

## ESTUDO SOBRE A REPRESENTAÇÃO DA REFRAÇÃO DA LUZ NOS LIVROS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Marcela Gouvêa R. da R Barros<sup>1</sup>  
João Neves Passos de Castro<sup>2</sup>

### RESUMO

O presente estudo versa, em linhas gerais, sobre a representação que os livros didáticos de Física do Ensino Médio dão ao fenômeno da refração luminosa. Nos exemplares analisados, foi percebido que, ao iniciar o capítulo de refração, os livros didáticos trazem imagens de um raio de luz incidindo em uma superfície de separação entre dois meios transparentes, em geral, o ar a água. Esse raio incidente de luz, de acordo com as imagens observadas, origina um raio refratado, mas não origina um raio refletido, o que consiste em um erro conceitual, visto que a luz, ao sofrer refração, também sofre reflexão. Além da observação e análise criteriosa dos livros didáticos, é apresentado, neste trabalho, uma proposta para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem do fenômeno da refração.

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

### INTRODUÇÃO

No processo de ensino e aprendizagem é essencial que os professores proporcionem um ambiente educacional no qual os estudantes sintam-se seguros, estimulados e protagonistas. Uma das premissas para que isso seja alcançado é a utilização de múltiplos recursos didáticos que possam, de uma forma positiva, auxiliar o aprendiz na busca pelo conhecimento. De tal forma,

*“[...] 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).”*

Uma vez que o recurso didático aponta para um resultado positivo, o aluno percebe-se como elemento integrante de uma atmosfera de segurança, curioso por aprender e com a habilidade essencial de mostrar-se interessado em novas situações. Logo, este torna-se parte essencial do processo de aprendizado.

Por ser um dos recursos pedagógicos mais utilizados nas salas de aula e de caráter obrigatório na maioria das escolas, o livro didático foi objeto desse trabalho. Ademais, o livro

---

<sup>1</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Marista São Luís. Recife – PE. Email: [themaygouvea@gmail.com](mailto:themaygouvea@gmail.com).

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, professor de Física do Colégio Marista São Luís. Recife – PE. Email: [joaonevesj@gmail.com](mailto:joaonevesj@gmail.com);

didático também revela ser uma peça de grande importância para a concretização da aquisição do conhecimento por oferecer subsídios para o estudo independente.

Sendo estes materiais compostos por diversas figuras ao longo dos textos, concordamos com a afirmação de Allan Paivio (2014) de que, assim como as representações verbais, as não verbais também desempenham papel importante na criação de conceitos e descrições. A partir do caráter essencial das imagens para que o estudante seja capaz relacionar o que lê com o que vê e analisa, acreditamos que a inserção nos livros didáticos de figuras que trazem conceitos rasos, simplificados ou incorretos traz consigo um imenso desserviço ao discente, uma vez que será comprometida a associação conceitual por parte do mesmo.

Por esse viés, cabe analisar a maneira pela qual o estudo da refração é realizado no que tange à incompletude das representações pictóricas do fenômeno. Isso também devido à sua relevância como tópico da Óptica Geométrica, área da Física estudada, normalmente, no Ensino Médio.

## DESENVOLVIMENTO

Um dos objetivos gerais do Ensino Médio é, de acordo com o discorrido no Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, garantir ao estudante o entendimento acerca dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos. Há também a necessidade de contextualizar esses conhecimentos, como afirma a Base Nacional Comum Curricular. Nesse viés, o livro didático torna-se uma ferramenta de uso quase indispensável para auxiliar o estudante em seu processo de aprendizado, tendo em vista sua função de intermediar a construção do ensino entre os diferentes sujeitos desse procedimento (MARTINS, 2006). No que tange ao ensino da física, há dificuldade prévia de concretizar adequadamente o ensino, como afirma 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)*

Portanto, percebe-se que a colaboração de materiais complementares é de grande relevância no contexto de instrução para a física no Ensino Médio, a fim de estimular o discente a sentir-se efetivamente participante no procedimento da aquisição de conhecimentos. Ademais, um dos aspectos mais relevantes apresentados por esses recursos didáticos é a

corroboração para a visualização de fenômenos abstratos da natureza, vertente recorrente nas ciências. Convém, com isso, utilizar o alicerce da linguagem não verbal, nesse caso, a imagem, pela sua contribuição para a inteligibilidade do conhecimento científico (MARTINS, 2005). Ao se elencar o ensino por meio das imagens, estas adquirem função de "instrumento de comunicação, de informação, de conhecimento, fator de motivação, de discurso, de ensinamento, meio de ilustração da aula, utensílio de memorização e de observação do real" (DUBORGEL *apud* LENCASTRE E CHAVES, 2003). Visto isso, cabe às figuras apresentadas nos livros o papel de não somente ilustrar o fenômeno mas também de transmitir informações diretas, corretas e completas acerca do mesmo. O não cumprimento desse objetivo gera um erro no processo de aprendizagem e uma confusão na conceituação do tópico estudado. Porém, a análise de erros pedagógicos colabora de forma significativa para compreender a natureza dos equívocos produzidos (TEIXEIRA, 2004) e, por isso, esse artigo objetiva fazê-la.

## **METODOLOGIA**

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

Segundo as normas do Decreto Nº 9.099, de 18 de julho de 2017, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem por objetivo fornecer às escolas públicas livros didáticos, dicionários e materiais de suporte à prática educativa. Com base nessa prerrogativa, todo livro didático usado em escolas públicas do Brasil passa por avaliação antes de ser adotado (BRASIL, 2017). Um critério relevante é que os conteúdos contidos nos livros sejam apresentados e atualizados com base em uma ligação com o cotidiano dos discentes, a fim de proporcionar o interesse dos aprendizes pelo estudo dessa ciência.

Segundo Garcia, as reformas educacionais que ocorreram com e após a LDB 9.394/96 implicaram em novas diretrizes e parâmetros para a educação nacional que, organicamente, estabeleceram novas exigências para autores e editoras de livros didáticos. Isso gerou um fértil campo para investigações em que o livro didático é tomado como objeto e também para aquelas que pesquisem os efeitos que a sua presença poderia causar nas salas de aulas, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio (GARCIA, 2012). É importante ampliar os estudos sobre os livros, incorporando a análise dos conteúdos de Física abordados nesses livros, pois a apresentação simplista dos conceitos físicos pode impossibilitar ao aluno compreender de forma clara e profunda os conceitos físicos vistos por ele no seu dia a dia. No entanto, a formação

inicial e continuada de professores, de forma geral, não abre espaço para a discussão sobre os livros didáticos e seus usos, bem como sobre critérios de avaliação desses materiais.

Para garantir a credibilidade neste trabalho, foram selecionados livros didáticos famosos no ensino de Física no Ensino Médio do Brasil. Além disso, foi verificado na literatura a realização de trabalhos que apresentavam esses livros de Física como objeto de estudo em relação às abordagens pedagógicas.

### A coleta de dados nos livros

Para a coleta de dados, foi realizada a leitura do sumário e do corpo do texto de cada um dos livros didáticos. Isso possibilitou a identificação da dissociação da explicação real do fenômeno físico com a abordada pelas obras do Ensino Médio. Nesse trabalho apresentamos os resultados obtidos na análise de quatro obras: 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 conhecendo as propriedades da luz podemos explicar por que o céu é azul, além de entender o funcionamento do olho humano e de dispositivos como telescópios, microscópios, câmeras e óculos. Os mesmos princípios da ótica também desempenham papel preponderante em muitas inovações modernas, como o laser, a fibra ótica, os hologramas e as novas técnicas para obter imagens médicas. Dois dos aspectos importantes da propagação da luz são a **reflexão** e a **refração**. Ou seja, quando uma onda de luz atinge uma superfície lisa separando dois meios transparentes (como o ar e o vidro ou a água e o vidro), em geral a onda é parcialmente *refletida* e parcialmente *refratada* (transmitida) para o outro material, como mostra a **Figura 1(a)**. Por exemplo, quando você está na rua e olha para o interior de um restaurante através de uma janela de vidro, você observa o reflexo de alguma cena da rua; porém, uma pessoa que está no interior do restaurante pode olhar para fora e ver a mesma cena, já que a luz atinge a pessoa pela refração (YOUNG *et al*, 2016).

Descrevemos as direções dos raios incidentes, refletidos e refratados (transmitidos) em uma interface lisa separando dois meios transparentes em relação aos ângulos que esses raios formam com a *reta normal* (perpendicular) à superfície no ponto de incidência, como mostra a **Figura 1 (b) e (c)**. Quando a superfície é rugosa, os raios transmitidos e refletidos são espalhados em diversas direções e não existe um único ângulo de reflexão ou de refração.

Dizemos que ocorre **reflexão especular** (da palavra em latim para "espelho") em uma superfície lisa quando existe um único ângulo de reflexão; quando os raios refletidos são espalhados em diversas direções em uma superfície rugosa, dizemos que ocorre **reflexão difusa**. Esses dois tipos de reflexão ocorrem tanto no caso de materiais transparentes quanto no caso de materiais *opacos*, ou seja, aqueles que não transmitem luz. Quase todos os objetos ao nosso redor (como plantas, pessoas) tornam-se visíveis porque refletem a luz de maneira difusa em suas superfícies (YOUNG *et al*, 2016).

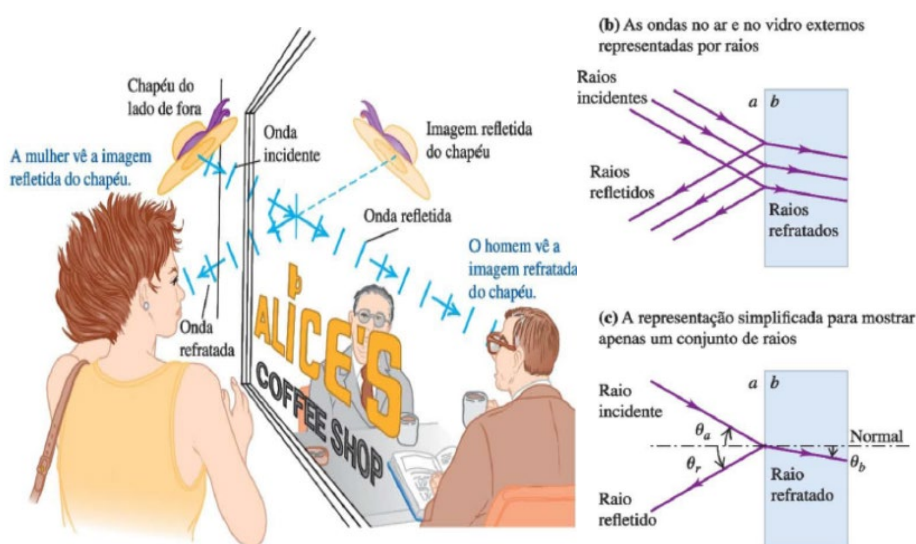


Figura 1: (a) Uma onda plana é parcialmente refletida e parcialmente refratada na interface entre dois meios (neste caso, o ar e o vidro). A luz que atinge o interior do restaurante é refratada duas vezes: a primeira quando ela penetra no vidro e a segunda quando ela sai do vidro. (b), (c) Como a luz se comporta na interface entre o ar dentro do café (material a) e o vidro (material b). (YOUNG *et al*, 2016).

Primeiramente, foi analisado o livro de Física 360°. Nele, os autores citam apenas as leis da refração, porém fazem a distinção entre os dois fenômenos. Contudo, a figura representa somente a parte da luz refratada. Ademais, na explicação para a ilustração, não foi constatado que a mesma representa o caso quando um raio luminoso passa de um material  $A$  para um material  $B$  que tenha um índice de refração maior ( $n_B > n_A$ ) e, conseqüentemente, uma velocidade de onda menor, o ângulo  $r$  com a normal no segundo material é *menor* que o ângulo  $i$  com a normal no primeiro material; logo, o raio se desvia *aproximando-se* da reta normal.



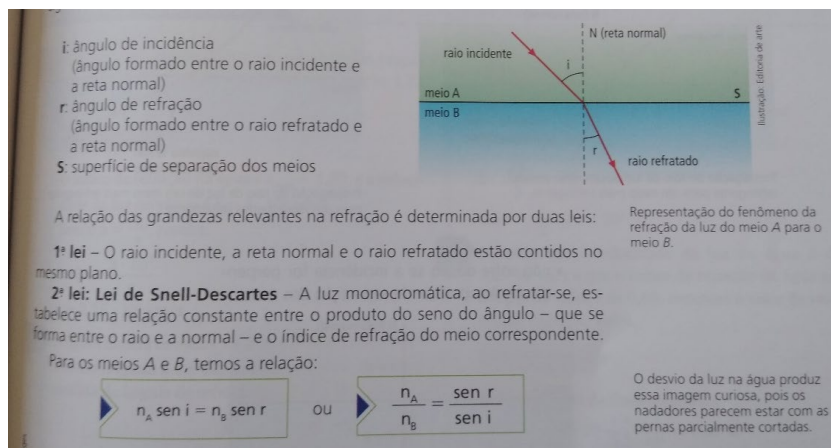


Figura 2: Abordagem do fenômeno de refração no livro 360°. (BARRETO, 2015)

Já nesta imagem temos a descrição de como os autores definiram o fenômeno de refração, na figura a esquerda ilustra apenas refração, enquanto que na figura a direita temos a representação dos dois fenômenos ocorrendo simultaneamente. Ainda assim, a imagem não é representada esquematicamente por meio de ilustrações.

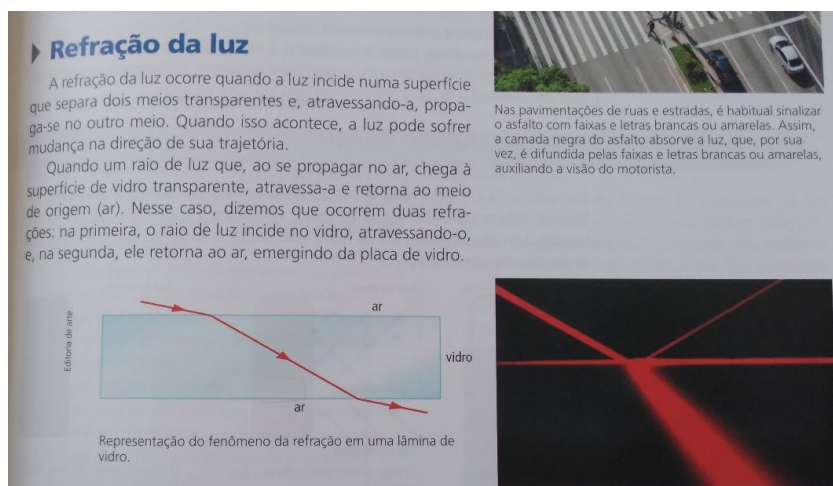


Figura 3: Livro 360° explicando o fenômeno de refração sem mencionar a simultaneidade com o fenômeno de reflexão, algo explícito na imagem do laser passando por dois meios. (BARRETO, 2015)

No livro Universo da Física vol. 2, os autores, na Figura 4(a), demonstram a simultaneidade entre a refração e a reflexão, relatando o que acontece de fato na natureza, mas ao abordar a explicação sobre o fenômeno de refração, ver Figura 4(b) os autores demonstram apenas a refração isolada da reflexão. Enfim, foi realizada a mesma abordagem dos livros-textos já citados anteriormente.

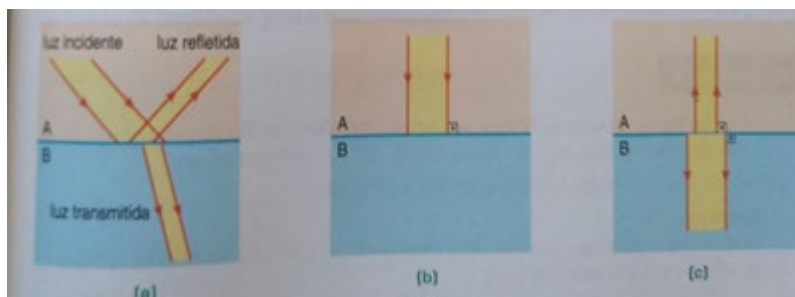


Figura 4(a): ilustração dos fenômenos ópticos

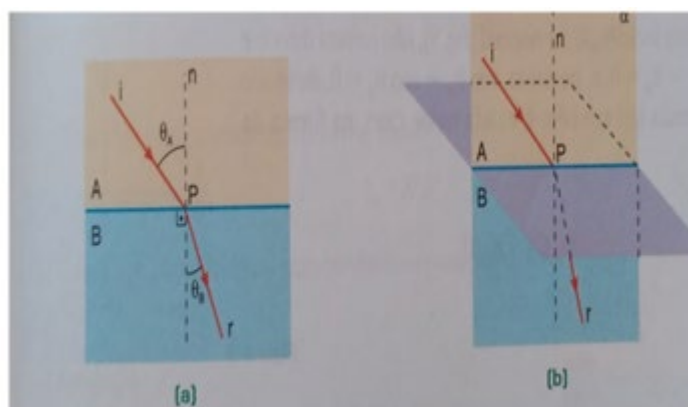


Figura 4 (b): ilustração apenas de refração.

O mesmo viés foi seguido pelo livro Fundamentos de Física, o qual apresenta a Figura 5(a) no início do capítulo e, apesar disso, a abordagem da refração continua sendo representada de forma distorcida (Figura 5(b)).

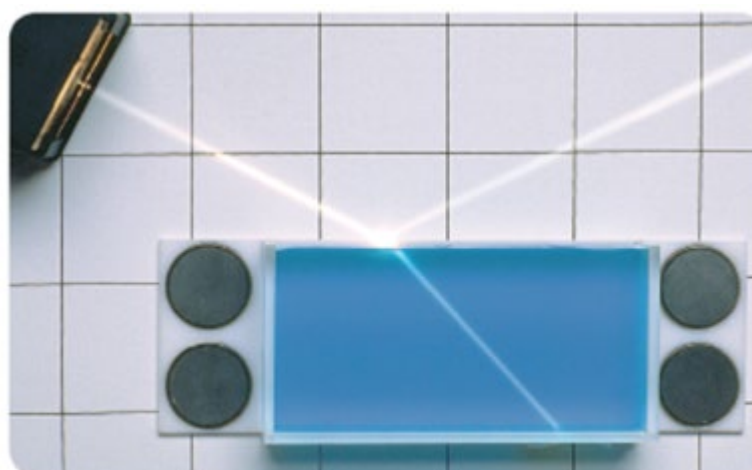


Figura 5: (a) ilustração dos fenômenos ópticos

## 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**.

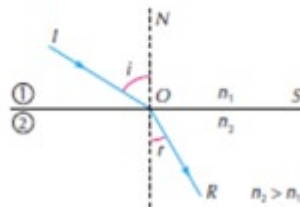


Figura 5 (b) ilustração apenas de refração

Já no livro Tópicos de Física 2, os autores, ao explicar a refração, também omitiram a reflexão simultânea. No entanto, ao final do tópico sobre refração, o autor afirma que ambos os fenômenos ocorrem ao mesmo tempo, e, segundo os autores, a omissão foi com intuito de enfatizar a refração.

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

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados adquiridos neste trabalho, cujo intuito foi o de descrever, por meio de uma análise descritiva acerca da abordagem da refração nos livros didáticos de Física, foi possível identificar, primeiramente, que todos os livros fazem a dissociação entre a simultaneidade da reflexão e refração. Dessa forma os livros-textos simplificam esses



fenômenos ópticos ao ponto de dificultar o entendimento conceitos envolvidos a aprendizagem significativa com a justificativa falha de que isolá-los irá facilitar o entendimento.

Outra questão é que os livros estão indo contra o estabelecido pela PNLD, pois os conteúdos contidos nos livros deveriam ser apresentados e atualizados com base em uma ligação com o cotidiano dos discentes e, claramente, deve demonstrar as ocorrências reais dos fenômenos estudados.

Com isso, é relevante o estudo da abordagem de outros conteúdos da Física nos livros didáticos com intuito de verificar a descontextualização dos conceitos físicos contidos nesses livros, e dessa forma possibilitar uma amostragem que possibilite ao educando uma aprendizagem significativa e ampla da física no seu dia a dia, e perceba a importância dessa ciência para a sociedade.

## 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>.

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.

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, 3<sup>a</sup> 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. 10<sup>a</sup> 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.

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