesquisa sobre livros didáticos, a metodologia científica que adotamos consistiu na pesquisa documental qualitativa³¹, a qual foi aplicada na análise de quatro coleções de física aprovadas pelo PNLD 2018. Para tanto, definimos critérios para tratamento dos dados oriundos de tal análise, específica ao tratamento histórico dado por eles ao estudo da velocidade da luz, perpassando pela rivalidade da natureza da luz ou mesmo por posicionamentos a favor ou contra a finitude da velocidade de propagação da luz. Em harmonia com o PNLD 2018, os parâmetros elencados a seguir buscam sintonia com dois critérios avaliativos do citado plano, sendo um utilizado pelo bloco 2, no qual o livro em avaliação deve “[contemplar] a História da Ciência articulada aos assuntos desenvolvidos, evitando assim reduzi-las a cronologias, biografias de cientistas ou a descobertas isoladas”³² e o outro, presente no bloco 3, busca investigar se o texto didático

[desenvolve] os conteúdos e apresenta as atividades de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão histórica da produção do conhecimento, quanto a dimensão vivencial dos estudantes, no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho³³.

²⁹ Paul A. Tipler & Ralph A. Llewellyn, *Física Moderna*, 6ª ed, trad. e rev. Ronaldo S. de Biasi (Rio de Janeiro: Editora LTC, 2014), 5-8.

³⁰ Ibid., 35.

³¹ Antonio C. Gil, *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*, 4ª ed (São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002), 87-91.

³² Brasil, Ministério da Educação. PNLD 2018: Física – Guia de Livros Didáticos – Ensino Médio/Ministério da Educação – Secretaria de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação (Brasília: MEC, SEB, 2017), 23.

³³ Ibid., 24.

Assim sendo, tomando tais parâmetros como guias norteadores centrados na “dimensão histórica” como fio condutor, elaboramos cinco critérios para análise dos livros, quais sejam:

- A presença não ilustrativa das posições dos filósofos da antiguidade, pré-socráticos ou não, sobre aspectos relacionados à finitude ou não da velocidade da luz (critério/parâmetro C1).
- A contribuição de outros cientistas não europeus e de forma não meramente biográfica ao debate da velocidade de propagação da luz, como, por exemplo, o físico árabe Al-Haytham (critério/parâmetro C2)³⁴.
- A rivalidade da natureza da luz como questão adjacente à obtenção de uma magnitude para a velocidade da luz e sua inclinação favorável ao modelo ondulatório com a procura de evidências do suposto éter (critério/parâmetro C3).
- Descrição das primeiras tentativas de encontrar tal velocidade, acompanhadas de ilustrações explicativas, que contou com o pioneirismo de Galileu e os resultados obtidos por Röemer, Bradley, Fizeau, Foucault, dentre outros (critério/parâmetro C4).
- Os trabalhos experimentais de Michelson, ora individual e ora com Morley, que notabilizaram sua vida acadêmica e de pesquisador, lhe rendendo o prêmio Nobel em 1907 (critério/parâmetro C5).

O critério/parâmetro C1 foi elaborado visando mostrar ao aluno a posição e a contribuição dos antigos filósofos gregos a respeito da finitude ou infinitude da velocidade da luz, demonstrando seu desenvolvimento histórico e seu atrelamento com as concepções sobre a natureza da luz e da visão³⁵. Dialogando com o debate levantado por Quijano³⁶, o parâmetro C2 salienta os contributos de cientistas não europeus, ofuscados pela colonização do conhecimento e empresta visibilidade aos saberes sobre o estudo da luz não eurocentrados, como, por exemplo, as contribuições dos povos da Mesoamérica ou do mundo árabe sendo destaque, neste último caso, o físico Al-Haytham (Alhazen). O critério C3, de acordo com a segunda seção deste artigo, foi selecionado no âmbito das discussões acerca da natureza da luz e do suposto arrastamento do éter luminífero. A título de exemplo, a determinação da velocidade da luz em meios distintos nas experiências de Fizeau e Foucault apontou decisivamente, em determinado momento histórico, para a teoria ondulatória³⁷. O critério/parâmetro C4, por sua vez, busca concentrar-se nas descrições dos experimentos que permearam as primeiras tentativas de obtenção da velocidade da luz pelas iniciativas de Galileu, Röemer, Foucault e outros, trazendo ilustrações de tais aparatos. Por fim e integrado ao critério/parâmetro C4, o último critério almejou protagonizar os esforços vitalícios de

³⁴ Anibal Quijano, “A Colonialidade do Saber: Eurocentrismo e Ciências Sociais,” in *Colonialidade do Poder, Eurocentrismo e América Latina*, ed. CLACSO (Buenos Aires: CLACSO, 2005), 117-142.

³⁵ Forato, *A Natureza da Ciência*, 1-8.

³⁶ Quijano, *A Colonialidade do Saber*, 121-122.

³⁷ Bassalo, *A Crônica da Ótica (1989)*, 49.

Michelson, contando também com a colaboração de Morley, na confecção e aperfeiçoamento de seu interferômetro na busca por medições cada vez mais precisas para a velocidade de propagação da luz.

Dito isto, aplicamos os critérios supracitados nas seguintes coleções de Física aprovadas no PNLD 2018, a saber: o volume 2 de Torres et al.³⁸, o volume 2 de Martini et al.³⁹, os volumes 2 e 3 da coleção de Pietrocola et al.^{40, 41} e, finalmente, os volumes 2 e 3 que compõe a coleção de Bonjorno et al.^{42, 43}.

Análise de livros didáticos

Iniciamos nossa avaliação a partir do livro de Torres et al.⁴⁴. Tal obra não deu a devida atenção ao desenvolvimento histórico que cercou a determinação da velocidade de propagação da luz. Analisando os capítulos 5, 7 e 8, percebemos um maior destaque às contribuições do físico escocês Maxwell a respeito do entendimento da luz como uma onda eletromagnética cuja previsão teórica indicava um valor finito e aproximado de 300 000 km/s para a velocidade da luz no vácuo. Evidenciando uma retórica conclusiva, apresenta algumas aplicações tecnológicas do eletromagnetismo clássico como as máquinas de ressonância e os geradores elétricos. Os trabalhos de Einstein sobre o efeito fotoelétrico e a teoria da relatividade especial tem visibilidade no texto. Contudo, a questão sobre a existência ou não do éter aparece brevemente e atrelada aos postulados de Einstein. O físico árabe Al-Haytham, no capítulo dedicado a refração da luz, é mencionado pela sua contribuição, entretanto, não encontramos menção acerca de seus estudos sobre a velocidade da luz, conforme o critério C2. Portanto, sem as devidas contextualizações sobre as disputas sobre a natureza da luz e, principalmente, sem o desenrolar da “trama” histórica na obtenção da velocidade da luz e no debate de sua finitude ou não, concluímos que o livro didático de Torres et al. somente contemplou parcialmente os critérios C2 e C3, uma vez que os trabalhos de Maxwell compõem o enredo que cerca a história do éter.

³⁸ C. M. A. Torres, N. G. Ferraro, P. A. T. Soares & P. C. M. Pentead, *Física: Ciência e Tecnologia: Termofísica, Óptica e Ondas*, vol. 2, 4ª ed. (São Paulo: Editora Moderna, 2016), 140-169, 192-277.

³⁹ G. Martini, W. Spinelli, H. C. Reis & B. Sant’anna, *Conexões com a Física: Estudos do Calor, Óptica Geométrica e Fenômenos Ondulatórios*, vol. 2, 3ª ed. (São Paulo: Editora Moderna, 2016), 140-239.

⁴⁰ M. Pietrocola, A. Pogibin, R. Andrade & T. R. Romero, *Física em Contextos, 2: Ensino Médio*, vol. 2, 1ª ed. (São Paulo: Editora do Brasil, 2016), 188-233.

⁴¹ M. Pietrocola, A. Pogibin, R. Andrade & T. R. Romero, *Física em Contextos, 3: Ensino Médio*, vol. 3, 1ª ed. (São Paulo: Editora do Brasil, 2016), 124-215.

⁴² J. R. Bonjorno, C. M. Ramos, E. P. Prado, V. Bonjorno, M. A. Bonjorno, R. Casemiro & R. F. S. A. Bonjorno, *Física: Termologia, Óptica e Ondulatória*, vol. 2, 3ª ed. (São Paulo: Editora FTD, 2016), 124-228.

⁴³ J. R. Bonjorno, C. M. Ramos, E. P. Ramos, V. Bonjorno, M. A. Bonjorno, R. Casemiro & R. F. S. A. Bonjorno, *Física: Eletromagnetismo e Física Moderna*, vol. 3, 3ª ed. (São Paulo: Editora FTD, 2016), 184-224.

⁴⁴ Torres et al., *Física: Ciência e Tecnologia*, 140-169, 192-277.

A unidade 3 do volume 2 de Martini et al.⁴⁵ aborda de forma mais criteriosa o desenvolvimento histórico da obtenção da velocidade da luz. De fato, os autores mencionam a concepção corpuscular dos gregos antigos e, ao citar Aristóteles, falam de um “fluido imaterial” (provavelmente o éter) como responsável pela visão de objetos. Forato⁴⁶, já mencionada neste artigo, credita a Aristóteles a influência do meio entre o objeto e o observador como crucial no fenômeno da visão. Sendo assim, por mais que os autores não tenham discorrido, por exemplo, sobre a ideia aristotélica de que a luz se propagaria instantaneamente, fizeram menção às ideias dos gregos antigos. Na sequência, Martini et al. fazem um relato das experiências de Galileu, Röemer e Fizeau. Para tanto, os autores fazem uso de uma ilustração do aparato de Fizeau, além de uma descrição bem elaborada do experimento de Galileu e suas limitações pela distância entre as fontes de luz e ainda relatam as observações do astrônomo Röemer no tocante aos eclipses de Io, satélite de Júpiter, e à velocidade de propagação da luz conforme o fragmento seguinte:

Em suas observações, Roemer⁴⁷ percebeu desse planeta [Júpiter] sofriam eclipses de uma vez a cada órbita. Notou ainda que os intervalos de tempo dos eclipses de Io variavam de acordo com a posição relativa entre Júpiter e a Terra... Como os intervalos de tempo eram diferentes de acordo com a posição Terra/Júpiter, Roemer concluiu que a luz proveniente de Io não alcançava nosso planeta de maneira instantânea, o que comprovava que a velocidade da luz tinha um valor finito ⁴⁸.

Portanto, o livro texto avaliado contemplou parcialmente o critério C1 e plenamente o parâmetro C4, mas deixando de lado, a título de exemplos, as experiências de Michaelson-Morley, as contribuições dos árabes e as controvérsias sobre o éter e a velocidade da luz.

Também avaliamos os volumes 2 e 3 de Pietrocola et al.^{49, 50}. No volume 2, dedicado à óptica geométrica, os autores trazem a concepção de visão dos gregos antigos ao mencionar as *eidolas* de Leucipo de Mileto (480-420 a.C.) e as ideias do já mencionado Empédocles de Agrigento. O físico Al-Haytham é lembrado pela sua contribuição na confecção da câmara escura, mas em ambos os casos, não são mencionadas explicitamente as posições destes filósofos sobre a velocidade da luz. Ou seja, os parâmetros C1 e C2 são parcialmente atendidos, de acordo com nossa avaliação. É digno de nota neste volume, as contribuições do físico holandês Snell (1580-1626) e do físico Descartes para a relação

⁴⁵ Martini et al., *Conexões com a Física*, 140-239.

⁴⁶ Forato, *A Natureza da Ciência*, 5-6.

⁴⁷ O astrônomo Ole Röemer também pode ser citado como Olaf Roemer.

⁴⁸ Martini et al., *Conexões com a Física*, 149.

⁴⁹ Pietrocola et al., *Física em Contextos 2*, 188-233.

⁵⁰ Pietrocola et al., *Física em Contextos 3*, 124-215.

matemática da refração da luz, contando com o pioneirismo de Ptolomeu (90-168), e da diminuição de sua velocidade quando passa para um meio mais refringente.

O volume 3 de Pietrocola et al. Discorre, com mais ênfase, sobre as disputas históricas acerca da natureza da luz e o papel central da determinação de sua velocidade. Considerando em certo momento histórico a luz como uma onda eletromagnética, os autores notabilizam as previsões teóricas de Maxwell e a comprovação experimental de tais ondas pelo físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894). Mencionam o experimento de Young, acompanhado de boas ilustrações, para demonstrar os padrões de interferência destrutiva e construtiva da luz e, portanto, para o fortalecimento da concepção luz-onda. Os autores dedicam um espaço considerável às rivalidades polarizadas entre Newton e Huygens, no século XVII, e as protagonizadas por Fresnel e Poisson (1781-1840) já no século XIX, que foram seguidas da busca experimental pela existência do hipotético éter luminoso e pela obtenção da velocidade da luz em relação a esse meio que poderia pender a balança para a já dominante concepção ondulatória da luz.

Além disso, o efeito fotoelétrico, explicado por Einstein em seu ano miraculoso de 1905, ganha destaque ao ressuscitar o modelo luz-partícula até então marginalizado. Nesta seara, os experimentos de Michelson-Morley são descritos e ilustrados com um padrão de qualidade que contempla uma perspectiva histórica contextualizada. Neste sentido, concluímos que os parâmetros C3 e C5 foram plenamente satisfeitos, contando ainda com elementos consolidados sobre a dualidade onda-partícula da luz e com as limitações de seus modelos explicativos. A experiência de Fizeau é apresentada no volume 3 em um exercício final preparatório para exames de seleção, no qual trata com detalhes o experimento realizado em 1849, com a utilização de uma roda dentada e com a presença de uma boa ilustração. Em virtude disso, o critério C4 foi atendido, muito embora tal experiência não tenha aparecido nas seções conceituais e as contribuições de Foucault e Röemer tenham ficado de lado.

Continuando nossas análises dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018, analisamos também os dois volumes da coleção de Bonjorno et al. Do volume 2 foram investigados a unidade 3 e o capítulo 14, o qual contempla o estudo das ondas eletromagnéticas. A introdução da unidade 3 descreve a rivalidade entre a natureza corpuscular da luz, defendida por Newton, e a natureza ondulatória da luz, encabeçada por Huygens durante o século XVII, confronto que culminou em uma vitória parcial dos newtonianos durante o século XVIII⁵¹. Bonjorno et al.⁵² apresentam o experimento de Young a respeito do fenômeno da interferência e a experiência de Foucault que determinou a velocidade da luz na água como sendo inferior ao valor da velocidade da luz no ar, como resultados que se alinharam com o modelo luz-onda. Ainda de acordo com os autores, quando o eletromagnetismo colocava a luz como uma onda no século XIX, a explicação para o efeito fotoelétrico por Einstein voltava a assombrar o imaginário dos físicos

⁵¹ Moura, *Teorias Vibracionais da Luz*, 351-353.

⁵² Bonjorno et al., *Física: Terminologia, Óptica e Ondulatória*, 124-228.

do início do século XX com seu modelo corpuscular que, nas décadas seguintes, trilharia para o firmamento da dualidade onda-partícula da luz.

Em nossa avaliação, tal trecho do livro didático se destacou pela apresentação do debate sobre a natureza da luz por mais que tenham secularizado o papel de sua velocidade de propagação e criado um hiato considerável entre a contribuição dos gregos antigos até as disputas do século XVII. Em vista disso, sendo nossos critérios/parâmetros centrados no tratamento histórico dado pelos livros textos à velocidade da luz, não encontramos passagens explícitas corroborando com tais critérios/parâmetros, mesmo no breve relato do experimento de Foucault, que não veio acompanhado de uma descrição ou de ilustrações. O critério C2 é parcialmente preenchido, uma vez que o nome do físico árabe Al-Haytham ou Alhazen aparece relacionado ao desenvolvimento da câmara escura na observação de eclipses, sem constar nenhuma menção sobre sua concepção sobre a velocidade da luz ser não instantânea:

Al-Hazem⁵³ (965-1039), cientista árabe, utilizava esse sistema [da câmara escura] para observar indiretamente os eclipses solares, uma vez que esse processo resulta num ótimo aparato para se realizarem medidas, pois se obtém uma imagem projetada do astro, que é proporcional à real e, além disso, era uma forma de observar os eclipses solares indiretamente⁵⁴.

Mesmo não encontrando sinais de uma valorização da perspectiva histórica do desenvolvimento da velocidade da luz, passagens interessantes foram identificadas como os estudos de Newton sobre a decomposição da luz, as controvérsias sobre os espelhos ardentes de Arquimedes de Siracusa (288-212 a.C.) e as contribuições de Kepler para o entendimento da visão subsidiada pela matemática da óptica geométrica. Por último, o capítulo 14 do volume 2, na seção que aborda ondas eletromagnéticas, não vem acompanhado de problematizações históricas em torno dos critérios construídos por nós.

Seguindo nossa avaliação para o volume 3 da coleção de Bonjorno et al.⁵⁵, procuramos analisar o capítulo 10 (unidade 3) e os capítulos 11 e 12 (unidade 4) dedicados à denominada Física Moderna. Primeiramente, ao discutir as ondas eletromagnéticas, o capítulo 10 busca protagonizar o desenrolar da teoria clássica das ondas eletromagnéticas elaborada por Maxwell. Os autores também descrevem a obtenção da velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo e sua aproximação dos valores empíricos da época, levando o físico escocês a concluir que a luz era um tipo de onda eletromagnética. Também forma a parte histórica deste capítulo a já mencionada comprovação experimental por Hertz ainda no século XIX.

⁵³ O cientista árabe Al-Haytham ou Alhazen também pode ser citado como Al-Hazem.

⁵⁴ Bonjorno et al., *Física: Termologia, Óptica e Ondulatória*, 138.

⁵⁵ Bonjorno et al., *Física: Eletromagnetismo e Física Moderna*, 184-224.

Na introdução da unidade 4, Bonjorno et al.⁵⁶ apresenta um tratamento histórico muito interessante à determinação da velocidade da luz, trazendo o pioneirismo de Galileu e a tentativa do astrônomo Ole Røemer, destacando a experiência de 1649 de Fizeau como a primeira tentativa “bem-sucedida”. Contudo, os autores não trazem pormenores dos experimentos descritos e muito menos se servem de figuras coerentes para facilitar a apropriação do funcionamento de tais aparatos. Mesmo sendo relatos históricos pertinentes, acabaram preenchendo parcialmente nosso parâmetro C4. Os autores, inseridos na “trama” da velocidade da luz, também levantam algumas características antagônicas sobre o éter como sendo, simultaneamente, rarefeito e rígido.

Na sequência, Bonjorno et al.⁵⁷ descrevem as tentativas experimentais de Michelson (1881) e de Michelson-Morley (1887), incluindo um interessante detalhamento matemático das contas para determinar intervalos de tempos distintos, implicando em velocidades para luz, em relação ao hipotético éter, também diferentes. Tal descrição também vem com uma figura bem elaborada que esquematiza o funcionamento do interferômetro de Michelson. Na sequência, os autores problematizam os resultados negativos dos experimentos de Michelson-Morley sobre a existência do éter, pois as controvérsias sobre esse hipotético meio ainda continuaram no meio acadêmico, sustentada por personagens como o físico e matemático francês Henri Poincaré (1854-1912). Mais adiante, a teoria da relatividade especial é evocada pelos autores e seus dois princípios fundamentais, descartando o suposto éter como referencial e a adoção de Einstein do modelo corpuscular da luz, tomando emprestado o *quantum* de Max Planck (1858-1947) para a explicação do efeito fotoelétrico. A dualidade da luz e da matéria é trazida à tona para justificar as complexidades dos fenômenos físicos e os limites da ciência. Dito isto, concluímos que o critério C5 foi plenamente contemplado por tratar dos trabalhos experimentais de Michelson e seu interferômetro.

Na tabela 1 compilamos os resultados das análises acima delineadas. Note que “Parcial” significa um critério parcialmente contemplado.

Tabela 1: Resultado da análise das quatro coleções encontradas.

Critérios/Parâmetros Adotados	Conexões com a Física (v. 2)	Física em Contextos (v. 2 e v. 3)	Física: Ciência e Tecnologia (v. 2)	Física (v. 2 e v. 3)
C1	Parcial	Parcial	Não	Não
C2	Não	Parcial	Parcial	Parcial
C3	Não	Sim	Parcial	Não
C4	Sim	Sim	Não	Parcial
C5	Não	Sim	Não	Sim

⁵⁶ Ibid., 204-224.

⁵⁷ Ibid.

Considerações finais

Nestas considerações finais salientamos que tais critérios/parâmetros adotados em nossa metodologia de pesquisa, longe de abarcar toda a história que rodeia a obtenção da velocidade de propagação da luz, foram selecionados como centrais em uma reconstrução histórica por incluir elementos basilares para uma síntese de tal tópico da óptica sem causar omissões e/ou distorções significativas. Além disso, tais critérios permitiram uma viagem por diferentes contextos históricos e epistemológicos com o objetivo de demonstrar, para estudantes e professores, o trabalho coletivo desempenhado pelos cientistas europeus e de outros continentes, as limitações dos modelos explicativos para entender a luz enquanto fenômeno físico e como a determinação da velocidade da luz tenderia a ajudar temporariamente tal querela, as conjecturas sobre o éter luminoso, o interferômetro de Michelson e sua busca pela precisão da velocidade da luz.

Nesse sentido, em se tratando das coleções que passaram pelo nosso crivo, nota-se uma dominação cultural marcadamente europeia concernente ao estudo da velocidade da luz, ausentando ou omitindo as contribuições de outros polos de pesquisa não ocidentais quando, lançando mão da **Tabela 1**, percebemos a abordagem insuficiente do trabalho de Alhazen e de outros cientistas não europeus como indianos e egípcios que talvez tenham enverado pelo estudo da luz, sua natureza e velocidade, inexistindo citações nos livros didáticos por nós avaliados.

Ainda segundo nossa análise e reconhecendo o legado da antiguidade grega para o estudo da ótica, duas coleções investigadas favoreceram parcialmente tal recorte da história da ótica, enquanto que as outras duas não tomaram nenhuma nota a respeito disso. Esse tratamento superficial ou até mesmo o apagamento da história das ideias gregas para o entendimento da luz, incentiva a construção de uma concepção a-histórica da ótica clássica nos estudantes, levando a crer que o debate sobre a velocidade da luz é fruto apenas das rivalidades sobre a natureza da luz marcadas durante os séculos XVII e XVIII ou mesmo das investidas de Michelson entre os séculos XIX e XX. Outro ponto digno de nossa observação é a pouca conexão entre as disputas sobre os modelos luz-onda e luz-partícula e a determinação da velocidade de propagação da luz, suscitado pelo critério/parâmetro C3. Das coleções analisadas, somente uma contemplou integralmente tal requisito, sendo motivo de alerta por colaborar para uma visão amputada sobre a velocidade da luz e o modo como foi utilizada para pender, ora para o modelo corpuscular, ora para o modelo ondulatório. Os dois últimos critérios (C4 e C5) também trazem à tona algumas considerações pertinentes à importância da determinação da velocidade da luz no estabelecimento da teoria da óptica. Levando em conta que tais critérios estão imbricados, percebe-se que metade das coleções avaliadas, não necessariamente as mesmas para cada critério, satisfizeram plenamente tais critérios. Portanto, omissões nos livros textos relacionadas aos experimentos e tentativas

de Röemer, Bradley, Michelson, Fizeau, entre outros, acabam por não auxiliar no entendimento físico e na compreensão histórica dessas experiências, como, por exemplo, o papel decisivo do interferômetro de Michelson-Morley no enfraquecimento da existência do éter e a consequente pavimentação do caminho para a teoria da relatividade especial.

Por último, queremos finalizar afirmando que nossa pesquisa visou subsidiar e, na melhor das intenções, orientar a produção e seleção de livros didáticos de física em se tratando dos estudos da natureza da luz e da determinação de sua velocidade, imersos em uma perspectiva histórica. Além do mais é igualmente importante frisar que, muito embora não tenhamos analisado todos os livros didáticos que compõe o acervo aprovado pelo PNLD 2018, dentre os quais podemos mencionar o volume 3 das coleções “Conexão com a Física” e “Física: Ciência e Tecnologia”, os livros aqui apresentados já nos permitem construir um quadro bastante significativo de como o tratamento histórico tem sido levado a cabo e esperamos que nossos resultados possam auxiliar colegas professores na escolha das coleções a serem utilizadas em sala de aula.

SOBRE OS AUTORES:

Jacson Santos Azevedo
Universidade Federal Rural de Pernambuco.
jacsonsantosazevedo@gmail.com

Francisco Nairon Monteiro Júnior
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física.
naironjr67@gmail.com

Artigo recebido em 24 de outubro de 2019
Aceito para publicação em 21 de janeiro de 2020