



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

ROBÉRIO MOISÉS DOS SANTOS LOPES

**EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE ÓPTICA: UMA ANÁLISE DOS LIVROS
DOS PNLD 2018 E 2021**

TERESINA

2023

ROBÉRIO MOISÉS DOS SANTOS LOPES

EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE ÓPTICA: UMA ANÁLISE DOS LIVROS
DOS PNLD 2018 E 2021

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Antônio Carlos Ferreira de
Abreu.

TERESINA

2023

EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE ÓPTICA: UMA ANÁLISE DOS LIVROS DOS PNLD 2018 E 2021

Robério Moisés dos Santos Lopes ¹
Antônio Carlos Ferreira de Abreu ²

RESUMO

O trabalho analisou os livros didáticos de Física referentes à Óptica, conforme indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2018 e 2021. A contextualização e interdisciplinaridade foram destacadas como características desejáveis, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. A falta de diversidade nos recursos didáticos foi criticada, enfatizando a importância da experimentação para o desenvolvimento intelectual dos estudantes. A análise concentrou-se na Óptica devido à necessidade de contextualizar conhecimentos para melhor compreensão da Física. A pesquisa visou responder se os livros ofereciam sugestões de experimentos em Óptica, utilizando materiais acessíveis. Os resultados indicaram que todos os livros apresentam roteiros estruturados e de fácil compreensão, incentivando a experimentação com materiais acessíveis. A inclusão de perguntas pós-experimento foi ressaltada como promovendo uma aprendizagem holística. A fundamentação teórica abordou a evolução histórica dos livros didáticos no Brasil e a importância da experimentação no ensino de Ciências, especialmente física. A contextualização da Óptica foi defendida como essencial, e a experimentação foi destacada como ferramenta motivadora e de compreensão. Conclui-se que os livros analisados apresentam sugestões de experimentos bem estruturadas, acessíveis e de baixo custo. Recomenda-se, para os livros de 2021, uma diversificação maior de sugestões de experimentos e uma possível expansão dos conteúdos para proporcionar uma compreensão mais aprofundada e holística da Óptica. O estudo enfatiza que a ciência é acessível e pode ser explorada de maneira enriquecedora em qualquer ambiente educacional.

Palavras-chave: experimentos; óptica; livro didático; interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The research analyzed Physics textbooks related to Optics, as indicated by the PNLEM (National Textbook Program for High School) of 2018 and 2021. Contextualization and interdisciplinarity were highlighted as desirable characteristics, according to the National Curricular Parameters for High School (PCNEMs). The lack of diversity in educational resources was criticized, emphasizing the importance of experimentation for the intellectual development of students. The analysis focused on Optics due to the need to contextualize knowledge for a better understanding of Physics. The research aimed to answer whether the books provided suggestions for experiments in Optics using accessible materials. The results indicated that all the books present structured and easily understandable experiment guides,

¹ Licenciando em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
catce.20191fis0348@aluno.ifpi.ed.br.

² Professor, Me. e Dr. em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
a.carlos@ifpi.edu.br.

encouraging experimentation with accessible materials. The inclusion of post-experiment questions was emphasized as promoting holistic learning. The theoretical foundation addressed the historical evolution of textbooks in Brazil and the importance of experimentation in Science education, especially in Physics. The contextualization of Optics was defended as essential, and experimentation was highlighted as a motivating and comprehension tool. It is concluded that the analyzed books present well-structured, accessible, and low-cost experiment suggestions. It is recommended, for the 2021 PNLD books, a greater diversification of experiment suggestions and a possible expansion of content to provide a deeper and more holistic understanding of Optics. The research emphasizes that science is accessible and can be explored enrichingly in any educational environment.

Keywords: experiments; optics; textbook; ducation or Teaching.

Data de aprovação: 11/04/2024

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo se desenvolveu por meio de estudos investigativos sobre as atividades práticas existentes nos livros didáticos de Física, nos capítulos referentes a Óptica, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2018 e 2021.

De início, a contextualização e a interdisciplinaridade se apresentam como características desejáveis para o ensino na área de Ciências/Física, e são propostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEMs, apontando a experimentação como uma abordagem de alguns temas conceituais. "A contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para a análise. Isto é, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo" (PCNEM, 2006). Sendo assim, é importante para haver uma compreensão correta e total sobre um tema, para que essa não ocorra de modo fragmentado.

No que diz respeito à materiais didáticos, os Parâmetros Curriculares afirmam que

Uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual é justamente não se prender a um modelo fechado, mas sim buscar alternativas que contribuam para esse processo, inclusive as diversificadas fontes de recursos para o ensino. É necessário material para desenvolver práticas experimentais indispensáveis para a construção da competência investigativa. E o uso adequado dos produtos das novas tecnologias é imprescindível, quando se pensa num ensino de qualidade e eficiente para todos. (PCNEM, 2006, p. 55,57).

Compete ao professor de Física empregar na sua metodologia de ensino tanto recursos tecnológicos quanto experimentos acessíveis economicamente, os quais ajudem os estudantes a compreender o tema da óptica, visando alcançar as metas educacionais estabelecidas.

Ou seja, a falta de diversidade de recursos didáticos não contribui para o desenvolvimento intelectual do estudante. Para desenvolver a competência investigativa do aluno, o professor deve usar atividades práticas quando possível.

Historicamente a escola usa o livro didático como apoio, alguns livros didáticos trazem sugestões de experimentos, que podem ser realizados utilizando materiais de baixo custo e não necessitam de um laboratório para sua construção e realização. "Propostas de atividades práticas estão presentes em todos os livros aprovados no PNLD 2018, sendo de realização possível em diferentes espaços escolares com maior ou menor disponibilidade de materiais concebidos especificamente para esse fim" (BRASIL, 2018, p.13). Isso torna possível a

realização de aulas experimentais, pois muitas escolas não dispõem de um laboratório com experimentos que possam ser usados como material didático de Física, algumas nem mesmo possuem um espaço físico que possa ser chamado de laboratório.

As atividades experimentais que utilizam materiais de baixo custo mostram-se como uma opção interessante, tanto por serem economicamente mais viáveis em nossas escolas como por desmistificar a própria atividade experimental, normalmente associada a cientistas trabalhando em laboratórios altamente equipados. (BRASIL, 2017, p. 13).

As atividades práticas experimentais devem ser vistas como uma prática que pode ser realizada em vários ambientes, não apenas em um ambiente laboratorial. Existem diversas possibilidades para a realização dessas atividades, tanto de ambientes como de materiais, que podem ser escolhidas de acordo com a realidade de cada ambiente escolar.

O conteúdo de Óptica foi escolhido como foco de análise deste estudo, como já mencionado, segundo as recomendações dos PCN e orientações no PNLD é necessário contextualizar os conhecimentos para melhor compreensão dos conteúdos de Física. De acordo com Morais e Junior (2015) a abordagem da ciência por meio de experimentos didáticos tem uma grande importância na aprendizagem dos estudantes. Para os autores é por meio da atividade prática, motivados por sua curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas, questionam sobre diversos assuntos e, o mais importante, favorece uma aprendizagem mais significativa.

Pensando nas contribuições que a experimentação pode trazer para o ensino, e que alguns livros didáticos trazem como sugestão alguns experimentos simples de serem realizados, definiu-se na seguinte questão: Quais livros didáticos trazem quantidades satisfatórias de sugestões de experimentos, utilizando materiais acessíveis, voltados para o ensino de Óptica?

No intuito de responder à problemática apontada e possibilitar uma reflexão a professores em torno da realização de atividades práticas em aulas de Física, essa pesquisa teve como objetivo principal analisar os livros presentes nos guias dos PNLD 2018 e 2021, com relação a proposições de experimentos voltados para o ensino de Óptica. E ainda, como objetivos específicos: Identificar nos livros didáticos e física as sugestões de atividades práticas para o ensino da óptica; caracterizar os tipos de atividades propostas nos livros de Física, com relação ao conteúdo de Óptica; comparar os conteúdos de óptica presentes no PNLD de 2018 e 2021, no que se referem a abordagem dos capítulos e sugestões de atividades experimentais; e, verificar o quantitativo de livros que apresentam sugestões de atividades experimentais de óptica.

2 EXPERIMENTOS DE ÓPTICA NO LIVRO DIDÁTICO

2.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A CERCA DO LIVRO DIDÁTICO

A história dos livros didáticos no Brasil remonta à época da colonização, quando os jesuítas introduziram a educação no país e criaram os primeiros livros didáticos. Na época, esses livros eram utilizados como meio de difundir a fé católica e ensinar a língua portuguesa aos indígenas.

Com a independência do Brasil e a instituição do Império, surgiu a necessidade de uma educação mais ampla e sistemática. Assim, em 1827, foi criada a primeira lei de instrução pública, que estabeleceu a obrigatoriedade da educação primária e determinou que os livros didáticos deveriam ser escritos em língua portuguesa clara e fácil de entender.

Os projetos educacionais elaborados a partir de 1827, quando foram criadas as Escolas de Primeiras Letras, estendendo-se até a primeira década do século XX,

apresentavam as contradições de uma sociedade influenciada pelo ideário liberal europeu, buscando adaptá-lo à realidade da elite brasileira. (ZACHEU, 2015).

Assim, os projetos educacionais eram uma mistura de esforços para promover a igualdade e a meritocracia, ao mesmo tempo em que atendiam aos interesses da elite dominante, perpetuando desigualdades sociais. Essas tensões persistiram ao longo do período, com debates contínuos sobre o papel da educação na sociedade brasileira.

Na primeira metade do século XX, o uso dos livros didáticos no Brasil tornou-se cada vez mais comum, e sua importância como meio de ensino e formação cresceu ainda mais. No entanto, durante a ditadura militar (1964-1985), os livros didáticos foram objeto de censura e manipulação, com o objetivo de controle ideológico da população.

Após a redemocratização do país, houve uma renovação na produção e distribuição de livros didáticos, com a criação de programas de incentivo à produção de materiais didáticos de qualidade. Atualmente, os livros didáticos são considerados uma ferramenta fundamental na educação básica do país, sendo utilizados em todas as escolas públicas e particulares.

A história dos livros didáticos no Brasil reflete a evolução da educação no país, desde a época colonial até os dias atuais. Embora tenha passado por momentos de controle ideológico e censura, a importância dos livros didáticos como meio de ensino e formação é inegável, e sua presença é fundamental na educação brasileira.

O livro didático é um recurso fundamental no processo de ensino e aprendizagem, e tem sido amplamente utilizado em todo o mundo há muitos anos. No Brasil, a importância do livro didático foi reconhecida desde a década de 1930, quando foi implementado no sistema de ensino como uma forma de garantir a qualidade e a uniformidade do ensino nas escolas.

A preocupação com a produção, distribuição e conteúdo do livro didático aparece no decorrer da história do Brasil desde os tempos imperiais, mas foi durante a década de 1930 que o Estado criou uma legislação específica para o livro didático, por meio da criação de um órgão público capacitado para legislar sobre tais assuntos: o Instituto Nacional do Livro – INL – órgão que tinha por função zelar e ampliar pela produção do livro didático no país. (ZACHEU, 2015).

A criação do INL representou um marco importante na história da educação brasileira, pois trouxe uma maior organização e regulamentação para a produção e distribuição de livros didáticos, buscando garantir que esses materiais contribuíssem efetivamente para o processo de ensino e aprendizagem no país.

O Instituto Nacional do Livro (INL) foi criado nesse contexto, como um órgão destinado a zelar pela produção e ampliação do livro didático no país. Ele tinha como função principal legislar sobre os assuntos relacionados aos livros didáticos, garantindo sua qualidade, distribuição e conteúdo adequado para a educação nacional.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), criado em 1985, foi apenas efetivado após aprovação da nova Diretrizes e Bases da Educação nº 9394 em 1996, depois tomadas as medidas iniciais que visavam à aquisição e distribuição de livros para todos os alunos do ensino fundamental. (BITTENCOURT, p. 10, 2020)

Desde o ano de 1996 existe uma intensificação dos investimentos aplicados nos programas dos livros. Entretanto, por conta das séries atendidas e das disciplinas contempladas, a quantidade de livros entregues a cada ano é diversificada. Desde 2009, expandiu-se para quase todas as disciplinas da educação básica (exceto educação física), e as compras governamentais de escolas públicas aumentaram ano a ano, ultrapassando a marca de R\$ 1 bilhão. Devido ao grande investimento, espera-se que o uso de livros didáticos tenha um impacto positivo no processo de ensino, e os mesmos podem ser considerados como parte da cultura escolar e um dos alicerces do trabalho docente. Estudá-los é, portanto, estudar artefatos com dimensões pedagógicas, políticas, mercadológicas e culturais.

Com o passar dos anos, o livro didático evoluiu, tornando-se cada vez mais completo

e interativo, acompanhando as mudanças no mundo e na sociedade. Além disso, a tecnologia também contribuiu para a sua evolução, permitindo a criação de livros didáticos digitais e interativos, que podem ser utilizados em conjunto com o livro impresso.

Em 2003, o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) foi criado com o objetivo de garantir a oferta de livros didáticos de qualidade para todos os estudantes do país, independentemente de sua origem ou condição financeira. O PNLD é uma iniciativa do Ministério da Educação e tem como objetivo selecionar, produzir e distribuir livros didáticos gratuitos para as escolas públicas do país.

Desde a sua criação, o PNLD tem sido uma importante ferramenta para a melhoria da qualidade do ensino no Brasil, ajudando a garantir que todos os estudantes tenham acesso a materiais educacionais de qualidade. Além disso, o programa também tem incentivado a produção de livros didáticos inovadores e interativos, que sejam capazes de atender às necessidades e interesses dos estudantes de hoje.

O livro didático é a principal ferramenta de apoio ao trabalho do professor, algumas vezes é a única, é esperado que ele tenha o papel de trazer conhecimentos que auxiliem na construção de novos conhecimentos.

Em resumo, o livro didático é uma peça fundamental no processo de ensino e aprendizagem, e sua importância foi reconhecida no Brasil há muitos anos. Com o surgimento do PNLD, a oferta de livros didáticos de qualidade se tornou acessível a todos os estudantes do país, independentemente de sua origem ou condição financeira, o que tem contribuído significativamente para a melhoria da qualidade do ensino no país.

2.2 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Na segunda metade do século XIX, após a discussão sobre os conteúdos que deveriam ser classificados nos currículos escolares, Rui Barbosa declarou-se abertamente a favor da inclusão e obrigatoriedade do ensino das ciências a partir do jardim de infância. Para ele “o ensino de Ciências Físicas e Naturais começaria nos jardins de infância, ensinadas, é claro, por meio da observação e da experimentação, acompanhando as reformas que vinham ocorrendo na Europa, as quais propunham a união entre educação e natureza.” (Mormul e Machado, 2011). O intuito era preparar, desde cedo, os alunos para progredir na sociedade, a ciência era considerada como o saber que mais adequadamente refletia o avanço e a civilização da sociedade.

De acordo com Rosa W.C e Rosa B.A (2012) na literatura, ele é reconhecido como um líder influente na defesa da inclusão das ciências naturais no currículo das escolas brasileiras. Em sua obra, ele sustenta a importância da incorporação de disciplinas científicas, tais como Física, Química e Biologia, no currículo escolar, fundamentando sua crença na ideia de que o progresso social é potencializado quando as pessoas têm acesso a esse conhecimento. O conteúdo de ensino deve fazer com que os alunos desenvolvam um gosto, as disciplinas precisam ser guiadas pela observação e experimentação. Diante disso, Moraes e Junior afirmam que:

[...] a prática experimental é uma ferramenta bastante útil no ensino aprendizagem de ciências, em especial a Física. Pois os conhecimentos adquiridos teoricamente em sala devem proporcionar ao aluno a capacidade de conciliar o seu cotidiano à teoria de forma prática e pedagógica, expondo suas ideias, pensamentos e críticas. (MORAIS; JUNIOR, 2015, p. 66)

É muito importante conciliar a teoria com a prática, pois a aprendizagem se torna mais significativa quando o aluno consegue relacionar os conhecimentos teóricos com os práticos, facilitando assim o seu entendimento sobre as aplicações dos conteúdos teóricos.

O ensino de Ciências, obrigatório nas escolas, só passou a ser incorporado aos

currículos escolares em 1920 e, ainda assim, de forma não obrigatória, mesmo com a defesa de Rui Barbosa. O ensino da Física, no fim da primeira metade do século XX, estava intimamente relacionado aos vestibulares e os métodos de ensino estavam apoiados em transmissão de conteúdos, apenas de forma expositiva. Ao analisar os currículos das escolas da época, é possível observar que as modalidades de Ensino Colegial (Clássico e Científico) não se diferem, não apresentando nenhuma disciplina vinculada à experimentação.

As aulas práticas ajudam o estudante a entender a relação e aplicação do conteúdo estudado com a realidade, além de facilitar a compreensão do conteúdo, o aluno tem a possibilidade de fazer bom uso do conhecimento adquirido, em algum momento de sua vida.

A sociedade moderna de uma forma geral tem procurado cada vez mais a inovação tecnológica levando em conta a sua criatividade, fazendo, assim, com que a população científica evolua, aumentando a busca por estratégias educacionais, dedicando-se ao desenvolvimento de novas técnicas e habilidades adicionais. Assim como a sociedade, os estudantes estão abertos à descoberta de coisas novas e interessantes, buscam respostas para tudo que veem e procuram entender melhor e de forma mais abrangente o que acontece ao seu redor. (MORAES; JUNIOR, 2014, p. 61)

A possibilidade de trabalhar utilizando experimentos de física, para ministrar aulas e torná-las mais dinâmicas, surgiu graças às buscas por novas estratégias educacionais. Uma das formas de trabalhar utilizando experimentos de baixo custo é propor que a montagem dos mesmos seja feita pelos próprios estudantes, pois assim eles desenvolvem novas habilidades e tem uma melhor compreensão do que se trata o experimento.

A estrutura e o funcionamento do ensino nacional passaram por uma grande reforma, no final do século XX. Em 20 de dezembro de 1996, o Sr. Presidente da República sancionou, a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a LDB – Lei nº 9.394/96. Conforme destacam Rosa W.C e Rosa B.A (2012, p. 10), “analisando os objetivos indicados na LDB para o Ensino Médio, pode-se destacar três ideias básicas: a necessidade de formação do cidadão; a preparação para o mundo do trabalho; e a premência de o estudante continuar aprendendo.”

Discutindo as tendências sobre o ensino de Física para o século XXI

[...] o destaque fica por conta dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Médio, e suas orientações correlatas, uma vez que se referem ao grau de ensino, [...]. A ênfase nesses documentos é de um ensino de Física baseado em competências e habilidades, além de apresentar a necessidade de uma base curricular nacional comum, mas com uma parte diversificada. (ROSA, W. C.; ROSA, B. A., 2012, p. 19).

Esse novo conceito de processo de ensino exige uma nova prática, procedimentos de ensino que incentivam o espírito de questionamento é investigação dos alunos, que promovam uma expansão da sua visão de mundo e torná-los intelectualmente autônomos. Carmo (2012, p. 16) afirma que “as aulas práticas no ensino de Física fazem com que os alunos despertem sua reflexão acerca do conteúdo estudado, compreendendo e raciocinando acerca da eventualidade de algum problema que possa emergir”.

A experimentação pode ser colocada em inúmeras oportunidades durante o processo de ensino aprendizagem, tanto como ferramenta motivadora, despertando o interesse do aluno ao tema que será abordado, quanto para averiguação das leis ou validação de equações. O professor, em cada caso, deve mapear os conhecimentos prévios e sanar as possíveis dificuldades. (RIPPEL, C. B., 2020, p. 101).

A experimentação serve como um suporte para o professor, são vários os momentos em que se pode fazer uso dela. Pereira e Gomes (2016, p. 3) afirmam que “um bom ensino de Física não é só aquele que possibilita a apropriação de conceitos físicos, mas aquele que permite o relacionamento da ciência com a realidade”. Um bom ensino de Física vai além da transmissão de conceitos isolados; ele busca conectar a ciência com a realidade dos alunos,

promovendo uma compreensão mais profunda, aplicação prática e um maior engajamento com a disciplina.

De acordo com Rippel (2020, p. 24), “grande parte da percepção do mundo está relacionada a experiências visuais. A formação das imagens em nosso cérebro está diretamente relacionada com a luz e sua interação com os objetos à nossa volta.” A óptica está presente em nosso dia a dia o tempo todo, por isso é importante se apropriar dos conteúdos relacionados a ela, assim como outros conteúdos de física. O uso de experimentos trás várias contribuições para o ensino.

Na visão de Ribeiro e Verdeaux (2012, p. 2) “a óptica é uma área de conhecimento ampla, e seus fenômenos estão intimamente interligados ao eletromagnetismo, à ondulatória, à física quântica, a relatividade e até mesmo à mecânica, em alguns casos (como a fotografia estroboscópica de projéteis)”. Ela é muito importante, porém boa parte dos alunos não conseguem entender algumas de suas aplicações, por isso, utilizar a experimentação pode ajudá-los na compreensão do conteúdo e suas aplicações.

2.3 A ÓPTICA

A Óptica é uma área da Física que estuda a propagação da luz e suas interações com a matéria. Esta disciplina é fundamental para o entendimento de muitos fenômenos da natureza, como por exemplo, a formação da imagem nas lentes, a reflexão e a refração da luz, e a percepção da cor. O ensino da óptica é fundamental para a formação de conceitos básicos de física e para a compreensão de tecnologias utilizadas no dia a dia, como câmeras, projetores e lentes oftálmicas.

No ensino médio, ela é apresentada como uma disciplina importante para a formação de conceitos básicos de física, com ênfase nas leis da refração e da reflexão da luz, na formação da imagem por lentes, na resolução de problemas envolvendo lentes e espelhos, e na compreensão de tecnologias ópticas. Além disso, o seu ensino pode ser complementado com a apresentação de aplicações práticas da disciplina, como experimentos simples e visualizações computacionais. Infelizmente, muitas vezes o ensino da óptica é visto como teórico e pouco prático, o que pode desmotivar os estudantes. Diniz (2015), corrobora com a seguinte afirmativa:

[...] a Física não passa de um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas a serem memorizadas e de estudos de situação que, na maioria das vezes, estão totalmente alheias às suas experiências cotidianas. Em geral, estes alunos não fazem uma conexão entre a Física aprendida e o mundo ao seu redor. (DINIZ, 2015, p. 11).

Para contornar esta situação, é importante que os professores apresentem a óptica de forma interativa e envolvente, explorando aplicações práticas da disciplina e apresentando o contexto histórico e cultural da Óptica. É possível, por exemplo, utilizar experimentos simples e visualizações computacionais para tornar o ensino da óptica mais interessante e compreensível.

De acordo com Rippel (2020, p. 24), “grande parte da percepção do mundo está relacionada a experiências visuais. A formação das imagens em nosso cérebro está diretamente relacionada com a luz e sua interação com os objetos à nossa volta.” A óptica está presente em nosso dia a dia o tempo todo, por isso é importante se apropriar dos conteúdos relacionados a ela, assim como outros conteúdos de física. O uso de experimentos trás várias contribuições para o ensino.

Na visão de Ribeiro e Verdeaux (2012, p. 2) “a óptica é uma área de conhecimento ampla, e seus fenômenos estão intimamente interligados ao eletromagnetismo, à ondulatória, à física quântica, a relatividade e até mesmo à mecânica, em alguns casos (como a fotografia estroboscópica de projéteis)”. Ela é muito importante, porém boa parte dos alunos não

conseguem entender algumas de suas aplicações, por isso, utilizar a experimentação pode ajudá-los na compreensão do conteúdo e suas aplicações.

A história da óptica é rica e fascinante, desde a antiguidade, quando filósofos como Aristóteles e Euclides discutiam as propriedades da luz, até a modernidade, com a descoberta do espectro eletromagnético e a aplicação dela na tecnologia. A apresentação do seu contexto histórico e cultural pode ajudar os estudantes a compreender a importância da disciplina e a valorizar o conhecimento adquirido.

Contribuições relevantes para a óptica foram feitas por Isaac Newton (1642-1727). Em 1665 ele realizou experimentos de dispersão num prisma, que o levou à conclusão da composição espectral da luz branca. Também introduziu a teoria corpuscular que afirmava que “a luz é composta de corpos muito pequenos, emitidos por substâncias brilhantes”. (S. C. Zilio, 2009).

As pesquisas sobre óptica conduzidas por renomados cientistas, como Isaac Newton, não apenas aprofundaram nossa compreensão básica da luz, mas também influenciaram uma ampla gama de áreas, desde a física teórica até aplicações práticas no cotidiano. Assim, o impacto desses estudos vai além do mundo acadêmico, deixando uma marca profunda em nossa percepção do universo e na configuração do mundo contemporâneo.

Ela também é uma disciplina importante para a formação de competências e habilidades importantes para a vida, como a resolução de problemas, a interpretação de dados e a capacidade de trabalhar com experimentos. Além disso, o ensino dela pode ajudar os estudantes a desenvolver habilidades de pensamento crítico e a compreender a importância da ciência na sociedade. Ao estudar a óptica, os estudantes aprendem a questionar pressupostos, a analisar dados e a desenvolver hipóteses para explicar fenômenos.

Estas habilidades são valiosas não apenas na vida acadêmica, mas também na vida profissional e pessoal. A Óptica também pode ser utilizada para estimular o interesse dos estudantes por outras áreas da física, como a termodinâmica, a mecânica quântica e o eletromagnetismo. O seu estudo pode ser complementado com a apresentação de aplicações em outras áreas da física e tecnologia, como o desenvolvimento de lasers, câmeras digitais e sistemas de comunicação.

Em suma, é uma disciplina fundamental para a formação de conceitos básicos de física e para a compreensão de tecnologias utilizadas no dia a dia. Seu ensino pode ser enriquecido com a apresentação de aplicações práticas, o contexto histórico e cultural da disciplina e o desenvolvimento de habilidades importantes para a vida. Ela pode ser uma porta de entrada para o estudo de outras áreas da física e tecnologia estimulando o interesse dos estudantes e promovendo a formação de cidadãos críticos e conscientes.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa faz uso de uma análise quantitativa, nesse tipo de pesquisa a matemática é a linguagem utilizada para a análise e interpretação dos resultados, colhidos para fazer a correlação da realidade empírica com a teoria que embasa o estudo, os dados são analisados com o objetivo de determinar se as generalizações previstas se sustentarão ou não. O estudo será do tipo exploratório, em que de acordo com Gil (2008) “As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.” No qual os objetos de estudo escolhidos foram livros didáticos do ensino médio, que fazem parte das coleções aprovadas no PNLD 2018 e PNLD 2021.

Para alcançar os objetivos propostos no trabalho, foram seguidas as seguintes etapas:

- Etapa 1: Procura dos materiais a serem analisados;
- Etapa 2: Análise da unidade que aborda o conteúdo de Óptica, em cada livro;
- Etapa 3: Organização dos dados obtidos através da análise.

Na primeira etapa foi feita a procura dos livros didáticos a serem analisados, os volumes dois de todas coleções apresentadas no Guia do Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio - PNLEM, 2018 e os volumes que abordam o conteúdo de Óptica nos materiais do PNLD 2021. A maioria dos livros estão disponíveis em versão digital em sites da internet, os que não estão foram arrecadados através de doações.

Na etapa 2 foi feita a análise dos materiais, mais precisamente, das unidades referentes ao conteúdo de óptica em cada livro. Foi feita a averiguação de cada capítulo, com o intuito de identificar quantas sugestões de construção ou uso de experimentos didáticos são apresentadas e verificar se os experimentos físicos sugeridos são de fato feitos com materiais de fácil acesso, ou baixo custo.

Na terceira e última etapa, foi feita a organização dos dados obtidos através da análise. Os dados foram organizados em forma de transcrição, identificando quantos livros apresentam sugestões de experimentos reais com materiais de baixo custo, se algum deles sugere experimentos virtuais, e se apresentam, quantos apresentam os dois tipos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tabelas 1 e 2 apresentam o título, os autores, as editoras e a edição das coleções selecionadas. Segue abaixo uma tabela listando os livros didáticos analisados:

Tabela 1 - coleções de livros presentes no PNLD 2018

Título	Autores	Editora	Edição
Física	Carron, Guimarães e Siqueira	Ática	Ed. 3, 2016
Compreendendo a física	Alberto Gaspar	Ática	Ed. 3, 2016
Física: Contexto e aplicações	Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga e Carla Guimarães	Scipione	Ed. 2, 2016
Ser protagonista - Física	Adriana Válio, Ana Fukui, Ana Nani, et al.	SM	Ed. 3, 2016
Física para o ensino médio	Fuke e Kazuhito	Saraiva Educação	Ed. 4, 2016
Física	Gualter, Helou e Newton	Saraiva Educação	Ed. 3, 2016
Física: Interação e tecnologia	Aurélio Filho e Carlos Toscano	Leya	Ed. 2, 2016
Física aula por aula	Benigno Barreto e Claudio Xavier	FTD	Ed. 3, 2016
Física	Bonjorno, Casemiro, Clinton e Eduardo Prado	FTD	Ed. 3, 2016
Física em contextos	Pogibin, Pietrocola, Andrade e Romero	Editora do Brasil	Ed. 1, 2016
Física - Ciência e tecnologia	Torres, Ferraro, Soares e Penteado	Moderna	Ed. 4, 2016
Conexões com a Física	Santanna, Martini, Reis e Spinelli	Moderna	Ed. 3, 2016

Tabela 2 - Coleções de livros presentes no PNLD 2021.

Título	Autores	Editora	Edição
Ciências da Natureza - Lopes e Rosso	Sônia Lopes, Sergio Rosso, et al.	Moderna	Ed. 1, 2020
Conexões - Ciências da Natureza e suas tecnologias	Miguel Thompson, Eloci Peres Rios, et al.	Moderna	Ed. 1, 2020
Diálogo - Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Kelly Cristina dos Santos, et al.	Moderna	Ed. 1, 2020
Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar	Eduardo Mortimer, Andréa Horta, et al.	Scipione	Ed. 1, 2020
Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias	José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigo Martino, et al.	Moderna	Ed. 1, 2020
Multiversos - Ciências da Natureza	Wolney C. Melo, Rosana Maria Dell Agnolo, Leandro Godoy.	FTD	Ed. 1, 2020
Ser Protagonista Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Ana Luiza P. Nery, Ana Fukui, André Zamboni, et al.	SM	Ed. 2, 2016

Fonte: do próprio autor.

Segue, em sequência, uma detalhada exposição analítica dos volumes literários anteriormente dispostos nas tabelas, mantendo rigorosamente a mesma sequência estabelecida inicialmente. Essa abordagem visa oferecer uma compreensão mais profunda e abrangente das características distintivas de cada obra, promovendo uma imersão mais rica e elucidativa no universo narrativo desses textos literários.

4.1 ANÁLISE DOS LIVROS DO PNLD 2018

● Física (Editora Ática, ed. 3, 2016)

Este livro, de Caron, Guimarães e Siqueira, serve como um guia didático de física para estudantes do ensino médio, abrangendo tanto os princípios fundamentais da física clássica quanto os conceitos mais modernos, como mecânica, termologia, eletricidade, magnetismo, óptica e física nuclear. O segundo volume da coleção se aprofunda na óptica, está dividido em quatro unidades, sendo a quarta dedicada ao conteúdo e informações. Essa unidade é composta por dois capítulos, numerados de 8 a 9, dedicando-se a temas como luz e reflexão luminosa (explorando a lei da reflexão e propriedades de espelhos) e luz e refração luminosa (cobrindo refração, índice de refração e fenômenos ópticos).

O material apresenta sugestões de experimentos e atividades analíticas para promover uma compreensão prática e teórica abrangente. Além disso, também conta com a inclusão de

experimentos práticos de baixo custo, que visam ilustrar de forma tangível os diversos princípios abordados, porém, o livro conta com apenas duas sugestões situadas no Capítulo 8, localizadas na seção “Atividades práticas”.

• **Compreendendo a Física (Editora Ática, ed. 3, 2016)**

O livro de Alberto Gaspar destaca-se por oferecer sugestões práticas de experimentos acessíveis, detalhadas na seção "Atividades práticas". "Compreendendo a Física" é estruturado em quatro unidades, sendo a segunda integralmente dedicada à óptica, compreendendo os Capítulos 7 a 13.

Ao longo desses capítulos, os leitores são guiados por conceitos fundamentais, como a propagação retilínea da luz, reflexão e refração em espelhos e lentes. O texto abrange temas avançados, incluindo a explicação de instrumentos ópticos e fenômenos complexos, como a interferência da luz.

O diferencial está na proposta de experimentos específicos em cada capítulo, proporcionando uma abordagem prática e interativa para compreender os princípios ópticos. Desde a determinação da distância focal de espelhos e lentes até a observação de fenômenos como interferência, os experimentos proporcionam uma vivência mais concreta e hands-on, enriquecendo a compreensão teórica. As sugestões de experimentos estão localizadas na seção "Atividades práticas" de cada capítulo, com a exceção do capítulo 13, todos os capítulos apresentam no mínimo duas sugestões de atividades práticas.

• **Física: contexto e aplicações (Editora Scipione, ed. 2, 2016)**

A publicação dos autores Máximo, Alvarenga e Guimarães apresenta sugestões de experimentos práticos de baixo custo, concentrados na seção "Atividades práticas", com o intuito de ilustrar e confirmar os princípios ópticos.

Organizado em quatro volumes, "Física: contexto e aplicações" reservam seu terceiro volume para a óptica, consistindo em cinco capítulos (9 a 13).

O Capítulo 9 explora conceitos como luz, reflexão luminosa, e apresenta experimentos para verificar a lei da reflexão. O Capítulo 10 aborda temas como refração luminosa, com sugestões de experimentos para observar a lei de Snell-Descartes. O Capítulo 11 descreve a refração da luz em lentes esféricas, com experimentos para determinar a distância focal. O Capítulo 12 abrange reflexão da luz em espelhos esféricos, propondo experimentos para determinar a distância focal de espelhos côncavos e observar a formação de imagens em espelhos convexos. O Capítulo 13 explora a interferência da luz, com experimentos para observar esse fenômeno em diferentes contextos. Todos os Capítulos contam com um mínimo de dois roteiros experimentais.

• **Ser protagonista - Física (Editora SM, ed. 3, 2016)**

O livro de Válio, Fukui, Nani, et al, apresenta experimentos simples com materiais acessíveis, como espelhos, lâmpadas e canudos, com o objetivo de estimular o raciocínio dos alunos. Dividido em quatro unidades, a quarta aborda óptica em quatro capítulos (11 a 14). O Capítulo 11 introduz a reflexão da luz, incluindo experimentos com espelho plano. O Capítulo 12 explora a refração da luz, propondo um experimento com copo d'água e canudo. O Capítulo 13 trata da formação de imagens, sugerindo experimentos para determinar a distância focal de uma lente convergente. O Capítulo 14 discute instrumentos ópticos.

O material apresenta apenas uma sugestão de atividade prática nos capítulos de 11 a 13, o Capítulo 14 não inclui experimentos, apenas oferece atividades de análise de diagramas

e resolução de questões.

● **Física para o ensino médio (Editora Saraiva Educação, ed. 3, 2016)**

O exemplar de Fuke e Kazuhito, "Física para o ensino médio" está dividido em quatro unidades, sendo a segunda dedicada à óptica geométrica nos Capítulos 7 a 13. Os capítulos abordam desde conceitos básicos da óptica, como luz e raio de luz, até temas específicos, incluindo reflexão, refração, lentes esféricas, espelhos esféricos, instrumentos ópticos e óptica da visão. Cada capítulo oferece roteiros experimentais, como observar a propagação retilínea da luz ou verificar a lei da reflexão usando espelhos, proporcionando uma abordagem prática para os conceitos apresentados. O último capítulo explora a óptica da visão, abordando o olho humano, defeitos da visão e suas correções, por meio de atividades analíticas sem roteiros experimentais específicos.

Todos os experimentos propostos podem ser feitos com materiais acessíveis, como um espelho, uma folha de papel, uma régua, lentes, caixas, tubos e papelão.

● **Física (Editora Saraiva Educação, ed. 4, 2016)**

O escrito de Gualter, Helou e Newton oferece uma abordagem prática para explorar os princípios da óptica, apresentando sugestões de experimentos simples e de baixo custo na seção "Faça você mesmo". Dividido em quatro unidades, a terceira concentra-se na óptica geométrica nos Capítulos 9 a 13. O Capítulo 9 introduz conceitos básicos da óptica, acompanhados de um experimento sobre a propagação retilínea da luz. Já o Capítulo 10 explora a reflexão da luz, fornecendo três experimentos para verificar a lei da reflexão, observar reflexão regular e difusa, e determinar o campo visual de um espelho plano. O Capítulo 11 aborda a refração da luz, oferecendo atividades analíticas sobre imagens, gráficos e tabelas, mas sem experimentos específicos. No Capítulo 12, são descritas lentes esféricas, com um experimento para determinar a distância focal de uma lente convergente. Finalmente, o Capítulo 13 explora instrumentos ópticos e óptica da visão, abordando princípios, defeitos da visão e suas correções, embora não apresente sugestões de experimentos, proporcionando atividades analíticas relacionadas a imagens, gráficos e tabelas.

● **Física: Interação e tecnologia (Editora Leya, ed. 2, 2016)**

O exemplar "Física: Interação e Tecnologia", dos autores Filho e Toscano, oferece propostas de atividades experimentais acessíveis, destacadas na seção "Atividades práticas" em cada capítulo. A segunda parte do livro é dedicada à óptica e compreende os Capítulos 4 a 7.

No Capítulo 4, são apresentados conceitos como luz, raio de luz, meio óptico, incidência, reflexão, refração, cor, espectro e visão. Duas atividades experimentais são propostas: uma para observar a propagação retilínea da luz e outra para examinar a dispersão da luz branca em um prisma de vidro. O Capítulo 5 aborda a reflexão da luz, explorando ângulos, leis da reflexão, espelhos e campo visual. Uma atividade experimental é sugerida para verificar a lei da reflexão usando um espelho plano. No Capítulo 6, sobre refração da luz, são discutidos ângulos de refração, lei de Snell-Descartes, lentes esféricas, e defeitos da visão. Duas atividades experimentais são propostas: uma para verificar a lei de Snell-Descartes e outra para determinar a distância focal de uma lente convergente. O último capítulo, o 7, explora a dualidade onda-partícula da luz, interferência, difração e polarização. Duas atividades experimentais são sugeridas: uma para observar a interferência da luz em uma fenda dupla e outra para observar a polarização da luz usando filtros polaroides.

● **Física aula por aula (Editora FTD, ed. 3, 2016)**

O livro "Física aula por aula" de Barreto e Xavier, dedicado à óptica, apresenta sugestões de experimentos acessíveis na seção "Experimente a Física no dia a dia" de cada capítulo. A quinta unidade, composta por seis capítulos (9 a 14), aborda temas diversos.

O Capítulo 9 introduz conceitos básicos da óptica, propondo atividades analíticas. O Capítulo 10 explora a reflexão da luz em espelhos planos, incluindo uma sugestão de experimento para verificar a lei da reflexão. O Capítulo 11 focaliza a reflexão da luz em espelhos esféricos, com um experimento para determinar a distância focal de um espelho côncavo. O Capítulo 12 trata da refração da luz, sugerindo um experimento para verificar a lei de Snell-Descartes. No Capítulo 13, são abordados conceitos de lentes esféricas, com um experimento para determinar a distância focal de uma lente convergente. O Capítulo 14 discute instrumentos ópticos, sem propor experimentos específicos, mas apresenta atividades de análise. O livro proporciona uma abordagem prática e experimental para o estudo da óptica, utilizando materiais simples e acessíveis.

● **Física (Editora FTD, ed. 3, 2016)**

A obra de Bonjorno, Casemiro, Clinton e Prado, dividida em seis unidades, dedica a terceira à óptica, abrangendo seis capítulos (8 a 13). Com enfoque prático e acessível, propõe atividades experimentais de baixo custo na seção "Experimente a Física no dia a dia" de cada capítulo. Os temas incluem introdução à óptica, reflexão e refração da luz, lentes esféricas, espelhos esféricos e interferência da luz.

No Capítulo 8, são introduzidos conceitos fundamentais da óptica, com uma atividade prática sobre a propagação retilínea da luz. O Capítulo 9 aborda a reflexão da luz, destacando a lei da reflexão e propondo uma atividade experimental para sua verificação. Já o Capítulo 10 explora a refração da luz, incluindo a lei de Snell-Descartes, com uma atividade prática associada.

O Capítulo 11 concentra-se em lentes esféricas, com uma atividade experimental para determinar a distância focal de uma lente convergente. O Capítulo 12 explora espelhos esféricos, com uma atividade para determinar a distância focal de um espelho côncavo.

Finalmente, o Capítulo 13 discute a interferência da luz, propondo atividades práticas relacionadas a uma fenda dupla, um filme fino e um CD. O livro busca tornar os princípios ópticos mais tangíveis e compreensíveis por meio dessas experiências práticas.

● **Física em contextos (Editora do Brasil, ed. 1, 2016)**

O livro "Física em contextos" de Pogibin, Pietrocola, Andrade e Romero proporciona sugestões de experimentos acessíveis para demonstrar conceitos ópticos. Distribuído em quatro unidades, a terceira aborda óptica e som nos capítulos de 9 a 12. No Capítulo 9, abordando som e audição, conceitos como onda sonora e efeito Doppler são discutidos sem experimentos diretos. O Capítulo 10, sobre luz e imagem, além de elucidar conceitos ópticos, propõe a construção de uma câmara escura em um experimento.

O Capítulo 11, sobre espelhos e lentes esféricas, explora temas como formação de imagens e defeitos da visão, apresentando um experimento para determinar a distância focal de uma lente convergente. Já o Capítulo 12, centrado em interferência e difração da luz, discute conceitos como interferência construtiva e destrutiva, sem oferecer experimentos diretos, mas envolvendo análise de imagens.

- **Física - Ciência e tecnologia (Editora Moderna, ed. 4, 2016)**

O material de Torres, Ferraro, Soares e Penteado, dividido em quatro unidades, a parte focada em óptica concentra-se na Unidade II, onde o Capítulo 4 oferece seis atividades experimentais. Iniciando com "Luz e Cor," a seção 4.1 introduz conceitos fundamentais e propõe uma atividade prática sobre a dispersão da luz branca em um prisma. Em seguida, "Reflexão da Luz" (Seção 4.2) explora ângulos de incidência, a lei da reflexão e espelhos planos, com uma atividade específica para verificar essa lei. "Refração da Luz" (Seção 4.3) aborda ângulos de refração, lei de Snell-Descartes e lentes esféricas, incluindo duas atividades práticas. A Seção 4.4, "Espelhos Esféricos," descreve espelhos côncavos e convexos, com uma atividade para determinar a distância focal de um espelho côncavo. A Seção 4.5, "Interferência da Luz," discute interferência, ondas e difração, apresentando uma atividade sobre a interferência da luz em uma fenda dupla. Por fim, a Seção 4.6, "Natureza Ondulatória da Luz," explora conceitos como a natureza ondulatória da luz e a dualidade onda-partícula, sem atividades experimentais, mas envolvendo análise de gráficos e equações.

- **Conexões com a Física (Editora Moderna, ed. 3, 2016)**

O livro "Conexões com a Física", dos autores Santanna, Martini, Reis e Spinelli, é bem parecido com o livro Física: Ciência e tecnologia, apresenta exatamente as mesmas atividades experimentais. Embora os dois livros abordam os mesmos conteúdos de óptica em sessões com os mesmos nomes e apresentem as mesmas atividades experimentais, eles têm algumas diferenças na estrutura, na linguagem e na abordagem. Por exemplo, o livro Conexões com a Física tem uma seção chamada "Conexão com o cotidiano" em cada capítulo, que mostra como a física se relaciona com a vida prática, enquanto o livro Física: Ciência e tecnologia tem uma seção chamada "Física e tecnologia" em cada capítulo, que mostra como a física se relaciona com a ciência e a inovação.

Além da diferença citada anteriormente, o material Conexões com a Física tem uma linguagem mais informal e dialogada, enquanto o livro Física: Ciência e tecnologia tem uma linguagem mais formal e objetiva. Essas diferenças podem influenciar na forma como os alunos aprendem e se interessam pela física.

4.2 ANÁLISE DOS LIVROS DO PNLD 2021

- **Ciências da Natureza - Lopes e Rosso (Editora Moderna, ed. 1, 2020)**

O material em questão, dos autores Lopes e Rosso, et al, demonstra uma estrutura organizacional que se divide em duas unidades, sendo a unidade 2 o foco central para os conteúdos relacionados à óptica. Especificamente, destaca-se o Tema 5, intitulado "Óptica Geométrica e Instrumentos Ópticos". Notavelmente, esta seção do livro exhibe uma distribuição de conteúdo consideravelmente sólido, embora algumas partes possam ser consideradas breves em sua abordagem.

No que se refere a atividades práticas, o livro oferece uma única sugestão de experimento, que consiste em uma simulação virtual utilizando o simulador PhET Colorado. Esta escolha, sem dúvida, apresenta vantagens em termos de acessibilidade e demonstra uma abordagem moderna e inovadora para a exploração dos fenômenos ópticos. A utilização de tecnologia, como o simulador mencionado, é uma estratégia valiosa para engajar os alunos e

proporcionar uma compreensão prática e visual dos conceitos teóricos. O material só deixa a desejar pois não traz outras sugestões de experimentos práticos.

Assim, ao considerar esses pontos, é possível vislumbrar oportunidades para aprimorar ainda mais o conteúdo do livro, garantindo uma abordagem educacional abrangente e enriquecedora no campo da óptica.

• **Conexões - Ciências da Natureza e suas tecnologias (Editora Moderna, ed. 1, 2020)**

A obra em análise, de Thompson, Rios, et al, apresenta uma estrutura composta por seis capítulos, identificados numericamente de 1 a 6, sendo o primeiro capítulo o ponto focal para a exploração dos conteúdos ópticos e intitulado "Óptica Geométrica". Essa estruturação permite uma organização clara e sequencial dos tópicos, fornecendo uma base sólida para a compreensão progressiva dos conceitos apresentados ao longo da obra.

Diferentemente de incluir sugestões de roteiros experimentais para a construção de aparatos, o livro adota uma abordagem contemporânea ao propor experimentos virtuais. Apresenta duas sugestões nesse contexto: uma utiliza o simulador Geogebra para explorar reflexão e espelhos esféricos, enquanto a outra emprega o simulador PhET Colorado para abordar refração e lentes esféricas. Essa escolha por recursos virtuais não apenas reflete a tendência moderna no ensino, mas também permite uma interação prática e visual com os fenômenos ópticos, contribuindo para uma experiência de aprendizado mais envolvente.

O material procura relacionar os conceitos ópticos com situações cotidianas demonstra um esforço louvável em tornar o material mais acessível e relevante para os leitores. Essa conexão com a vida diária não apenas facilita a compreensão dos estudantes, mas também ressalta a importância prática e a aplicabilidade dos princípios ópticos em diferentes contextos.

Apesar de não incorporar sugestões de roteiros experimentais físicos, a ênfase em experimentos virtuais e a contextualização cuidadosa dos conteúdos contribuem para uma experiência de aprendizado abrangente. Entretanto, uma consideração adicional poderia ser dada à inclusão de atividades práticas envolvendo a construção de aparatos, proporcionando aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos de forma mais tangível.

Assim, o livro demonstra qualidades visíveis na sua abordagem, mas há espaço para aprimoramentos adicionais, especialmente na diversificação das atividades experimentais.

• **Diálogo - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Editora Moderna, ed. 1, 2020)**

O livro em questão, da autora Santos, et al, se estrutura em capítulos numerados, sendo o quarto capítulo o ponto focal para a abordagem dos conteúdos relacionados à óptica, sob o título "Luz e Visão Humana". No entanto, é possível observar que esse capítulo em particular apresenta algumas lacunas que merecem atenção.

Um aspecto que requer consideração é a ausência de sugestões de experimentos. A falta de atividades práticas pode ser percebida como uma limitação, pois os experimentos desempenham um papel crucial no reforço dos conceitos teóricos e na aplicação prática do conhecimento. A inclusão de experimentos proporcionaria aos alunos a oportunidade de vivenciar diretamente os fenômenos ópticos, contribuindo para uma compreensão mais profunda e significativa.

Além disso, nota-se que a apresentação dos conteúdos no capítulo em questão é bastante resumida. Uma expansão cuidadosa poderia enriquecer a compreensão dos leitores, fornecendo mais detalhes e exemplos elucidativos. Isso não apenas aumentaria a clareza dos conceitos apresentados, mas também poderia tornar a leitura mais envolvente e estimulante para os estudantes.

Em resumo, embora o capítulo "Luz e Visão Humana" sirva como ponto de acesso aos conteúdos de óptica, algumas melhorias notáveis podem ser implementadas. A inclusão de sugestões de experimentos, uma expansão dos conteúdos e a diversificação das atividades

práticas são aspectos que podem contribuir para aprimorar a qualidade do material, tornando-o mais completo e eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

● **Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar (Editora Scipione, ed. 1, 2020)**

O escrito analisado, de Mortimer, Horta, et al, direciona sua atenção aos conteúdos de óptica através do Capítulo 5, intitulado "A Luz e as Ondas Eletromagnéticas". Notavelmente, este capítulo se destaca ao oferecer aos leitores três sugestões de atividades experimentais, abrangendo áreas importantes da óptica, nomeadamente difração da luz, interferência da luz e decomposição da luz branca. A presença dessas atividades práticas é louvável, pois proporciona aos estudantes a oportunidade de aplicar conceitos teóricos de forma tangível, reforçando assim a compreensão dos fenômenos ópticos.

A organização dos roteiros experimentais merece reconhecimento, pois ela contribui para a clareza e eficácia na execução das atividades propostas. No entanto, ao analisar a abordagem geral do livro em relação aos conteúdos, observa-se uma tendência de apresentação superficial e resumida. Essa característica pode ser vista como uma limitação, pois uma abordagem mais aprofundada poderia enriquecer a compreensão dos leitores, proporcionando uma visão mais abrangente e detalhada dos princípios ópticos apresentados.

Em resumo, enquanto o Capítulo 5 se destaca pelas atividades experimentais propostas e pela organização dos roteiros, há espaço para melhorias na abordagem geral dos conteúdos. Uma expansão cuidadosa e uma apresentação mais detalhada poderiam elevar ainda mais a qualidade do livro, proporcionando uma experiência de aprendizado mais enriquecedora e completa para os leitores interessados em explorar os fenômenos ópticos.

● **Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Editora Moderna, ed 1, 2020)**

O livro em análise, de Amabis, Martino, et al, apresenta uma estrutura composta por 12 capítulos, sendo o sétimo capítulo dedicado aos conteúdos de óptica e intitulado "Óptica Geométrica". Este capítulo, ao abordar os princípios da óptica geométrica, busca proporcionar uma compreensão aprofundada dos fenômenos ópticos fundamentais.

No que diz respeito às atividades práticas, o material se destaca por incluir um experimento no tópico 2, direcionado à determinação da altura de um objeto, utilizando materiais acessíveis. Essa abordagem é louvável, pois a aplicação prática de conceitos teóricos pode contribuir significativamente para o entendimento dos alunos, além de promover uma aprendizagem mais envolvente e tangível.

No entanto, o livro deixa a desejar ao não apresentar sugestões de experimentos virtuais por meio de simuladores. A incorporação de ferramentas virtuais, como simuladores, poderia ampliar as opções de aprendizado, oferecendo aos alunos uma experiência mais interativa e dinâmica. Experimentos virtuais também têm a vantagem de possibilitar a exploração de fenômenos ópticos de maneira mais flexível, o que pode enriquecer a compreensão dos estudantes.

Em resumo, enquanto o livro demonstra mérito ao incluir um experimento prático acessível no capítulo de óptica, há oportunidades de melhoria, especialmente na inclusão de atividades virtuais e na expansão dos conteúdos para proporcionar uma abordagem mais completa e aprofundada dos princípios ópticos. Essas melhorias podem contribuir significativamente para a qualidade do material, enriquecendo a experiência de aprendizado dos leitores interessados em explorar os fascinantes aspectos da óptica geométrica.

● **Multiversos - Ciências da Natureza (Editora FTD, ed. 1, 2020)**

O livro em questão, dos autores Melo, Agnolo e Godoy, apresenta uma lacuna notável ao não dispor de um capítulo específico dedicado aos conteúdos de óptica geométrica. Em vez disso, aborda fenômenos ondulatórios, como reflexão, refração e difração, centrando-se exclusivamente em ondas mecânicas. Essa escolha tem implicações significativas na abordagem dos conceitos ópticos, e o livro se ressentia da ausência de um enfoque mais direto na óptica geométrica.

A falta de um capítulo dedicado à óptica resulta na ausência óbvia de sugestões de experimentos específicos sobre o tema. Esta omissão compromete a experiência de aprendizado dos estudantes, uma vez que atividades práticas desempenham um papel crucial na consolidação dos conhecimentos e na aplicação dos conceitos teóricos em situações do mundo real.

Além disso, a apresentação dos conteúdos no livro é apontada como insatisfatória. A falta de um enfoque específico na óptica, combinada com a ausência de experimentos práticos relacionados, contribui para uma compreensão superficial dos fenômenos ópticos. Uma possível melhoria seria a expansão dos tópicos ondulatórios para incorporar elementos de óptica geométrica, permitindo uma abordagem mais abrangente dos princípios ópticos fundamentais.

Sugere-se que o livro considere a inclusão de um capítulo dedicado à óptica geométrica, oferecendo uma estrutura mais robusta para a exploração desses conteúdos específicos. Além disso, a incorporação de sugestões de experimentos práticos relacionados à óptica pode aprimorar significativamente a experiência de aprendizado dos alunos, proporcionando uma aplicação concreta dos conceitos abordados.

Em resumo, o livro poderia se beneficiar de uma revisão estrutural que inclua um capítulo específico para a óptica geométrica e a introdução de experimentos práticos relacionados. Essas melhorias podem contribuir para uma abordagem mais completa e envolvente dos fenômenos ópticos, tornando o material mais robusto e eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

• **Ser Protagonista Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Editora SM, ed. 2, 2020)**

O material em análise, de Nery, Fukui, Zamboni, et al, se organiza em três unidades, sendo que o Capítulo 3, intitulado "Coordenação e Percepção do Ambiente", é aquele designado para explorar conteúdos relacionados à óptica. Este capítulo, inserido na unidade 1, destaca-se por ser o ponto focal para a abordagem de temas específicos da óptica em questão.

No que diz respeito às atividades experimentais, é notável que o capítulo em consideração apresenta apenas uma prática sob a seção "Práticas de Ciências". Essa atividade específica envolve a determinação da distância focal de uma lente, utilizando materiais acessíveis e de baixo custo.

A limitação deste capítulo reside no fato de conter apenas uma atividade experimental. A inclusão de mais práticas ou experimentos relacionados à óptica poderia enriquecer a experiência de aprendizado dos alunos, permitindo uma exploração mais abrangente dos fenômenos ópticos. A diversificação de atividades experimentais poderia proporcionar uma visão mais holística e prática dos conceitos apresentados.

Ademais, seria benéfico considerar a expansão do capítulo em termos de conteúdo. A adição de explicações mais detalhadas, exemplos elucidativos e aplicações práticas adicionais poderia aprimorar a compreensão dos estudantes, tornando o capítulo mais robusto e completo no que diz respeito aos princípios ópticos.

Em resumo, embora o livro demonstre uma iniciativa positiva ao incluir uma atividade experimental relacionada à óptica, há oportunidades para melhorias, incluindo a diversificação de atividades práticas e uma expansão mais aprofundada dos conteúdos. Essas considerações podem contribuir para tornar o material mais abrangente e eficaz no processo de aprendizado

dos fenômenos ópticos.

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA

Quando analisamos a quantidade de sugestões experimentais nos livros do PNLD 2018, torna-se evidente que eles se destacam pela sua abordagem diversificada, proporcionando uma variedade rica de experimentos que utilizam materiais acessíveis ou de baixo custo. Cada livro, em média, oferece aproximadamente cinco sugestões experimentais, enriquecendo a experiência educacional dos estudantes ao apresentar uma gama significativa de práticas laboratoriais para aprimorar sua compreensão científica.

Dois exemplares que merecem destaque nesse contexto são "Compreendendo a Física", da editora Ática, e "Física: Contexto e Aplicações", da editora Scipione. Ambos se destacam por ultrapassar a média usual, apresentando mais de 10 sugestões de atividades experimentais especialmente voltadas para o ensino de Óptica. Essa abordagem mais robusta proporciona aos educadores e alunos uma gama extensa de oportunidades para explorar os princípios ópticos de maneira prática e envolvente.

É possível observar que nos materiais do PNLD 2018 há uma ausência de experimentos virtuais em suas propostas. Enquanto os livros oferecem uma variedade rica de experiências físicas, a falta de atividades experimentais virtuais pode ser interpretada como uma limitação na adaptação aos recursos tecnológicos contemporâneos. Vivemos em uma era em que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais significativo no processo educacional, proporcionando oportunidades únicas de aprendizado, especialmente em disciplinas científicas.

A inclusão de experimentos virtuais poderia enriquecer ainda mais o aprendizado dos estudantes, permitindo-lhes explorar conceitos científicos de maneira interativa e imersiva. Essa abordagem não apenas estaria alinhada com as demandas educacionais do século XXI, mas também abriria portas para a exploração de fenômenos que podem ser desafiadores de reproduzir no laboratório tradicional. Experimentos virtuais podem proporcionar uma experiência prática valiosa, mesmo em situações em que a realização física do experimento seria impraticável, para Karl Kapp (2012) “experiências virtuais permitem que os aprendizes experimentem, falhem e tentem novamente sem consequências do mundo real. Os aprendizes podem adquirir experiência prática em um ambiente seguro, aprendendo com seus erros sem medo de repercussões negativas.”

Portanto, ao proporcionar um ambiente de aprendizado simulado, os experimentos virtuais têm o potencial não apenas de oferecer uma plataforma segura para a prática e exploração de conceitos, mas também de prevenir situações perigosas no mundo real. Eles permitem que os aprendizes cometam erros sem o risco de consequências adversas, tais como acidentes ou danos materiais significativos, ao mesmo tempo em que promovem uma cultura de aprendizado iterativo e experiencial. Essa abordagem não só reduz os perigos associados à experimentação prática, mas também contribui para a economia de recursos materiais, evitando o desperdício de materiais caros e limitados que seriam necessários em experimentos físicos tradicionais.

Ao analisarmos os livros aprovados no PNLD 2021, fica evidente uma mudança significativa na abordagem em relação às sugestões experimentais, quando comparada aos materiais de 2018. Surpreendentemente, a quantidade total de sugestões experimentais é reduzida, com apenas três livros apresentando roteiros para experimentos físicos. Essa diminuição sinaliza uma transformação na concepção pedagógica, indicando possíveis ajustes nas prioridades educacionais e metodologias de ensino.

No entanto, é notável um avanço considerável na integração de atividades virtuais nos materiais do PNLD 2021. Dois livros incorporam essa modalidade de experimentação, reconhecendo a crescente importância das tecnologias digitais no processo educacional contemporâneo. A inclusão de experimentos virtuais representa uma resposta atenta às

demandas de uma sociedade cada vez mais conectada e à necessidade de preparar os estudantes para as habilidades requeridas no mundo digital. Moran (2013) corrobora afirmando que:

As tecnologias caminham na direção da integração, da instantaneidade, da comunicação audiovisual e interativa [...] os professores podem comunicar-se diretamente com os alunos, mostrando materiais, discutindo-os com os alunos, divulgando novas questões. (MORAN, 2013, p. 36-46).

Apesar desse avanço, é importante ressaltar que, mesmo com a inclusão de atividades virtuais, nenhum dos livros do PNLD 2021 oferece sugestões simultâneas de experimentos físicos e virtuais. Essa segregação pode ser interpretada como uma oportunidade para futuras edições, instigando uma abordagem mais abrangente. Ao integrar ambas as modalidades de experimentação, os livros poderiam proporcionar uma experiência mais completa e enriquecedora para os alunos.

A combinação de experimentos físicos e virtuais pode criar sinergias educacionais poderosas. Enquanto os experimentos físicos oferecem a tangibilidade e a experiência prática, os experimentos virtuais podem ampliar as possibilidades, permitindo a simulação de fenômenos complexos e a exploração de ambientes inacessíveis no laboratório convencional. Essa abordagem integrada não só potencializa o entendimento científico, mas também prepara os estudantes para uma gama mais ampla de desafios científicos e tecnológicos no futuro. De acordo com a BNCC

[...] a escola que acolhe as juventudes tem de explicitar seu compromisso com os fundamentos científico-tecnológicos da produção dos saberes, promovendo, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento: • a compreensão e a utilização dos conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico, e dos procedimentos metodológicos e suas lógicas; • o reconhecimento da necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus próprios conhecimentos; • a apropriação das linguagens das tecnologias digitais e a fluência em sua utilização; e • a apropriação das linguagens científicas e sua utilização na comunicação e na disseminação desses conhecimentos. (BNCC, 2017)

Portanto, a ausência de sugestões simultâneas de experimentos físicos e virtuais nos livros do PNLD 2021 pode ser vista como um convite à reflexão e aprimoramento. Ao abraçar uma abordagem mais abrangente e integradora, os materiais educacionais podem alinhar-se melhor com as necessidades contemporâneas, proporcionando uma educação científica mais rica e adaptada aos avanços tecnológicos do século XXI.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após uma análise minuciosa dos materiais didáticos que incluem sugestões de experimentos, torna-se evidente que todos esses livros apresentam roteiros cuidadosamente estruturados, caracterizados por uma organização clara e uma linguagem de fácil compreensão. A qualidade dos roteiros reflete a preocupação em oferecer aos educadores e estudantes uma orientação precisa e acessível durante a realização dos experimentos propostos.

Um ponto importante é que algumas dessas publicações não se limitam apenas a fornecer instruções práticas, mas também incorporam perguntas orientadoras que incentivam os alunos a refletirem sobre os conceitos experimentais abordados. Essas questões

pós-experimento não apenas consolidam o aprendizado, mas também estimulam o pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, promovendo uma abordagem mais holística ao processo educacional.

Um aspecto notável é a acessibilidade dos materiais necessários para a realização dos experimentos sugeridos. Todos os experimentos propostos podem ser conduzidos utilizando materiais acessíveis e de baixo custo. Essa abordagem além de democratizar o acesso à experimentação científica, também contribui para a viabilidade prática dessas atividades em uma variedade de contextos educacionais.

A inclusão de experimentos de baixo custo não só atende às restrições orçamentárias que muitas instituições educacionais podem enfrentar, mas também amplia as oportunidades de envolvimento dos alunos nas práticas laboratoriais. Esse enfoque em acessibilidade não apenas reforça a equidade no acesso à educação científica, mas também promove a ideia de que a experimentação pode ser uma parte integral e alcançável do processo de aprendizagem, independentemente das limitações financeiras.

Os livros do PNLD 2021 conta com uma diversidade bem pequena de sugestões de experimentos, uma possível melhoria no material seria a inclusão de roteiros experimentais que empreguem materiais acessíveis ou de baixo custo. Isso não apenas diversificaria as opções disponíveis para os educadores, mas também permitiria uma abordagem mais tangível e prática para o ensino dos princípios ópticos. A incorporação de experimentos práticos utilizando recursos facilmente disponíveis poderia enriquecer significativamente a experiência de aprendizado dos alunos, proporcionando-lhes a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos de maneira mais palpável.

Além disso, sugere-se que os livros explorem a possibilidade de expansão dos conteúdos, incluindo explicações mais detalhadas, exemplos mais abrangentes e aplicações práticas adicionais. Esse aprofundamento pode contribuir para uma compreensão mais sólida e holística dos temas apresentados, beneficiando assim os estudantes e tornando o livro uma fonte mais abrangente de conhecimento na área da óptica.

Dessa forma, a conclusão após a análise é que os livros que incorporam sugestões de experimentos não apenas buscam enriquecer o aprendizado prático, mas o fazem de maneira estruturada, reflexiva e inclusiva. Essa abordagem não apenas fortalece o engajamento dos estudantes, mas também consolida a ideia de que a ciência é acessível e pode ser explorada de maneira envolvente e enriquecedora em qualquer ambiente educacional.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M., MARTINO, G. R., et al. **Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. 1ª ed. São Paulo: Editora Moderna. 2020.

BARRETO, B., XAVIER, C. (2016). **Física Aula por Aula**. 3ª ed. São Paulo: Editora FTD. 2016.

BITTENCOURT, Circe Fernandes. Momentos do livro didático brasileiro. **A história do livro didático brasileiro**, 4-11, 2020

BONJORNO, J. R., CASEMIRO., CLINTON, A. M., PRADO, E. **Física**. 3ª ed. São Paulo: Editora FTD. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. PNLD 2018: **física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, DF: Ministério da Educação,

Secretária de Educação Básica, 2017.

BRASIL. **Orientações Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Brasília. 2006.

CARRON, J. R. GUIMARÃES, J. E. R., SIQUEIRA, G. . **Física**. 3ª ed. São Paulo: Editora Ática. 2016.

DINIZ, Leandro Araújo. **Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Óptica: um estudo de caso**. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB, 2015.

DO CARMO, A. K. S. **Atividades experimentais no ensino de óptica com materiais de baixo custo aplicados no segundo ano do ensino médio**. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2012.

FILHO, A., TOSCANO, C. **Física: Interação e Tecnologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Leya. 2016.

FUKE, K. **Física para o Ensino Médio**. 4ª ed. São Paulo: Saraiva Educação. 2016.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 3ª ed. São Paulo: Editora Ática. 2016.

GUALTER, J., HELOU, E. S., NEWTON, A. **Física**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva Educação. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Ebook.
GIRCOREANO, J. P.; PACA, Jesuina L. A. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 18, n.1: p. 26-40, abr. 2001.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatórios, publicação e trabalhos científicos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992. Ebook.

LOPES, S., ROSSO, S., et al. **Ciências da Natureza**. 1ª ed. São Paulo: Editora Moderna. 2020.

MÁXIMO, A., ALVARENGA, B, GUIMARÃES, C. **Física: Contexto e Aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Editora Scipione. 2016.

MELO, W. C., DELL AGNOLO, R. M., GODOY, L. **Multiversos - Ciências da Natureza**. 1ª ed. São Paulo: Editora FTD. 2020.

MORAES, J. U. P.; JUNIOR, R. S. S. Experimentos didáticos no Ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa. **Education Physicorum**, v. 9, junho 2015. ISSN 2.

MORAM, J. M; BEHENS, MA; ASETTO, MT. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica** 21, 36-46, 2013.

MORTIMER, E., HORTA, A., et al. **Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar**. 1ª ed. São Paulo: Editora Scipione. 2020.

NERY, A. L. P., FUKUI, A., ZAMBONI, A., et al. **Ser Protagonista Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. 2ª ed. São Paulo: Editora SM. 2016.

PEREIRA, A. B. B.; GOMES, J. L. **O ensino de óptica através da experimentação: uma abordagem de conceitos da associação de espelhos planos**. In: CONEDU (Congresso Nacional de educação), n. 3, Natal- RN, 2016.

POGIBIN, G., PIETROCOLA, M., ANDRADE, R., ROMERO, E. **Física em Contextos**. 1ª ed. São Paulo: Editora do Brasil. 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa é do trabalho acadêmico**. 4 ed. Rio Grande do Sul: Universidade Freevale, 2013. E-book.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. F. S. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.

RIPPEL, C. B. **Uma estratégia para aprendizagem Significativa: estudo das propriedades da luz através de experimentos de baixo custo para o ensino médio**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, Santa Catarina, 2020.

ROSA, W. C.; ROSA, B. A. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2012.

SANTANNA, G., MARTINI, L., REIS, R., SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. 3ª ed. São Paulo: Editora Moderna. 2016.

SANTOS, K. C. dos, et al. **Diálogo - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. 1ª ed. São Paulo: Editora Moderna. 2020.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2013. E-book.

SOUSA, L. A.; et al. Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015.

SPERANDIO, Daniele Spadotto (org.) et al. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos do IFPI**. Teresina: IFPI, 2017.

THOMPSON, M., RIOS, E. P., et al. **Conexões - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. 1ª ed. São Paulo: Editora Moderna. 2020.

TORRES, C., FERRARO, N., SOARES, A., PENTEADO, P. **Física - Ciência e Tecnologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora Moderna. 2016.

ZACHEU, Aline Aparecida Pereira; CASTRO, Laura Laís de Oliveira. **Dos tempos imperiais ao PNLD: a problemática do livro didático no Brasil**. Jornada do Núcleo de Ensino de Marília, v. 14, p. 1-12, 2015.

ZILIO, Sérgio Carlos. **Óptica Moderna: Fundamentos e aplicações**. Instituto de Física de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2009.