



## ANÁLISE DAS REPRESENTAÇÕES DO FENÔMENO DA REFRAÇÃO NOS LIVROS DO ENSINO MÉDIO GERANDO CONSEQUÊNCIAS NO APRENDIZADO DOS ESTUDANTES

Eduarda Ayram Moreira Coelho <sup>1</sup>  
João Bandeira de Amorim Dias Davi <sup>2</sup>  
Kayky Azevedo Carneiro <sup>3</sup>  
Lucas Ribeiro D'azevedo <sup>4</sup>  
João Neves Passos de Castro <sup>5</sup>

### RESUMO

O presente estudo relata, a ausência de uma explicação qualitativa no capítulo inicial dos livros de Física do Ensino Médio sobre o fenômeno da reflexão total e os efeitos da atmosfera terrestre na refração da luz e a importância de representações gráficas nesse processo. Acerca disso, foi notado um fator que pode prejudicar o desenvolvimento acadêmico dos alunos. Foram analisados 4 livros de física dos anos de: 2012, 2013 e 2019 e aplicado um formulário de origem autoral para alunos e professores do Ensino Médio. Foi observado o mesmo erro de representações gráficas nos 4 livros de física, realizando o adendo de que esse erro foi cometido também pela maioria dos entrevistados. Assim, podendo-se entender, que a construção desse pensamento nos livros de físicas, trazem a construção de um pensamento errôneo o qual induz as pessoas ao erro em questões fidedignas à realidade.

**Palavras-chave:** Conceitos de óptica, Ciências da Natureza, Aprendizagem.

### INTRODUÇÃO

Segundo o observado, constata-se que há uma falta da representação da refração sofrida pela luz, causada pelos efeitos da atmosfera, nos capítulos iniciais dos livros de física do 2º ano do ensino médio. Essa aparente pesquisa deriva, sobretudo, de uma concepção empírica sobre a ciência e seus métodos no decorrer do tempo, na forma de demonstrar o fenômeno da física.

Desde a antiguidade são explorados conceitos relacionados à óptica, por exemplo, na Grécia, lentes de vidro eram usadas para obtenção de fogo. Em seu livro, *The feynman lectures on physics* (1963), Feynman atenta quão complicado foi para as ciências da antiguidade estabelecer uma relação matemática entre a posição angular do objeto e o ângulo de

<sup>1</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Núcleo – PE, [eduardacoelho@aluno.colegionucleo.com.br](mailto:eduardacoelho@aluno.colegionucleo.com.br);

<sup>2</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Núcleo – PE, [joabdavi@aluno.colegionucleo.com.br](mailto:joabdavi@aluno.colegionucleo.com.br);

<sup>3</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Núcleo – PE, [kaykyacarneiro@aluno.colegionucleo.com.br](mailto:kaykyacarneiro@aluno.colegionucleo.com.br);

<sup>4</sup> Estudante do Ensino Médio do Colégio Núcleo – PE, [lucasrdazevedo@aluno.colegionucleo.com.br](mailto:lucasrdazevedo@aluno.colegionucleo.com.br);

<sup>5</sup> Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, professor de Física do Colégio Núcleo - PE, [joao.neves@colegionucleo.com.br](mailto:joao.neves@colegionucleo.com.br).



encurvamento de sua imagem. Contudo, até o século II d.C., nenhum estudo foi encontrado sobre esse tema, até que o astrônomo Cláudio Ptolomeu publicou o primeiro estudo quantitativo no seu livro, “Óptica”, sobre o fenômeno da refração. Todos os cuidados experimentais para chegar a essa conclusão foram analisados por Wilk (Optics & Photonics News, 2004), que equanimemente confirmou a semelhança aos procedimentos didáticos laboratoriais atuais.

Tais demonstrações didáticas são muito importantes para a compreensão do fenômeno e até mesmo das demais áreas de estudo da física que se relacionam com a óptica. Visto que, a refração é um fenômeno essencial para o desenvolvimento científico, um exemplo disso é visível no campo de estudo da astronomia, pois sem esse fenômeno objetos astronômicos não podem ser localizados com precisão.

No processo de aquisição do conhecimento é importante que os educadores possam construir conhecimento num ambiente educacional confortável aos alunos, em que eles sejam estimulados a serem protagonistas. Um dos requisitos para que isso seja alcançado é a utilização de recursos didáticos que auxiliem positivamente o aluno na busca do conhecimento.

Ademais, o processo metodológico desempenha um papel de fundamental importância no processo de ensino-aprendizagem tanto na construção do conhecimento do aluno quanto na maneira de transmissão deste através dos professores, no momento em que apresenta um resultado positivo, o estudante o agrega como componente de uma atmosfera de segurança, fazendo parte do processo de ensino. De tal fato,

*“[...] é possível avaliar a linguagem e aspectos gráficos que constituem os conteúdos de ciências e matemática com o objetivo de caracterizar qualitativamente as diferentes abordagens metodológicas. A parte V da ficha de avaliação apresentada no Guia do Livro Didático (Brasil. MEC, 2013), por exemplo, é destinada à avaliação de aspectos textuais, linguísticos e visuais, justificando, assim, a necessidade de articulação dos conteúdos com suas respectivas representações linguísticas e gráficas. (Silva, Fonseca 2017, p. 138).”*

Nesse viés, a representação imagética é de alta relevância no âmbito da construção educacional, sendo um dos recursos pedagógicos mais utilizados nas salas de aula e ótimo recurso nos livros didáticos das ciências, como a física, sendo uma peça essencial e de grande importância para a concretização e o processo do entendimento, fazendo com que o estudante sinta-se interessado e estimulado para tornar-se o protagonista da sua próprio estudo.



Além disso, estes materiais são compostos por inúmeras imagens e figuras, as quais estão interligadas diretamente com as representações verbais, realizando um papel importante no entendimento e na formação de conceitos e descrições.

Nessa perspectiva do caráter imprescindível das imagens fazendo com que o estudante possa relacionar o que lê com o que vê e explora, acreditamos que a ausência de informações nos capítulos iniciais de óptica nos livros didáticos, especificamente ao trabalharem questões as quais deveriam apresentar o fenômeno da refração, os livros suprimem essa informação. Além disso, o conceito só é apresentado nos capítulos direcionados para refração, assim podendo comprometer a aprendizagem do aluno, fazendo, necessário a reconceituação do tema por parte dele.

Dessa forma, cabe analisar a forma de como o estudo da refração é elaborado no que se refere à incompletude das representações figurais do fenômeno físico. Ainda mais por conta da sua importância como tópico da Óptica Geométrica, estudada na Física, normalmente, no Ensino Médio.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

As representações gráficas, visuais entre outras, são de extrema importância para a compreensão, a visualização e o entendimento de diversos fenômenos nas Ciências da Natureza. Ademais, de acordo com o que foi relatado no artigo 35 da lei de diretrizes e bases da educação nacional é necessário que o estudante tenha o entendimento acerca dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, desenvolvendo um nível de interpretação adequado para estes fenômenos. Sendo necessário contextualizar esses conhecimentos com processos do cotidiano, como afirma a Base Nacional Comum Curricular.

Dessa forma, o livro didático, se faz bastante presente quando a questão é a construção de um conhecimento sólido e bem fundamentado, sendo um material de consulta entre o professor e o aluno, o qual contribui para uma relação mais firme e eficiente entre ambos. Acrescentando o fato de que isso é possibilitado pela estrutura do livro com suas imagens, questões e textos explicativos, que muitas vezes guiam o rumo tomado pelo profissional da educação, tal qual o psicólogo Richard Mayer descreve esse processo informacional relacionado às representações pictóricas:

*“evidenciou que experiências multissensoriais são mais bem avaliadas nos contextos de aprendizagem. Grupos de alunos que estudam por meio de recursos auditivos/verbais juntamente com recursos visuais têm desempenho mais robusto em termos de aprendizagem do*



*que grupos de alunos que estudam os mesmos conteúdos por um único sentido, por exemplo, a audição ou a visão. (Psicólogo Richard Mayer, 2009)''*

Dessa forma, percebe-se que a utilização desses materiais didáticos é essencial para a ilustração dos fenômenos Físicos no Ensino Médio, pois estes incentivam a construção do conhecimento. Além disso, um dos tópicos pertinentes do uso é a comprovação das atividades experimentais da natureza. Por isso, a utilização da representação figural, as imagens, servem para a compreensão do conhecimento científico (Martins, 2005). Porém, nota-se que a falta da incorporação dos fenômenos físicos pode afetar na compreensão do conteúdo apresentado e, por isso, esse artigo objetiva fazê-la.

## **METODOLOGIA**

Neste artigo foram analisados 4 livros do Ensino Médio: **Física Clássica 2012** (SARAIVA S. A. Livreiros Editores), **Tópicos da Física 2012** (Villas Bôas, Newton Tópicos de física: volume 2 / Newton Villas), **Física Básica** (SARAIVA S. A. Livreiros Editores 2013) e **Livro 3 Sistema ético** (2004). Além disso, foi utilizado um formulário de autoria própria composto por 4 questões conforme observado nos anexos (01, 02, 03 e 04), o questionário foi elaborado com o objetivo de comparar o quanto cada público de entrevistados sabe em relação ao fenômeno da refração. Foram aplicados 56 questionários entre professores (da área de Humanas, Linguagens e Ciências da Natureza) e estudantes do Ensino Médio (1º, 2º e 3º ano) de escolas particulares da cidade do Recife.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Sabe-se que os fenômenos da natureza apresentam certo grau de complexidade, sendo necessário muitas vezes a utilização de recursos extras para o entendimento desses acontecimentos, como metodologias, vídeos e imagens.

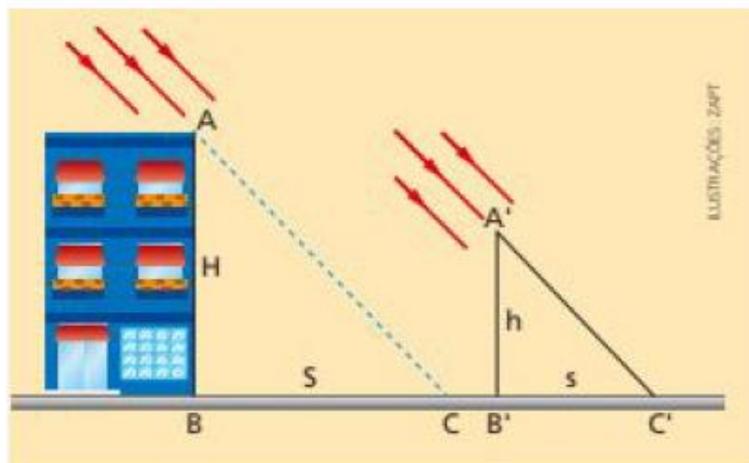


Figura 01: Questão que aborda os princípios da óptica, apresentada na página 199 do livro Física Clássica.

Pode-se observar na questão 21 da página 199 do livro Física Clássica de 2012, uma falta da representação dos efeitos da refração. Esses efeitos têm como consequência a curvatura da linha da luz vinda do sol para a terra. No entanto, a representação gráfica da luz aparece na imagem em linha reta. Provavelmente isso foi feito com a intenção de facilitar o aprendizado, porém a informação de que essa representação é incorreta não é citada no texto da questão, tendenciando o aluno a acreditar que não existe a refração na atmosfera. Portanto, tal fato deveria ser evidenciado na questão. Pequenos ajustes como: “a representação não é totalmente fidedigna a realidade” na questão poderia melhorar bastante a compreensão.

Um aluno da Escola de Especialistas de Aeronáutica que participaria de uma instrução de rapel ficou impressionado com a altura da torre para treinamento. Para tentar estimar a altura da torre, fincou uma haste perpendicular ao solo, deixando-a com 1 m de altura. Observou que a sombra da haste tinha 2 m, e a sombra da torre tinha 30 m. Dessa forma, estimou que a altura da torre, em metros, seria de

- a. 10
- b. 15
- c. 20
- d. 25

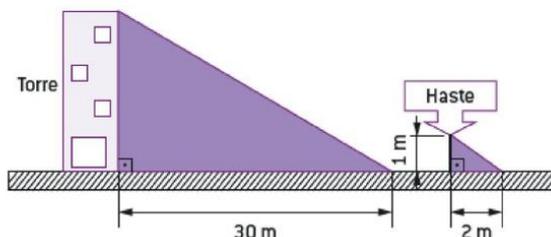


Figura 02: Questão 5 da página 11 do livro 3 Sistema Ético abordando a óptica geométrica.

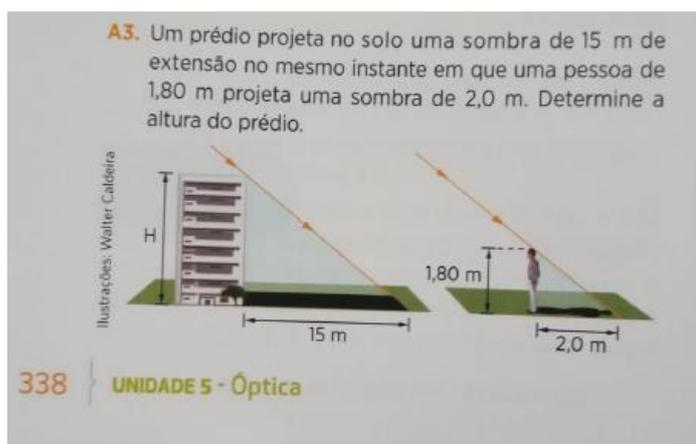


Figura 03: Questão A3 da página 338 do livro Física Básica abordando princípios ópticos.

A representação da refração continua sendo abordada de forma incondizente com a realidade, tanto no livro de Física Básica (página 338, questão A3) quanto no livro 3 Sistema Ético (página 11, questão 5). Pode-se analisar também que a sombra do prédio e a do homem não possuem nenhum tipo de efeito refratário como acontece na realidade.

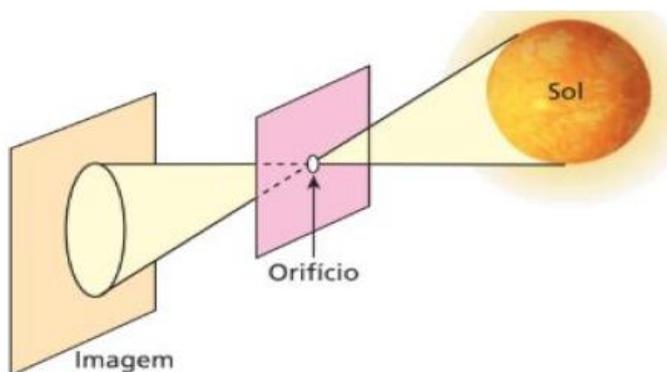
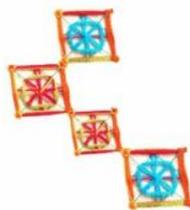


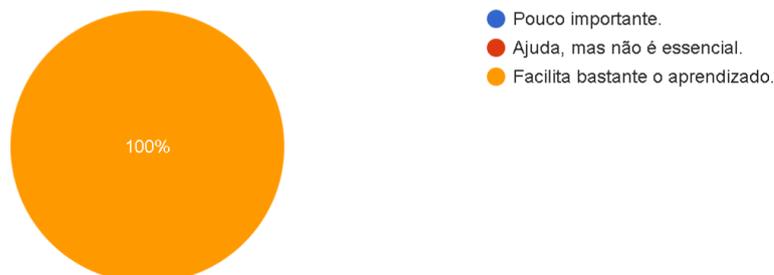
Figura 04: Questão 49 da página 322 livro Tópicos da Física tratando da propagação retilínea dos raios solares.

Na questão 49 da página 322 do livro Tópicos da Física, o autor oculta a existência do fenômeno da refração. As consequências da desconsideração dos efeitos refratários são mais nítidas já que há uma grande distância dos objetos.

A fim de dar mais embasamento nos dados analisados, foi criado um formulário google com 4 questões sobre a temática da refração. Nele foram entrevistadas 56 pessoas, destes 23 professores 41% (sendo 47,8% de Ciências da Natureza, 30,4% de Humanas e 21,7% de Linguagens) e 33 alunos do Ensino Médio 59% (sendo 12,1% do primeiro ano, 78,8% do segundo ano, 9,1% do terceiro ano).



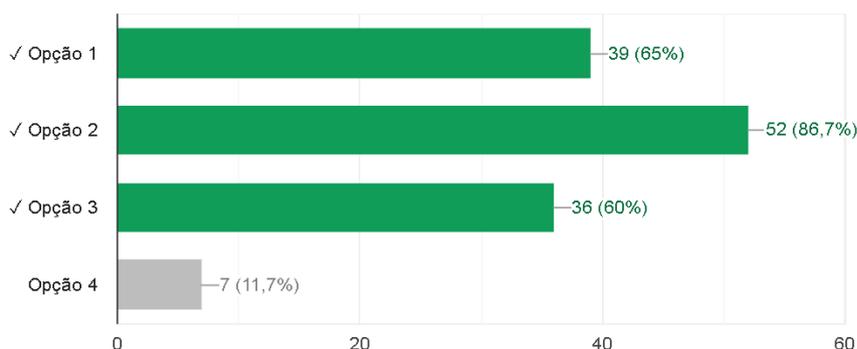
## Questão 01



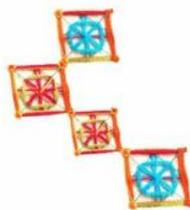
Anexo 01: Resultado da questão 1 do formulário sobre a refração- “De acordo com seus conhecimentos nos estudos das Ciências da Natureza, o quão importante são as imagens no contexto do aprendizado?”

Na primeira questão, foi perguntado o quão importante são as imagens para o aprendizado das Ciências da Natureza. No resultado, 100% dos entrevistados responderam que a utilização de imagens facilita bastante o aprendizado. Isso mostra satisfatoriamente, em concordância com o esperado, que as imagens são essenciais para o aprendizado, principalmente das Ciências da Natureza que em muitos assuntos trata de objetos abstratos.

## Questão 02



Anexo 02: Resultado da questão 2 do formulário sobre a refração.- “Qual(is) das opções ocorre(m) o fenômeno da refração da luz?”



Opção 1:



Opção 2:



Opção 3:



Opção 4:



Na segunda questão, foi perguntado aos entrevistados em quais da(s) imagem(ns) trazidas pela questão ocorria o fenômeno da refração e foram observadas muitas questões erradas. A primeira imagem estava correta e foi marcada por 66% dos entrevistados, a segunda imagem estava correta e foi marcada por 87,5% dos indivíduos, a terceira imagem estava também correta e foi marcada por 60,7% dos entrevistados e na quarta e última imagem, que estava errada, foi marcada por 12,5% dos indivíduos. De uma forma geral esse resultado infere que a maioria dos entrevistados (75,42%) soube identificar o fenômeno. Porém apenas 46,4% dos entrevistados acertaram a questão completamente, ou seja, marcando apenas as alternativas 1, 2 e 3, apresentando um possível déficit em alguns conceitos da refração. Esperava-se que no mínimo 70% dos participantes acertassem, e deste esperava-se que a maior parte fosse entre professores. Nesse quesito, dentre eles, os professores de Ciências da Natureza foram os que obtiveram os maiores resultados, 58,3% destes acertaram a questão, e os professores de Humanas e Linguagens tiveram os menores resultados entre eles, 42,8% e 40%, respectivamente. Logo, isso demonstra que os indivíduos que são das áreas das Ciências da Natureza apresentaram melhores resultados porque estudaram na graduação e tiveram um conhecimento mais profundo sobre o assunto, comparado aos outros professores das áreas de Humanas e Linguagens.

### Questão 3:

3º) A respeito das imagens na questão anterior, você consegue identificar algum erro nelas? Caso sim, indique a(s) opção(ões) e o(s) respectivo(s) erro(s).

Texto de resposta longa

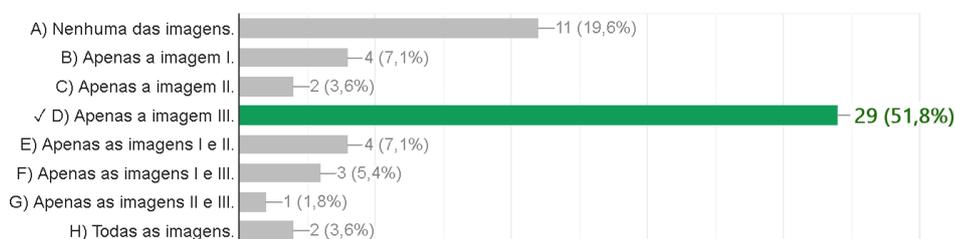
Anexo 03: Questão 3 do formulário sobre a refração.-”A respeito das imagens na questão anterior, você consegue identificar algum erro nelas? Caso sim, indique a(s) opção(ões) e o(s) respectivo(s) erro(s).”

Na terceira questão, foi perguntado a justificativa de um possível erro presente na(s) imagem(ns) da segunda questão, assim, em formato de texto, os entrevistados responderam o

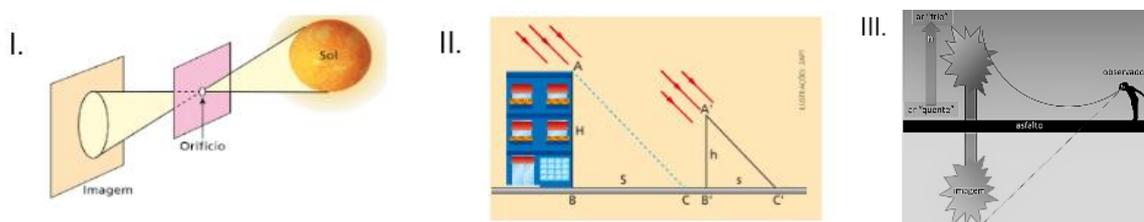


motivo de terem marcado o que marcaram na segunda questão. Os resultados foram heterogêneos, 40% marcaram não e 60% marcaram sim (33,4% justificaram corretamente e 66,6% justificaram erroneamente), ou seja, 20% dos entrevistados acertaram a questão. Isso mostra que, apesar de marcarem a alternativa certa apenas 6 pessoas souberam justificar corretamente a sua resposta, revelando uma incompletude pedagógica do assunto, causada provavelmente pela forma na qual os livros retratam esse fenômeno, visto que, ao não atentarem a desconsideração da refração, acabam criando uma visão errada do assunto no imaginário dos alunos, o que corrobora com erros de conceitos básicos e resulta no mau aprendizado.

### Questão 4:



Anexo 04: Resultado da questão 4 do formulário sobre a refração- “Qual(is) das imagens a seguir está(ão) representando a refração de maneira mais fidedigna com a realidade?”



Na quarta questão, foi indagado qual(is) imagem(ns) trazidas pelo problema representaria de maneira mais fidedigna o fenômeno da refração. Porém, com base nas respostas, pode-se observar muitas divergências com a alternativa correta (letra D), Sendo 51,8% (29 indivíduos) que marcaram a alternativa correta, e 48,2% (27 indivíduos) que marcaram a alternativa errada. Nesse quesito, dentre eles, pode-se observar que uma grande parte dos alunos do 1º ano (75%) erraram a questão, pois em seu respectivo ano não foi tratado o assunto sobre a refração, logo a maioria não possuía informações suficientes e marcaram a alternativa errada. Relacionado aos alunos do 2º ano, sendo um assunto que faz parte da grade curricular, é perceptível que há uma incompreensão de uma grande parte dos alunos sobre o determinado conteúdo, os quais apenas 26,67% acertaram a alternativa. Os alunos do 3º ano, por possuírem uma visão mais



aprofundada sobre o assunto, trabalhado por dois anos consecutivos no Ensino Médio, 66,67% destes acertaram a questão. Essa questão apresentou resultados de suma importância para a comprovação da problemática que este artigo trata, visto que visivelmente a representação errada do fenômeno da refração causou déficits no aprendizado. Portanto, ao não se relatar os efeitos refrativos, o estudante cria uma linha de raciocínio que desvincula o fenômeno da refração na atmosfera, sendo necessário mais esforços para quebrar esse pensamento e construir um novo, mais adequado a realidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivando comprovar a importância didática da representação do fenômeno refrator nos capítulos iniciais de óptica dos livros didáticos de física do segundo ano do Ensino Médio, conclui-se que a problemática principal deste artigo, é que se classifica como um erro físico a representação da luz de maneira retilínea saindo de fontes primárias, como o sol, até o objeto de estudo analisado, ignorando a refração que a luz sofreria no percurso.

Como dito anteriormente, o ponto em questão não é inutilizar esse tipo de representação, já que de forma simplificada ela auxilia o entendimento, porém, as questões que se enquadrarem nesse aspecto, devem conter um adendo quanto a refração na situação proposta por elas. A primazia dessa temática se justifica pelos possíveis reveses educacionais ocasionados pela falta desse recurso.

Também foi discutido a utilização de representações mais fiéis a realidade como forma de aprimorar o aprendizado, visto que quando o aluno se depara com os conceitos físicos de forma empírica e percebe que eles ocorrem similarmente ao apresentado nos livros didáticos, o conhecimento é favorecido.

Com isso, é pertinente o estudo da abordagem de outros conteúdos da Física nos livros didáticos com o propósito de verificar a despontualidade das respectivas representações dos conceitos físicos contidos nesses livros. Desta forma possibilitar uma melhor demonstração que possibilite ao discente uma aprendizagem significativa e ampla da física na sua relação diária com o mundo, e perceba a importância dessa ciência para a sociedade.



## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nosso orientador João Neves, o qual nos auxiliou durante todo o processo e nos deu condições de seguir adiante na construção do presente artigo. Agradecemos também ao Colégio Núcleo, em especial a nossa Diretora Olímpica e de Intercâmbios, professora Thatiana Stamford, que proporcionou todas as condições favoráveis ao procedimento de criação e nos permitiu ir mais além no processo de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Edital de Convocação para o Processo de Inscrição e Avaliação de Obras Didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2015. – Brasília, Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2015, p.60. Disponível em: <http://www.fnede.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/consultas/editais-programas-livro/item/4032-pnld-2015>. Acesso em: 27 julho de 2020.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: Sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, vol.30, n 3, p-549-566. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a12v30n3.pdf> . Acesso em: 27 de julho de 2020.

FERRARO, G. N, *et al*, Física Básica, São Paulo, 4ª ed., editora Atual, 2013.

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.

MAYER, R. E. *Multimedia learning*. 2nd. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MEDEIROS, A. e MEDEIROS, C. (2001). Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4188>. Acesso em: 27 de julho de 2020.

NEWTON, V.B *et al*, Física 2: termologia, ondulatória, óptica, 19ª ed. ,vol. 2, São Paulo, editora Saraiva, 2012.

SAMPAIO, J.L, CALÇADA, C.S, Universo da Física, 2: tópicos especiais de mecânica, fluido-mecânica, termologia, óptica, 1ª ed., São Paulo, editora Atual, 2012.

SILVA, K. S.; FONSECA, L. S. Análise neurodidático-cognitiva de livros didáticos para o ensino de ciências e matemática. In: SOUZA, D.; FONSECA, L. S. (Org.). O livro didático em pesquisa: história, legislação e contemporaneidade. São Cristóvão: Editora UFS, 2017. p. 138-154.

SILVA, Kleyfton Soares da; FONSECA, Laerte Silva da. Bases neuroeducativas do papel das ilustrações: uma proposta de análise de livro didático. *Rev. Bras. Estud. Pedagog.*, v. 101, n. 257, p.36-56,2020.Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_isoref&pid=S2176-66812020000100036&lng=en&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S2176-66812020000100036&lng=en&tlng=pt). Acesso em: 30 de julho de 2020.



TIRESOLAVY, R.L., *Ético Sistema de Ensino: Ensino Médio*, 1ª ed., São Paulo, editora Saraiva, 2012.

VALLADARES J. J. D.; PALACIOS, P.F. J. Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 2001, v. 19, n. 1, p. 3-19,.