

# UMA ANÁLISE DA REPRESENTAÇÃO DO FENÔMENO DA REFRAÇÃO DA LUZ NOS LIVROS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Rodrigo Targino Baraúna<sup>1</sup>  
Beatriz Tavares de Abreu e Lima<sup>2</sup>  
Leonardo Moraes Pontes de Azevedo<sup>3</sup>  
Raquel Velasco Weller<sup>4</sup>

Esta pesquisa objetiva uma análise acerca das imagens utilizadas em alguns livros didáticos de Física trabalhados no ensino médio quando abordam o conteúdo da refração e reflexão luminosa. Percebemos que os livros analisados, ao fazerem uma abordagem imagética dos fenômenos supracitados, trazem a situação gráfica de apenas um raio de luz incidindo em uma superfície de separação e, em seguida, passando para outro meio de propagação. Dessa maneira, as ilustrações omitem a existência do raio de luz que é refletido pela superfície, o que promove um entendimento equivocado por parte do estudante, uma vez que os dois fenômenos – reflexão e refração - coexistem. O presente trabalho propõe, portanto, um aprofundamento a respeito da importância do recurso imagético no processo de construção do conhecimento e a relação de sua importância com a possível defasagem de aprendizado gerada pelo descuido dos materiais didáticos de suporte em relação à representação das imagens. A partir de uma abordagem bibliográfica, este estudo realizou uma análise detalhada de quatro livros didáticos trabalhados no Ensino Médio, propondo uma alternativa para a melhoria dessa realidade, com vistas à promoção de avanços na qualidade e na construção do conhecimento de Óptica Geométrica por parte dos estudantes da Educação Básica.

**Palavras-chave:** Livro didático, Ensino de Física, Refração da luz, Reflexão da luz.

<sup>1</sup> Professor do Ensino Médio do Colégio Apoio - PE, [rodrigobarauna@colégioapoio.net](mailto:rodrigobarauna@colégioapoio.net)

<sup>2</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Apoio - PE, [beatrizlima@aluno.colégioapoio.net](mailto:beatrizlima@aluno.colégioapoio.net);

<sup>3</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Apoio - PE, [leonardomazevedo@aluno.colégioapoio.net](mailto:leonardomazevedo@aluno.colégioapoio.net);

<sup>4</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Apoio - PE, [raqualvweller@aluno.colégioapoio.net](mailto:raqualvweller@aluno.colégioapoio.net);

## INTRODUÇÃO

No contexto do ensino e aprendizagem, é fundamental que os professores promovam um ambiente educativo onde os estudantes se sintam seguros, incentivados e protagonistas. Para alcançar esse objetivo, é crucial a utilização de diversos recursos didáticos que possam, de maneira positiva, auxiliar o aluno na busca pelo conhecimento. Nesse sentido,

*“[...] com a utilização de recursos didático-pedagógicos, pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, fazer dos alunos participantes do processo de aprendizagem. (Castoldi e Polinarski, 2009, p. 1).”*

Quando o recurso didático fornece um aprendizado dos conteúdos de forma significativa e crítica, o aluno passa a sentir-se parte de um ambiente seguro, estimulado a aprender e com uma disposição maior para se envolver em novas situações. Dessa forma, ele se torna um participante essencial no processo de aprendizagem.

Dado que o livro didático é um dos recursos pedagógicos mais amplamente utilizados nas salas de aula e sua presença é obrigatória em muitas escolas, ele foi escolhido como o foco deste estudo. Além disso, o livro didático demonstra ser uma ferramenta crucial para a aquisição de conhecimento, oferecendo suporte para o estudo independente.

Esses materiais, frequentemente ilustrados com diversas imagens ao longo dos textos, corroboram a visão de Allan Paivio (2014), que afirma que, assim como as representações verbais, as representações visuais também desempenham um papel importante na formação de conceitos e descrições. Considerando a importância das imagens para que o estudante possa associar o que lê ao que observa e analisa, a inserção de figuras que apresentam conceitos superficiais, simplificados ou incorretos nos livros didáticos representa um grande prejuízo ao aluno, comprometendo sua compreensão conceitual.

Nesse contexto, é importante analisar como o estudo da refração é tratado, especialmente em relação à inadequação das representações visuais desse fenômeno, devido à sua relevância como tema da Óptica Geométrica, área da Física geralmente abordada no Ensino Médio.

## DESENVOLVIMENTO

Um dos principais objetivos do Ensino Médio, conforme estabelece o Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, é garantir ao estudante a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos. Além disso, é essencial contextualizar esses conhecimentos, como destacado pela Base Nacional Comum Curricular. Nesse sentido, o livro didático se torna uma ferramenta quase indispensável para auxiliar o estudante no processo de aprendizagem, atuando como um mediador na construção do ensino entre os diferentes agentes envolvidos (MARTINS, 2006). No caso do ensino de Física, há uma dificuldade inerente em concretizar adequadamente o ensino, conforme apontado por Ricardo:

*" Os alunos resistem em aderir ao projeto de ensino, externando um sentimento de dúvidas em relação à preparação que estariam recebendo [...]. No caso do ensino das ciências de modo geral, e da física em particular, mais que em outras áreas, isso se torna evidente." (RICARDO, 2005, p.1)"*

Dessa forma, percebe-se que o uso de materiais complementares é de extrema importância no ensino de Física no Ensino Médio, para motivar o aluno a se sentir efetivamente envolvido no processo de aquisição de conhecimento. Um dos pontos mais relevantes desses recursos didáticos é a contribuição para a visualização de fenômenos abstratos, algo comum nas ciências. Nesse contexto, a linguagem não verbal, como as imagens, desempenha um papel crucial ao facilitar a compreensão do conhecimento científico (MARTINS, 2005). Ao utilizar imagens no ensino, elas assumem a função de "instrumento de comunicação, de informação, de conhecimento, fator de motivação, de discurso, de ensino, meio de ilustração da aula, ferramenta para memorização e observação do real" (DUBORGEL apud LENCASTRE E CHAVES, 2003).

Diante disso, cabe às ilustrações nos livros didáticos não apenas representar o fenômeno, mas também fornecer informações diretas, corretas e completas sobre ele. Quando esse objetivo não é alcançado, o processo de aprendizagem é comprometido, gerando confusão na compreensão do conceito estudado. No entanto, a análise de erros pedagógicos é fundamental para entender a natureza dos equívocos cometidos (TEIXEIRA, 2004), e este artigo se propõe a realizar essa análise.

## **METODOLOGIA**

### **A seleção dos livros didáticos**

Conforme o Decreto N° 9.099, de 18 de julho de 2017, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem como objetivo fornecer às escolas públicas livros didáticos, dicionários e materiais de apoio à prática educativa. Com base nessa norma, todos os livros didáticos utilizados nas escolas públicas do Brasil passam por uma avaliação antes de serem adotados (BRASIL, 2017). Um critério importante para essa avaliação é que os conteúdos sejam atualizados e contextualizados com o cotidiano dos alunos, a fim de despertar seu interesse pelo aprendizado.

De acordo com Garcia, as reformas educacionais que ocorreram com a implementação da LDB 9.394/96 resultaram em novas diretrizes e parâmetros para a educação no Brasil, o que também trouxe novas demandas para autores e editoras de livros didáticos. Esse cenário criou um campo fértil para pesquisas que investigam o livro didático como objeto de estudo, bem como os efeitos de sua presença nas salas de aula, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio (GARCIA, 2012). É fundamental expandir as pesquisas sobre os livros didáticos, incorporando análises dos conteúdos de Física, pois uma apresentação simplificada dos conceitos pode dificultar a compreensão profunda dos fenômenos físicos que os alunos encontram em seu cotidiano. No entanto, a formação inicial e continuada de professores geralmente não contempla discussões sobre o uso dos livros didáticos ou sobre os critérios para sua avaliação. Para garantir a credibilidade deste estudo, foram selecionados livros didáticos amplamente utilizados no ensino de Física no Ensino Médio no Brasil. Além disso, a literatura foi revisada em busca de estudos que apresentassem esses livros como objeto de análise em relação às abordagens pedagógicas.

### **A coleta de dados nos livros**

A coleta de dados foi realizada através da leitura do sumário e do conteúdo de cada um dos livros didáticos analisados. Isso permitiu identificar a discrepância entre a explicação real dos fenômenos físicos e a abordagem apresentada nas obras do Ensino Médio. Neste estudo, apresentamos os resultados da análise de quatro livros: *Universo da Física 2* (SAMPAIO et al, 2001), *360°* (BARRETO et al, 2015), *Física 2* (NEWTON et al, 2016) e *Fundamentos da Física* (RAMALHO et al, 2012).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Sabemos que, ao entender as propriedades da luz, podemos explicar fenômenos como o céu azul, além de compreender o funcionamento de dispositivos como o olho humano, telescópios, microscópios, câmeras e óculos. Os princípios da ótica também são

fundamentais para várias inovações modernas, como o laser, a fibra ótica, os hologramas e novas técnicas de obtenção de imagens médicas (YOUNG et al, 2016).

Dois conceitos importantes na propagação da luz são a reflexão e a refração. Quando uma onda luminosa atinge uma superfície lisa que separa dois meios transparentes (como ar e vidro, ou água e vidro), a luz é, geralmente, parcialmente refletida e parcialmente refratada (transmitida) para o outro meio, conforme ilustrado na Figura 1(a). Por exemplo, ao olhar para dentro de um restaurante através de uma janela de vidro, você verá o reflexo de uma cena da rua, enquanto alguém dentro do restaurante poderá olhar para fora e ver a mesma cena, devido à refração da luz (YOUNG et al, 2016).

Descrevemos as direções dos raios incidentes, refletidos e refratados em uma superfície lisa que separa dois meios transparentes em relação aos ângulos formados pelos raios com a reta normal (perpendicular) à superfície no ponto de incidência, como mostrado nas Figuras 1(b) e (c). Quando a superfície é rugosa, os raios transmitidos e refletidos se espalham em várias direções, sem formar um único ângulo de reflexão ou refração. Chamamos de reflexão especular (do latim "espelho") quando a luz é refletida de forma ordenada em uma superfície lisa, enquanto a reflexão difusa ocorre quando a luz se dispersa em várias direções em uma superfície rugosa. Esses tipos de reflexão ocorrem tanto em materiais transparentes quanto em materiais opacos, ou seja, aqueles que não permitem a passagem de luz. Quase todos os objetos ao nosso redor (como plantas e pessoas) são visíveis porque refletem a luz de maneira difusa em suas superfícies (YOUNG et al, 2016).

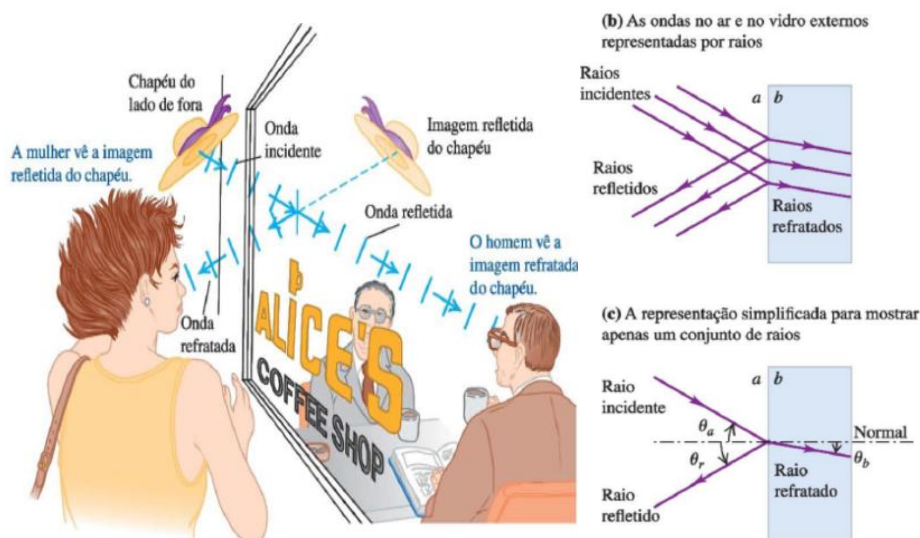


Figura 1: (a) Uma onda plana é parcialmente refletida e parcialmente refratada na interface entre dois meios (neste caso, o ar e o vidro). A luz que atinge o interior do restaurante é refratada duas vezes: a primeira quando ela penetra no vidro e a segunda quando ela sai do vidro. (b), (c) Como a luz se comporta na interface entre o ar dentro do café (material a) e o vidro (material b).

Primeiramente, foi examinado o livro *Física 360°*. Nele, os autores mencionam apenas as leis da refração e fazem uma distinção entre os dois fenômenos (refração e reflexão). No entanto, a imagem presente no livro representa apenas a parte referente à luz refratada. Além disso, na explicação da ilustração, não foi identificado que ela retrata o caso em que um raio de luz passa de um material A para um material B, cujo índice de refração é maior ( $n_B > n_A$ ). Conseqüentemente, a velocidade da onda diminui, e o ângulo  $r$  com a normal no segundo material é menor do que o ângulo  $i$  no primeiro material; portanto, o raio se desvia aproximando-se da reta normal.

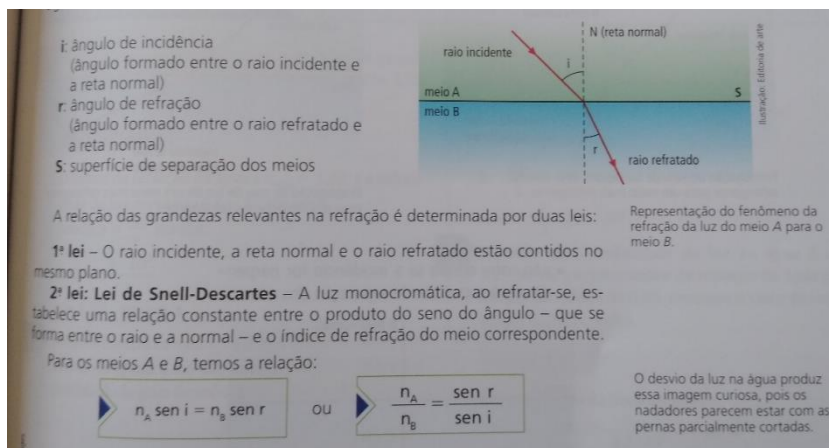


Figura 2: Abordagem do fenômeno de refração no livro 360°. (BARRETO, 2015)

Na Figura 3 podemos ver como os autores definem o fenômeno da refração. Na figura à esquerda, é ilustrada apenas a refração, enquanto na figura à direita, ambos os fenômenos (refração e reflexão) ocorrem simultaneamente. No entanto, as imagens não são representadas esquematicamente através de ilustrações detalhadas.

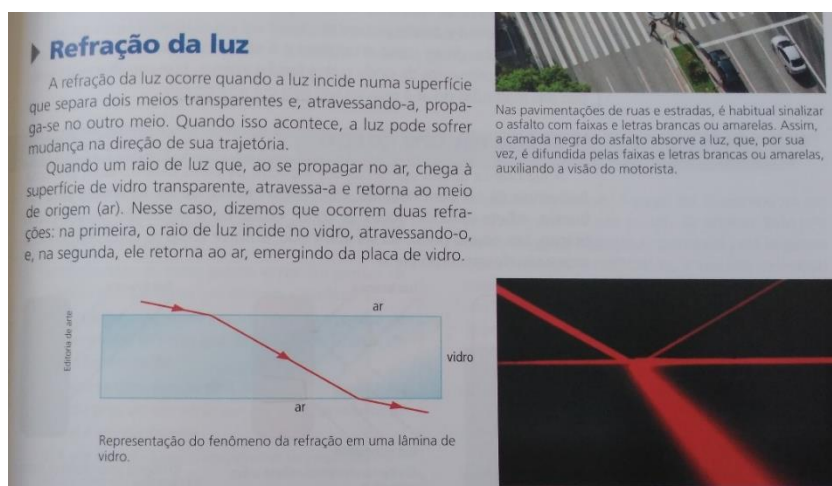


Figura 3: Livro 360° explicando o fenômeno de refração sem mencionar a simultaneidade com o fenômeno de reflexão, algo que é claramente ilustrado na imagem do laser atravessando dois meios. (BARRETO, 2015)



No livro *Tópicos de Física 2*, os autores omitiram a reflexão simultânea ao descrever a refração. No entanto, ao final do tópico, afirmam que ambos os fenômenos acontecem simultaneamente, justificando que a omissão foi feita com o objetivo de destacar a refração (Ver Figura 4).


## 7. REFRAÇÃO E REFLEXÃO

Até aqui, em todas as ilustrações referentes à refração da luz, a reflexão foi omitida e isso vai continuar ocorrendo na maioria das próximas ilustrações deste capítulo.

O motivo dessa omissão é enfatizar a análise de um novo fenômeno: a **refração**.

É importante destacar, entretanto, que a refração nunca ocorre sozinha: pelo menos uma parcela da luz incidente na fronteira de um dióptro certamente sofre reflexão.

Veja a representação de um pincel de luz monocromática proveniente do ar e que incidiu em um bloco sólido transparente:



Identifique os pincéis incidente, refletido e refratado.

Figura 4: *Tópicos de Física* explicando o porquê da omissão da reflexão no estudo dos da refração. (NEWTON, 2016).

No livro *Universo da Física Vol. 2*, os autores, na Figura 5(a), mostram a simultaneidade entre refração e reflexão, ilustrando o que de fato ocorre na natureza. Entretanto, ao explicar o fenômeno da refração na Figura 5(b), eles retratam apenas a refração isolada da reflexão, utilizando a mesma abordagem encontrada em livros já mencionados anteriormente.

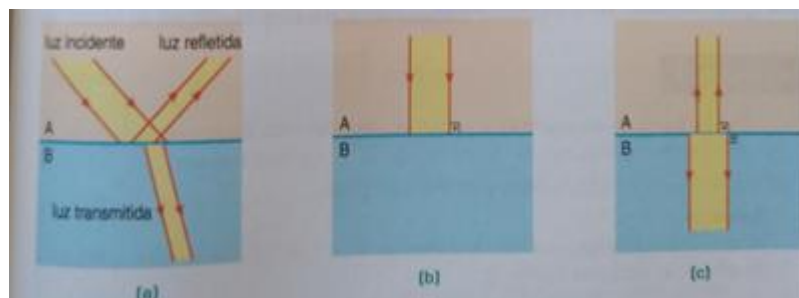


Figura 5(a): Ilustração dos fenômenos de reflexão e refração.

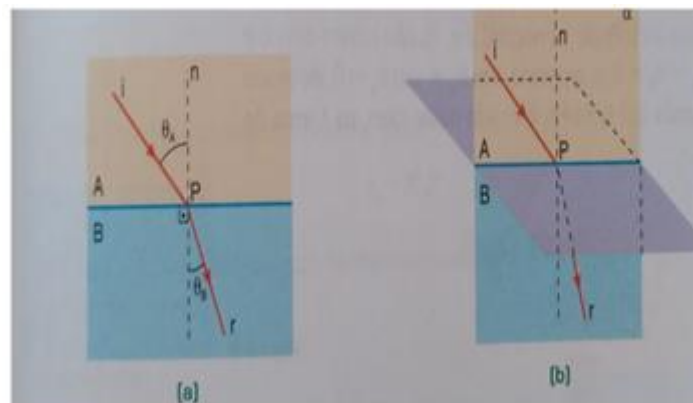


Figura 6(a): Ilustração apenas do fenômeno de refração.

A mesma abordagem foi adotada no livro *Fundamentos de Física*, que apresenta a Figura 6(a) no início do capítulo. No entanto, a explicação sobre a refração segue sendo apresentada de maneira inadequada, conforme ilustrado na Figura 6(b).

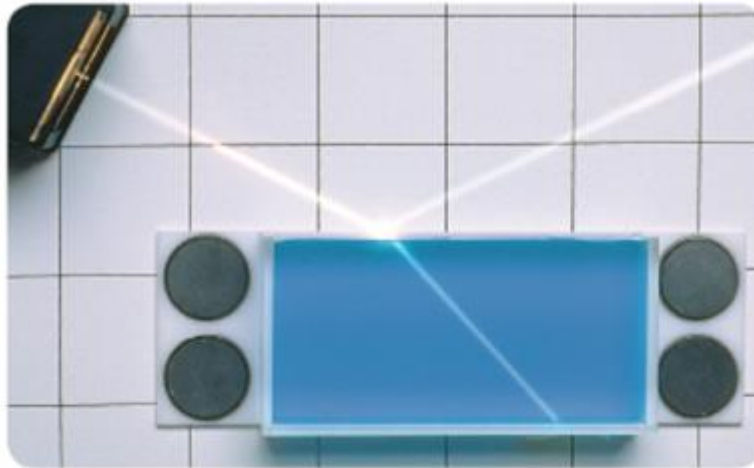


Figura 6(a): Ilustração dos fenômenos de reflexão e refração.

## Leis da refração

Considere uma luz monocromática se propagando de um meio ① para outro mais refringente ② (fig. 5). Seja  $I$  o raio incidente que forma, com a normal à superfície  $S$  no ponto de incidência  $O$ , o ângulo  $i$ , que chamaremos **ângulo de incidência**. Após a refração, origina-se o raio refratado  $R$ , que forma com a normal o ângulo  $r$ , denominado **ângulo de refração**.

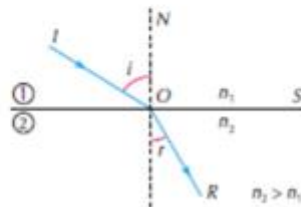


Figura 6(b): Ilustração apenas do fenômeno de refração.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, cujo objetivo foi realizar uma análise descritiva sobre a abordagem da refração nos livros didáticos de Física, foi possível identificar que todos os livros analisados fazem a separação entre reflexão e refração simultâneas. Assim, os livros-texto simplificam esses fenômenos ópticos a ponto de dificultar a compreensão dos conceitos envolvidos, prejudicando a aprendizagem significativa. A justificativa de que isolar os fenômenos facilitaria o entendimento é falha.



Outra questão importante é que esses livros não seguem as diretrizes estabelecidas pelo PNLD, que exigem que os conteúdos sejam apresentados de forma atualizada e contextualizada com o cotidiano dos alunos, além de refletirem as ocorrências reais dos fenômenos estudados.

Portanto, é relevante realizar estudos sobre a abordagem de outros conteúdos de Física nos livros didáticos, a fim de identificar possíveis descontextualizações dos conceitos físicos. Isso permitirá oferecer aos alunos uma aprendizagem mais ampla e significativa, em que eles possam compreender a física em seu dia a dia e perceber a importância dessa ciência para a sociedade.

Nesse sentido, a demonstração elaborada por este artigo acerca da imagem como dispositivo de mediação do sujeito em relação a sua aprendizagem é central para a construção de abordagens pedagógicas. Argumento que pode ser elaborado à medida em que a imagem é definida nesse processo através da ludicidade, materialização e construção formal dos objetos de ensino. Sendo assim é formado esse intermédio possibilitador de uma maior apreensão dos conceitos transmitidos e debatidos no ambiente pedagógico. Além de permitir a criação dos paralelos para com o mundo do aluno fora da sala de aula, criando-lhes bases epistemológicas para estabelecer ligações, leituras e comparações por meio dos elementos não verbais.

E a transformação do aluno em um “leitor imersivo” (Gaydeczka, 2013) do meio permite a fundamentação da crítica dos conceitos que aprende, sendo esse movimento reconhecido como problematização (Silva e Campos, 2021). A imagem na sala de aula torna-se, assim, mais que um mero instrumento para aumentar a “eficiência” da transmissibilidade do conhecimento, mas também uma forma de tornar essa educação mais real para o sujeito que a está implicado. Ato central para que o aluno se torne o construtor de deduções, inferências, deduções e hipóteses para um conhecimento inserido no mundo real.

Dessa forma, o destacamos a importância da correção das imagens presentes nos livros de física que representam o fenômeno da refração de forma isolada do fenômeno da reflexão. Essa representação gera uma interpretação equivocada dos fenômenos que ocorrem de forma simultânea. Uma imagem que represente o raio refletido também geraria uma compreensão mais completa e geral do fenômeno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, B.F, **360°:Física aula por aula, volume único**, 3ª Ed., São Paulo, FTD, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 9 set. 2019

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. – 7. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

BRASIL. **Decreto Nº 9.099** de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9099-18-julho-2017-785224-publicacaooriginal-153392-pe.html>. Acesso em: 20 set. 2019

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. **A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, Ponta Grossa, 2009. Anais do I SINECT. Disponível em: <https://atividadeparaeducacaoespecial.com/wp-content/uploads/2014/09/recursos-didatico-pedag%C3%B3gicos.pdf>.

CARNEY, R. N.; LEVIN, J. R. Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, v. 14, n. 1, p. 5–26, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1013176309260>. Acesso em: 26 set. 2024.

GARCIA, N.M.D, Livro didático de Física e de Ciências: **Contribuições das pesquisas para a transformação do ensino**. *Educar em Revista*, n.44, p. 145-163, 2012.

LENCASTRE, José Alberto; CHAVES, José Henrique. **Ensinar pela imagem**. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, v. 10, n. 8, p. 2100-2105, 2003.

GAYDECZKA, B. A importância da leitura de imagens no ensino. *Educação em Revista*, v. 29, n. 3, p. 335–344, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-46982013000300015>. Acesso em: 26 set. 2024.

MARTINS, I. **Analisando livros didáticos na perspectiva dos estudos do discurso:** compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. *Pro-Posições*, Campinas, v. 17, n. 1, p. 117-136, 2006.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. **Aprendendo com imagens.** *Ciência e Cultura*, -ano 57, No. 4, p. 38-40, out/nov/dez 2005.

NEWTON, V.B *et al*, **Tópicos de Física 2:** Termologia, Ondulatória, Óptica, 3ª ed. ,vol. 2, São Paulo, Editora Saraiva, 2016.

PAIVIO, A. **Mind and its evolution:** A dual coding Theoretical approach. New York: Psychology Press, 2014.

RAMALHO F.J. *et al*. **Os fundamentos da Física 1:**Mecânica. 10ª ed. rev. e ampl. – São Paulo: Moderna, 2012.

RICARDO, E. C. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização:** dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. 2005. 257 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SAMPAIO, J.L, CALÇADA, C.S, **Universo da Física, 2:** tópicos especiais de mecânica, fluido-mecânica, termologia, óptica, São Paulo, editora Atual, 2001.

SILVA, Maria Vieira; CAMPOS, Maria Veranilda Mota. Pedagogia crítica e o legado de Paulo Freire para a democratização da educação: entrevista com Henry Giroux. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 8 nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147002001>. Acesso em: 26 set. 2024.

YOUNG. H. D *et al*, **Física IV.** Ótica e Física Moderna. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 14ª edição, 2016.