



MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO

Autor:
Valdécio Félix da Silva

PRODUTO EDUCACIONAL

**O MEGO (MODELO EXPERIMENTAL GLOBO OCULAR) E SUA
CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E DA
VISÃO.**

Natal, RN
2023

Valdécio Félix da Silva

O MEGO (MODELO EXPERIMENTAL GLOBO OCULAR) E SUA
CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E DA
VISÃO.

Este produto educacional é parte integrante da
dissertação: O MEGO (MODELO
EXPERIMENTAL GLOBO OCULAR) E SUA
CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA
GEOMÉTRICA E DA VISÃO, desenvolvida no
âmbito do Programa de Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN,
como parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Física.

Orientador(es):

Dr. José Ferreira da Silva Júnior

Natal-RN

2023

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

1 SEÇÃO.....	6
1.1 O PLANEJAMENTO DIDÁTICO COMO OBJETO EDUCACIONAL: A	
unidade didática.....	6
2 SEÇÃO.....	9
2.1 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	9
2.2 Quadro resumo	9
2.3 Metodologia aplicada a Unidade Didática (UD).....	11
2.3.1 Primeiro encontro.....	11
2.3.2 Segundo Encontro.....	13
2.3.3 Terceiro encontro.....	19
2.3.4 Quarto encontro.....	19
2.3.5 Quinto encontro.....	20
3 SEÇÃO.....	24
3.1 A construção do MEGO.....	24
3.1.1 Sexto encontro.....	24
3.2 - Panorama da proposta MEGO.....	25
3.3. Manual de construção do MEGO: Procedimentos passo a passo da	
unidade didática (globo ocular) – Parte 1.....	31
3.4. Manual de construção do MEGO: Procedimentos passo a passo da	
unidade didática (canhão de luz) – Parte 2.....	32
3.5 Organização para experimentação.....	36
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38



ETAPAS DO MANUAL DO PROFESSOR DE FÍSICA

O MEGO (MODELO EXPERIMENTAL GLOBO OCULAR) E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E DA VISÃO.



1 SEÇÃO:

1.1 O PLANEJAMENTO DIDÁTICO COMO OBJETO EDUCACIONAL: A unidade didática

O planejamento de objetos educacionais consiste em uma atividade profissional que os educadores realizam para desenvolver o currículo escolar, portanto, para pensar a prática pedagógica antes de realizá-la a fim de identificar os problemas fundamentais e dotá-la de uma racionalidade determinada e um direcionamento coerente à sua intencionalidade.

Considerando um pequeno conjunto de aulas (uma unidade), usa-se o conceito de unidade didática, que, como apontavam Campanário e Moya (1999), é uma das tendências mais recentes e bem-sucedidas para o ensino das ciências naturais, disposições estas presentes em pesquisas ainda mais recentes tanto para o público universitário quanto para o nível médio de ensino.

Conforme aponta Leitão (1976), uma unidade didática é o conjunto de objetivos do ensino (noções, habilidades, teorias, leis, etc.) reunidos em torno de uma ideia central (eixo motivador), constituindo um pequeno todo integrado, a ser devidamente incorporado no conjunto de aquisições do indivíduo, através dos seus esquemas de assimilação. ZABALLA (1999, p.193), relata que a unidade didática é um conjunto ordenado de atividades, estruturadas e articuladas para a aquisição de um objetivo educativo em relação a um conteúdo correto.

Sánchez e Valcárcel (1993) apresentam um modelo para o planejamento de unidades didáticas que propicia a construção do conhecimento do estudante de Ciências Naturais da educação básica. Nesse modelo, as análises científica e didática do conteúdo são tarefas fundamentais para a tomada de decisões sobre como ensinar Ciências.

Como descrito por Briccia & Carvalho (2016), o experimento pedagógico planeja instruir os professores de Ciências da Natureza do Ensino Médio, usando a metodologia de trabalhos práticos experimentais, até a coleta de dados.

Já Silva Júnior (2018) descreveu que a forma mais adequada de manter a motivação centrada no objeto de estudo foi estruturar um sistema didático composto por sistemas de tarefas. O sistema de tarefas revelou-se um método ágil para a execução das atividades de formação para a reorientação da habilidade. Além de ser

uma aula dinâmica, permitiu que os alunos tivessem maior independência, uma vez que, gradualmente, as duplas deixaram de pedir auxílio ao professor.

A importância das unidades didáticas tem lugar em atividades planejadas como as práticas experimentais, principalmente aquelas nas quais os estudantes participam da construção dos equipamentos e as utilizam como situações análogas aos sistemas reais. Araújo e Abib (2000) consideram essa categoria como voltada principalmente para o detalhamento da confecção dos equipamentos, sendo, portanto, uma fonte de orientação para professores e alunos. Sendo assim, na óptica geométrica, assim como no trabalho de Guedes et al (2000) é possível compreender o funcionamento do olho humano no processo de focalização das imagens.

Nessa perspectiva, a unidade didática Modelo Experimental Globo Ocular (MEGO) compõe a dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) no polo 10 — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte — IFRN.

As atividades desenvolvidas ao longo da unidade didática (MEGO) deverá despertar nos alunos o interesse pelo funcionamento do olho humano, em analogia a outros objetos simulados experimentalmente. Tempestades de ideias que irão de encontro as suas concepções espontâneas, pois se tratam de: problematizações iniciais, e atividades experimentais. Além disso, eles poderão conseguir reelaborar as respostas das questões mediante as discussões que irão surgir ao longo da aplicação das atividades.

A unidade didática (UD): (MEGO), que será desenvolvida ao longo dessa dissertação, procura principalmente nortear a transposição didática do ensino da óptica. Articuladas à aplicação dessa (UD), foram desenvolvidas apresentações no power point (imagens, tirinhas, fotografias), construção experimental da câmara escura (roteiro), bem como atividades diagnósticas.

Com relação às imagens, tirinhas e fotografias, utilizamos apresentações em power point para estabelecer conexões visuais entre aquilo que eles conhecem sobre fenômenos, leis e princípios (ver quadros de figuras abaixo), bem como detectar as possíveis lacunas de aprendizagens. Com o fechamento das discussões geradas pela apresentação no power point, utilizamos uma atividade diagnóstica.

Quanto à construção experimental da câmara escura, ela pode permitir que os alunos reconstruam os conceitos espontâneos, uma vez que vivenciarão, na prática,

a formação da imagem e, conseqüentemente, a sua projeção, a partir de um momento prático, desafiador, lúdico e prazeroso.

Delizoicov e Angotti (1990, p. 29) apontam que, para compreender o tema e a problematização inicial, é necessária uma sistematização de estudos sob a mediação do professor. Dessa forma, as definições, generalizações, conceitos, relações e leis, discutidas nas atividades propostas, serão agora aprofundadas. Neste sentido, eles vêm apontar a magnitude de diversificar atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

Sendo assim, o uso do produto educacional torna-se relevante, pois promove uma boa aprendizagem, como será descrito mais adiante.

2 SEÇÃO:

2.1 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A unidade didática foi elaborada para cinco aulas de cinquenta minutos cada, para as duas turmas da 2ª Série do Ensino Médio. No entanto, dado que estamos em um momento anormal devido à pandemia da covid-19, a instituição de ensino selecionada para a aplicação do produto educacional foi o Expansivo Colégio e Curso — Unidade: Planalto, com um sistema de ensino híbrido, e sou parte da instituição como professor de Física no Ensino Médio.

Na ocasião, serão apresentadas as atividades variadas (ativas) + construção do MEGO, para as duas turmas da 2.ª série, com 32 alunos cada, mas, apenas 8 alunos, 4 de cada turma, participarão ativamente do processo devido ao momento atípico.

A seguir, apresentamos um quadro resumo da Sequência de Aulas aplicadas em cada encontro da UD.

2.2 Quadro resumo

Apresentamos um breve resumo que, de maneira objetiva e clara, mostra as ações, objetivos, atividades, encontros e a sua duração. A descrição detalhada de cada encontro será apresentada mais adiante nessa seção e na próxima.

Segue abaixo o quadro resumo da Sequência de Aulas aplicada em cada encontro.

Quadro 10 - Sequência de Aulas aplicada a cada encontro. Natal-RN, 2021 e 2022.

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Ação	Formulação dos objetivos de aprendizagem para a sequência de aulas.	Atividades que visam atingir os objetivos de aprendizagem.	Duração de cada encontro
Identificar Reelaborar	Identificar fenômenos físicos, objetos, fontes, outros.	Atividade 1: Elaboração, classificação e atividade diagnóstica.	Aula 1: 100 min
Explicar Medir Construir Reconhecer Sentir Descrever	Explicar, medir e construir a câmara escura ("Olhando por dentro da caixa")	Atividade 2: Atividades experimentais: "Olhando por dentro da caixa" (câmara escura) e "Sala escura".	Aula 1: 100 min
Parecer (feedback) Explicar Classificar Relacionar Reestruturar	Retornar e explicar as experiências vivenciadas, além de relacionar, reestruturar a tabela de conceitos.	Atividade 3: Feedback dos alunos e construção da tabela (2) de classificação e de conceitos.	Aula 1: 100 min
Reelaborar Descrever	Reelaborar e descrever os conceitos relacionados ao estudo da óptica geométrica e da visão.	Atividade 4: Apresentação de fotografias, figuras.	Aula 1: 100 min
Oportunizar Reconstruir Revisitar	Revisitar Oportunizar e reconstruir os conceitos físicos.	Atividade 5: sorteio denominado "Abra Cadabra" e avaliação diagnóstica com quatro questões.	Aula 1: 100 min
Despertar Manipular Construir Medir	Despertar e manipular (interação virtual) medir e construir (MEGO).	Atividade 6: Atividades simulacionais, construção do MEGO e avaliação diagnóstica com quatro questões.	Aula 1: 100 min

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

2.3 Metodologia aplicada a Unidade Didática (UD)

2.3.1 Primeiro Encontro

Em 10 de março de 2021, solicitei permissão à direção e à coordenação da instituição de ensino na qual leciono para aplicar a Produto Educacional (PE) no mês de maio e a resposta foi favorável.

A coordenação pedagógica concordou que o pesquisador, com os alunos, poderá desenvolver a Unidade Didática (UD) e o Produto Educacional (PE) nas quintas-feiras a cada 15 dias, em seis encontros, cada qual correspondendo a duas aulas de 50 minutos, conforme sugerido pelo pesquisador.

É importante ressaltar que a instituição ainda funcionava presencialmente quando a permissão foi solicitada.

No entanto, uma vez que a pandemia (Covid-19) já havia avançado, no mês de maio não foi possível aplicar o Produto Educacional (PE), adiando a aplicação para uma data mais adequada.

Em 5 de agosto de 2021, os estudantes retornaram as atividades educacionais.

Dessa maneira, tive a oportunidade de conversar sobre o Produto Educacional (PE) com as turmas A e B, da 2ª série do ensino médio. As turmas A e B, são compostas por 30 e 32 alunos, respectivamente. Desse total, oito estavam em regime presencial, quatro de cada turma, enquanto os outros, devido à pandemia, seguiam o regime de ensino à distância.

Em termos de Produto Educacional (PE), foram discutidos o número 10 e atividades ativas¹⁶ que seriam mediadas para as duas turmas.

Após conversar, sobre o uso dos recursos tecnológicos (computador, projetor multimídia e power point), apresentamos dez imagens com problematizações iniciais, de modo a despertar questionamentos nos estudantes, para, dessa maneira, obter as respostas aos questionamentos iniciais.

¹⁶ Na atividade ativa, o aluno não somente ouve o conteúdo, mas também executa atividades que o auxiliam a aprender. Moran (2018, p. 2) sustenta que a aprendizagem mais intensa requer espaços de prática recorrentes (aprender fazendo) e ambientes com diversas oportunidades. Dessa forma, é importante incentivar o estímulo multissensorial e a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes para "ancorar" os novos conhecimentos.

Figura 91 - Ilusão de óptica e reflexão luminosa.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Figura 2 - Ilusão de óptica e reflexão luminosa.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Com a apresentação e as problematizações iniciais com uso power point, foram selecionadas oito respostas, quatro de cada turma, para registro no caderno.

A seleção foi necessária porque há um grande número de estudantes de duas turmas que estão fazendo aulas online.

As ideias foram produzidas e houve debates entre os alunos a respeito da atividade proposta.

Ademais na dissertação desse trabalho serão apresentadas as respostas dos alunos que foram registradas no caderno e na lousa (respeitando as falas de cada um), bem como a tabela de classificação de conceitos 1.

2.3.2 Segundo Encontro

O segundo encontro ocorreu em 19 de agosto de 2021, com oito alunos presentes e os outros em regime de ensino à distância.

Posteriormente, foram apresentadas duas atividades experimentais, a saber: “Olhando por dentro da caixa” (câmara escura) e “Sala escura”.

A primeira, olhando por dentro da caixa (câmara escura), trata-se de uma atividade experimental na qual os alunos são protagonistas de todo o processo desde a fase inicial (confeção) até o término (figura 54).

A seguir, estão as partes e os materiais utilizados para cada experimentação.

Atividade 1: Olhando por dentro da caixa

1ª parte - Materiais:

Figura 3 - Construção 1.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

- Caixa de papelão grande que podemos encontrar em estabelecimentos comerciais, como lojas e supermercados. Em relação ao tamanho da caixa, torna-se importante aquele que seja adequado às dimensões da sua cabeça. É necessário que os olhos estejam próximos à caixa e a cabeça esteja próxima à caixa.
- Papel sulfite (de acordo com o tamanho da lateral da caixa), cola, fita crepe (adesiva), papel camurça preto para cobrir a caixa ou utilize sua criatividade (por exemplo: plástico preto), um pano preto ou de cor escura para envolver no pescoço para impedir a passagem de luz, vela, fósforo e um material perfurante (palito de churrasco, por exemplo) para realizar um pequeno orifício na caixa.

2ª parte - Construção da câmara:

Após considerar todos os cuidados para escolher o tamanho adequado da caixa, deve-se colar o papel sulfite em uma das faces menores da caixa do lado de dentro (em toda a face), fazer um orifício na face oposta, numa posição que fique acima da cabeça.

Meça o diâmetro do pescoço e faça um corte para que a cabeça se adeque e a luz não entre.

Figura 3 - Construção 2.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

3ª parte - Construção da câmara:

Ao finalizar a experiência, o aluno registrará no caderno como a imagem se comportou no interior da caixa e explicará aos colegas se existe uma ligação matemática envolvida na atividade.

Figura 4 - Construção final.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Atividade 2: Sala escura¹⁷

Primeira etapa: Escolher os materiais necessários para a decoração da sala escura (TNT ou lona de plástico preta, fita adesiva e venda de pano de preferência de cor escura).

Segunda etapa: O professor, com a ajuda da equipe pedagógica, organiza a sala sem que os alunos estejam cientes. Atenção! Antes de iniciar a atividade, o professor deve estabelecer dois compromissos: não tirar a venda sem autorização e não conversar quando entrar na sala (a conversa será permitida somente depois que todos os alunos estiverem presentes)

Terceira etapa: O professor leva os alunos, individualmente, para uma sala escura e os deixa com os olhos vendados. Ao entrarem na sala, os alunos são lembrados pelo professor do combinado estabelecido anteriormente (ver imagem 52). Ele pede, então, que retirem as vendas. Nesse momento, o professor levanta questionamentos sobre a natureza da luz e as sensações vivenciadas na experimentação.

¹⁷ A sala escura é uma atividade experimental na qual os alunos continuam sendo os protagonistas da situação, ao serem eles que descreverão todas as sensações experimentadas durante a experiência (figura 52).

3. Qual a sua maior dificuldade encontrada na experimentação?

- a) habilidade para a construir o experimento.
- b) materiais difíceis de ser encontrados.
- c) tempo para realizar.
- d) falta de recursos (tesoura, cola, fita adesiva, outros).

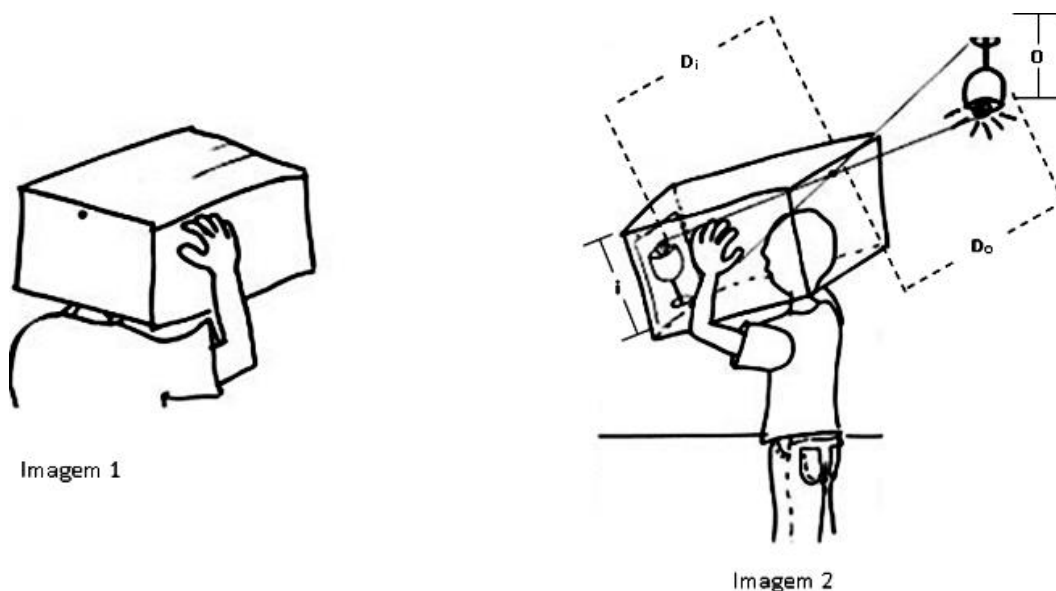
Questões da atividade diagnóstica - 2

1. De acordo com a atividade experimental “Olhando por dentro da caixa”, qual o tipo de imagem formada dentro da caixa?

- a) real e direita.
- b) virtual e direita.
- c) real e invertida.
- d) virtual e invertida.

2. Ao ser realizada todas as etapas da experimentação, olhando por dentro da caixa (câmara escura), é possível estabelecer um formalismo matemático entre o trajeto da luz ao atravessar a câmara escura e sua projeção, como mostra na imagem 2 da figura 6.

Figura 6 - Esquema da câmara escura.



Fonte: Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/753297475142849628/>

A alternativa que melhor representa o formalismo matemático apresentada na imagem 2, é:

- a) relação trigonométrica ($\sec^2 D_o = 1 + \tan^2 O_i$).
- b) semelhança triângulos ($\frac{o}{i} = \frac{D_o}{D_i}$).
- c) relação trigonométrica ($\sin^2 D_o + \cos^2 D_i = 1$).
- d) teorema de Pitágoras ($(O_i)^2 = (D_o)^2 + (D_i)^2$).

3. Qual princípio físico está mais adequado com a experimentação, olhando por dentro da caixa (ver imagem 7)?

Figura 7 - Esquema da câmara escura.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

- a) Princípio da ação e reação.
- b) Princípio da independência do raio luminoso.
- c) Princípio da reversibilidade do raio luminoso.
- d) Princípio da propagação retilínea da luz.

4. Olhando por dentro da caixa a projeção da imagem conjugada pela experimentação (ver imagem 7) é semelhante a:

- a) formação em um globo ocular e uma câmera fotográfica.
- b) formação em um projetor multimídia e uma câmera fotográfica.
- c) formação em um globo ocular e retroprojetor.
- d) formação em um projetor multimídia e retroprojetor.

2.3.3 Terceiro encontro

Em 2 de setembro de 2021, ocorreu o terceiro encontro. Todos os alunos estão em casa, por determinação da lei estadual sobre a Covid-19. Dessa forma, as aulas foram transmitidas pela internet, logo, todas as atividades foram solicitadas e passaram a ser executadas na própria residência, seguindo as orientações do professor.

Todavia, o número de alunos das turmas remotas aumentou consideravelmente, e, na aula anterior, foi solicitado aos oito alunos que estavam assistindo aula presencial que dessem o seu feedback sobre a primeira atividade experimental desenvolvida. Assim, selecionamos quatro respostas de cada aluno da turma A e B, uma vez que tínhamos um cronograma a ser cumprido.

Como já havia mencionado, por questões éticas, os alunos das duas turmas serão divididos por letras, sendo A, B, C e D os alunos da 2ª série A, e W, X, Y e Z os alunos da 2ª série B.

Na dissertação desse trabalho serão apresentados os feedbacks dos alunos, mantendo a fala original de cada um, bem como a tabela de classificação de conceitos 2.

2.3.4 Quarto encontro

O quarto encontro ocorreu em 16 de setembro de 2021. Neste encontro, conversamos e retomamos as atividades anteriores com o uso de recursos tecnológicos (computador, projetor multimídia e power point). A intenção é que os alunos revisitem os conceitos que dizem respeito à natureza da luz (absorção, reflexão, refração, difração, defeitos e correções visuais) e estabeleçam uma ligação com o princípio da propagação retilínea. Na dissertação encontra-se, o material apresentado nessa aula.

2.3.5 Quinto encontro

O quinto encontro ocorreu presencialmente em 10 de março de 2022. A justificativa é que os alunos precisavam se preparar para as provas finais da instituição no ano anterior (2021). Sendo assim, para a construção do Modelo Experimental Globo Ocular (MEGO), é necessário que o professor mediador oriente presencialmente todas as etapas, desde a construção inicial até a final.

Após o retorno dos oito estudantes, realizamos um sorteio chamado “Abra Abracadabra”, no qual todos devem participar. O objetivo desta atividade, que usa um sorteio, uma carta marcada, é incentivar o aluno com maior dificuldade a rever as suas respostas, seus conceitos e, dessa forma, reconstruir os mesmos, tirando possíveis dúvidas e fechando possíveis lacunas de aprendizado.

Mais adiante, por meio do MEGO, poderão criar as características das imagens. Dessa forma, retomarão a ideia de que as imagens formadas de “cabeça para baixo” são invertidas. Além disso, as imagens pequenas, como citada pela aluna B, serão classificadas como reduzidas ou menores.

As definições, princípios, conceitos, leis e relações serão explorados e revisitados pelos alunos com a intervenção do professor. No entanto, para que essa intervenção seja efetiva, é crucial que o aluno seja o protagonista de todo processo, como vem sendo desenvolvido na proposta dessa unidade didática.

Em continuidade à proposta da (UD), apresentou-se mais um questionário intitulado: “retomando para praticar”, composto por quatro perguntas aplicadas como forma de verificação da aprendizagem 1. Em relação à verificação da aprendizagem, os resultados serão apresentados nos gráficos dessa dissertação para a comprovação da aprendizagem.

Verificação da aprendizagem 1

(Retomando para praticar)

1. Animais de hábitos noturnos como, por exemplo, morcegos predam a noite. Quando colocados dentro de uma sala escura eles conseguem se locomover sem abarroar em nenhum obstáculo graças ao seu sistema biofísico de ecolocalização, porém se você for colocado na mesma sala não conseguirá ver coisa alguma. Segundo a física e/ou biologia a melhor explicação para não enxergarmos no escuro é porque:

- a) No escuro não haverá convergência da luz e nem excitação das células fotossensíveis do globo ocular para gerar projeção da imagem na retina.
- b) No escuro não haverá divergência da luz e nem excitação das células fotossensíveis do globo ocular para gerar projeção da imagem na retina.
- c) Independe da convergência ou divergência da luz para excitar as células fotossensíveis do globo ocular, tudo é uma questão de tempo para se adaptar ao ambiente escuro.
- d) O cristalino está comprimido pelos músculos ciliares e consequentemente não projeta a imagem na retina.

2. Situação como apresentada na imagem abaixo, assemelha a contextos vivenciados por nós. Provavelmente, na sua casa algum familiar utiliza algum tipo de óculos para visualizar melhor objetos e coisas. Com relação a imagem, para o Sr. Márcio enxergar as letras do livro é necessário que haja _____, e ele deve utilizar lentes _____, pois possui defeito de visão denominado _____.

Figura 8 - Vista cansada.

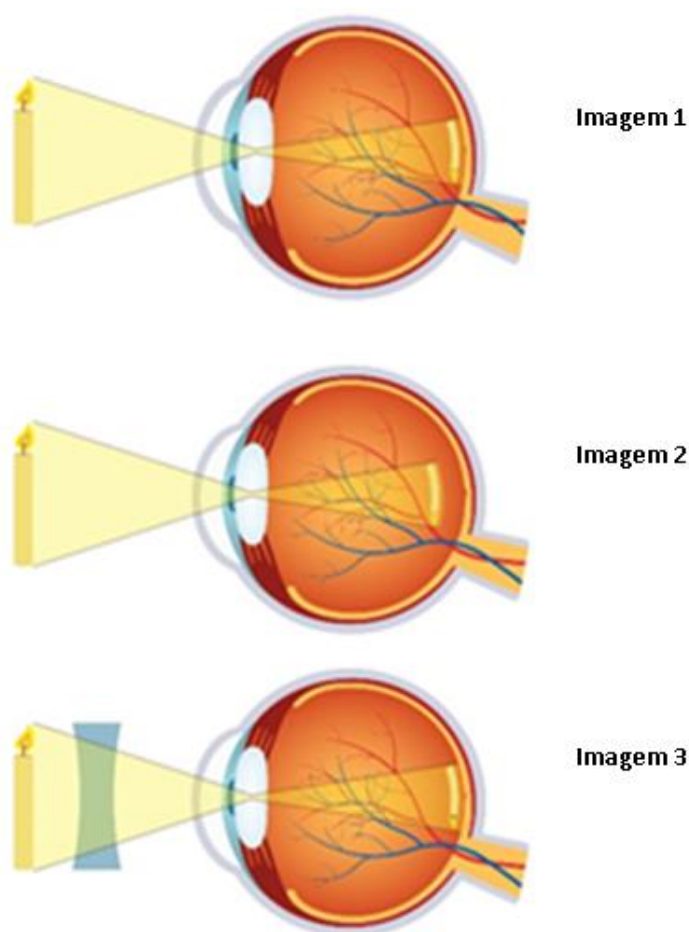


Fonte: Disponível em: <https://visionlaservallarta.com/presbicia-o-vista-cansada/>

- a) dispersão luminosa – divergentes – hipermetropia
- b) refração luminosa – convergentes – miopia
- c) reflexão luminosa – convergentes – presbiopia
- d) difração luminosa – divergentes – presbiopia

3. A visão é um dos órgãos mais importante e impressionante do ser humano, pois possibilitam através deles enxergar objetos e coisas, como também, distinguir cores, tamanhos, profundidade, informações e movimentos com a recepção da luz. Além disso, são formados por um conjunto de lentes que podem, dentro de certos limites, ajustar seu formato e focalizar os raios de luz na retina, onde se localizam os fotorreceptores. A miopia é um defeito de visão na qual a imagem é projetada antes da retina e, para a correção, é preciso um ajuste desses raios.

Figura 9 - Defeito de visão (miopia).



Fonte: Disponível em: <https://www.infoescola.com/visao/miopia/>

Com base no texto e nas imagens apresentadas, considere as afirmações:

I – Figura 1: A imagem da vela é real formada na retina, caracterizando pessoa com visão normal.

II – Figura 2: A imagem da vela é real formada antes da retina, caracterizando pessoa com miopia.

III – Figura 3: A correção da miopia pode ser feita por óculos com lentes convergentes e cirurgia refrativa realizada por meio de um equipamento óptico (um sistema de laser).

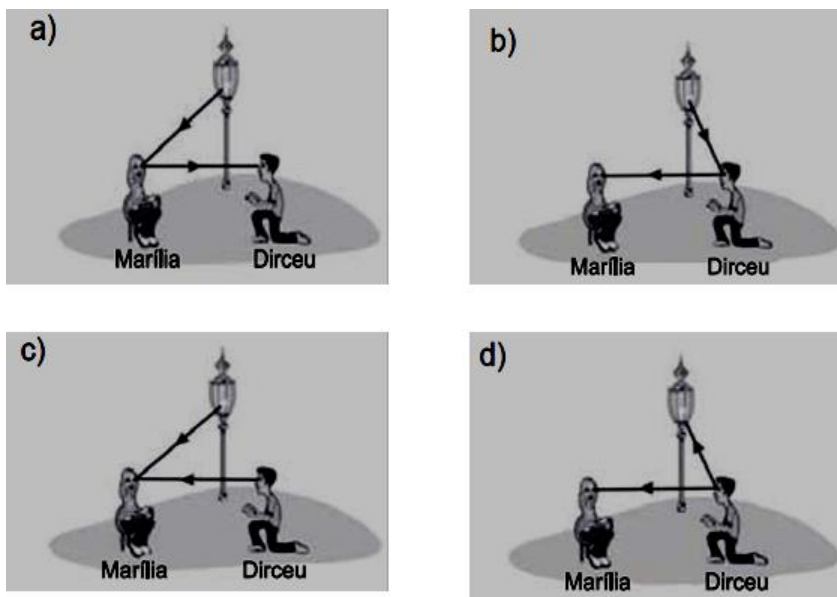
IV - Figura 3, A correção da miopia pode ser feita por óculos com lentes divergentes e cirurgia refrativa realizada por meio de um equipamento óptico (um sistema de laser).

São corretas as afirmações:

- a) I e IV.
- b) II e IV.
- c) I, II e III.
- d) I, II e IV.

4. Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão corretamente representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.

Figura 10 - Princípio da propagação retilínea da luz (convergência)



Fonte: UFMG

3 SEÇÃO

3.1 A construção do MEGO.

3.1.1 Sexto Encontro

O sexto encontro ocorreu presencialmente em 24 de março de 2022. Após cumprirem todas as etapas, os alunos foram convidados a participar de atividades simulacionais sobre defeitos visuais (miopia, astigmatismo e presbiopia), disponíveis em: <https://phet.colorado.edu> e <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>, onde é possível regular a distância focal entre as imagens projetadas antes e depois da retina (ver abaixo imagens de alguns momentos da aula).

A atividade gerou expectativas na sala, pois cada aluno teve a oportunidade de manipular, caracterizar os elementos (íris, córnea, cristalino, músculos ciliares, retina e nervo óptico) que compõem o globo ocular e registrar no caderno como a imagem é captada.

Sendo assim, com os alunos estimulados pela manipulação virtual dos componentes do olho, inicia-se a elaboração do MEGO, seguindo um manual de instruções (partes 1 e 2) passo a passo, como será demonstrado posteriormente.

Figura 92 - Atividade simulacional e registro dos aspectos relevantes da aula.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

É esperado na construção (UD) que os alunos estabeleçam um paralelo entre a proposta (MEGO) e as etapas desenvolvidas durante todo o processo. Assim sendo, o objetivo principal é nortear a transposição didática do ensino da óptica geométrica e da visão. Nesse viés, as atividades que foram desenvolvidas nas etapas anteriores e subsequentes formam um conjunto que propiciam aos discentes uma aprendizagem mais rica e significativa.

3.2 - Panorama da proposta MEGO.

a) Tema:

O MEGO (modelo experimental globo ocular) e sua contribuição para o estudo da óptica geométrica e da visão.

b) Número de aulas:

Essa unidade didática foi desenvolvida para 6 (seis) encontros, equivalente a 12 aulas com duração de 50 minutos cada.

c) Apresentação:

A unidade didática (MEGO), tem como objetivo principal nortear a transposição didática do ensino da óptica. A (UD), aliada às atividades que foram desenvolvidas nas etapas subsequentes formam um conjunto que propiciam aos discentes uma aprendizagem mais rica e significativa. Pois, partem de momentos desafiadores, investigativos e experimentais, gerando dessa forma discussões, tempestades de ideias, curiosidades e repertório de conhecimentos.

O viés utilizado como referencial teórico são os três momentos pedagógicos do Delizoicov & Angotti (1991): Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.

d) Objetivo geral:

Facilitar a transposição didática do conteúdo Óptica Geométrica destacando a Óptica da Visão.

d.1. Objetivos específicos:

- Promover a participação ativa (opinando, discutindo, ponderando, outros) dos alunos como agentes reflexivos do processo ensino aprendizagem;
- Integrar o conteúdo de óptica da visão, partindo de um momento investigativo, experimental, lúdico e sobretudo com a reelaboração dos conceitos espontâneos, mediante as discussões e os desafios que surgem durante as atividades propostas.

d.2. Objetivos atitudinais:

- Usar a experimentação como forma de compreender melhor o objeto de estudo, em particular o estudo da óptica geométrica e da visão;
- Desenvolver atitudes coerentes para uma aprendizagem significativa em Física;
- Reelaborar estratégias quando os resultados não satisfazem;
- Desenvolver postura solidária e cooperativa que contribua para a socialização dos conhecimentos em óptica geométrica da visão.

e) Conteúdos de aprendizagem:

e.1 – Conceituais: Princípios da óptica geométrica, fenômenos (reflexão (leis), absorção, refração (leis), difração, interferência e polarização), lentes e defeitos visuais.

e.2 – Procedimentais: Conhecer fenômenos que compõem a natureza da luz (reflexão, absorção, refração, difração, interferência e polarização), fazer uso de atividades experimentais para compreender o funcionamento das imagens projetadas em câmaras escuras e no globo ocular.

e.3 – Atitudinais: Promover atitudes relacionadas a construção das atividades experimentais em particular a óptica geométrica e da visão e desenvolver o senso crítico e colaborativo diante das atividades apresentadas.

f. Problemática do Objeto de estudo:

f.1 - Adaptação dos conceitos científicos, por via de um modelo funcional, para modificar os conceitos espontâneos dos alunos em relação ao estudo da óptica geométrica e da visão.

f.2 - Defeitos da visão e a biofísica numa abordagem interdisciplinar.

g. Metodologia:

Ativa (atividade experimental)

h. Hipótese:

O (MEGO) contribui para uma aprendizagem mais significativa, pois permite a conexão dos conteúdos abordados, além de permitir ao aluno a discussão, a reelaboração dos conceitos, a prática e o seu protagonismo.

9. Etapas do Produto Educacional

Figura 12 - Etapas do Produto Educacional.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

10. Materiais para serem utilizados:

- Bola de isopor de 200 mm + molde circular de 12 cm;
- Lupa de 100 mm;
- 2,0 m de fio 2,5 mm;
- Bocal soquete de porcelana E27;
- Lâmpada palito fluorescente para soquete E27;
- Cano de PVC de 100 mm ou lata de óleo cilíndrica de 900 ml vazia T75 luva de redução de 75 para 40 mm caps de 75 mm;
- Estilete e cola de isopor;
- Tábua suporte.

Figura 13 - bola de isopor.



01. Bola de isopor de 200 mm +
molde circular de 12 cm.

Fonte: Material do autor.

Figura 14 - Lupa de 100 m.



02. Lupa de 100 mm.

Fonte: Material do autor.

Figura 15 - fio 2,5 mm.



03. 2,0 m de fio 2,5 mm;

Fonte: Material do autor.

Figura 16 - Bocal soquete de porcelana E27



04. Bocal soquete de porcelana E27

Fonte: Material do autor.

Figura 17 - Lâmpada palito fluorescente para soquete E27.



05. Lâmpada palito fluorescente para soquete E27

Fonte: Material do autor.

Figura 93 - Cano de PVC de 100 mm ou recipiente de plástico. (lata) cilíndrica ou lata cilíndrica de 370 g.



06. Cano de PVC de 100 mm ou recipiente de plástico (lata) cilíndrica de 370 g vazia.

Fonte: Material do autor.

Figura 94 - luva de redução de 75 para 40 mm.



07. luva de redução de 75 para 40 mm.

Fonte: Material do autor.

Figura 20 - Caps de 75 mm.



08. Caps de 75 mm.

Fonte: Material do autor.

Figura 21 -Estilete.



Fonte: Material do autor.

Figura 22 - Cola de isopor.



Fonte: Material do autor.

Figura 23 - Tábua suporte.



Fonte: Material do autor.

3.3. Manual de construção do MEGO: Procedimentos passo a passo da unidade didática (Globo Ocular) – Parte 1.

Figura 24 - 1º Passo - construção do MEGO.



1º Passo: Colar as duas partes do globo com cola de isopor.

Fonte: Material do autor.

Figura 25 - 2º Passo - construção do MEGO.



2º Passo: Tampa de plástico ou molde de madeira de 12 cm diâmetro para marcação onde será visto a projeção da imagem no anteparo (retina) pela parte superior.

Fonte: Material do autor.

Figura 95 - 3º Passo - construção do MEGO.



3º Passo: Fazer um corte frontal no globo utilizando um molde de madeira ou de plástico 7,0 cm diâmetro para colocação da lente convergente (ou utilizar lente de lupa) cristalino. Observação: o molde frontal pode ser a carenagem da própria lupa!

Fonte: Material do autor.

Figura 27 - 4º Passo - construção do MEGO.



4º Passo: Cortar a parte de plástico para retirar a lente (lupa adequada de 100 mm para o globo de 200 mm).

Fonte: Material do autor.

Figura 28 - 5º Passo - construção do MEGO.



5º Passo: Fixar o globo em suporte de madeira (50 cm x 25 cm) + parafuso com arruela e porca).

Fonte: Material do autor.

3.4. Manual de construção do MEGO: Procedimentos passo a passo da unidade didática (canhão de luz) – Parte 2.

O canhão de luz é feito com material de sucata ou facilmente encontrados em residências e/ou em lojas de materiais de construção civil (ver imagens da pág. 53 e 54).

8. Cano de PVC com a seguinte especificação: 100 mm;
9. T75;
10. Luva de redução de 75 mm para 40 mm;
11. Caps de 75 mm;
12. 2,0 m de fio 2,5 mm;
13. Bocal soquete de porcelana E27;
14. Lâmpada palito fluorescente para soquete E27

Figura 29 - 1º Passo - construção do Canhão de luz.



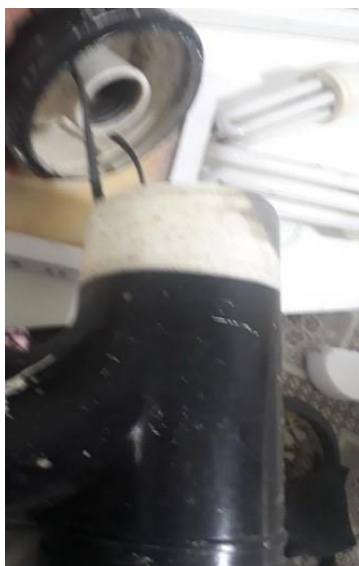
1º Passo: Organizar uma base para o bocal soquete que pode ser de madeira ou de metal.

Obs: Use sua criatividade, se preferir utilize a lata de achocolatado (fundo) ou a tampa do cano PVC para usar como base e fixar o bocal soquete.



Fonte: Material do autor.

Figura 3096 - 2º Passo - construção do Canhão de luz.



2º Passo: Conectar a base (soquete) na estrutura (cano) PVC ou de metal (lata) e fazer a ligação aos polos com fios de 2,5 mm.

OBS: Na imagem foi utilizado cano de PVC, o mesmo foi enrolado com fita adesiva (A estética fica melhor apresentado)



Fonte: Material do autor.

Figura 31 - 3º Passo - construção do Canhão de luz.



3º Passo: Após conectar a base (soquete) e os fios de 2,5 mm na estrutura (cano) PVC ou de metal (lata), conecte também o T75 e está pronto o canhão de luz.)

Nas duas últimas etapas, com a confecção experimental, e com todo o repertório desenvolvido durante as atividades, o professor construirá, junto aos alunos, os conceitos de Óptica geométrica, a partir do MEGO, pois através da manipulação experimental, colaboração na montagem e interação com a unidade didática (UD), eles poderão perceber os fenômenos atrelados a (UD).

A seguir, estão algumas imagens criadas e projetadas pelo MEGO, logo após todas as etapas serem cumpridas.

Figura 33 - Imagem virtual, direita e ampliada, situada com o objeto entre o foco objeto (f_o) e centro óptico (O) da lente.



Figura 34 - Projeção da imagem real “dentro da lente” e formação da imagem virtual “fora da lente”.



Fonte: Material do autor.

Figura 32 - Imagem real projetada no interior do MEGO (retina), após sofrer refração na "córnea e cristalino" (lentes de acrílico e vidro).

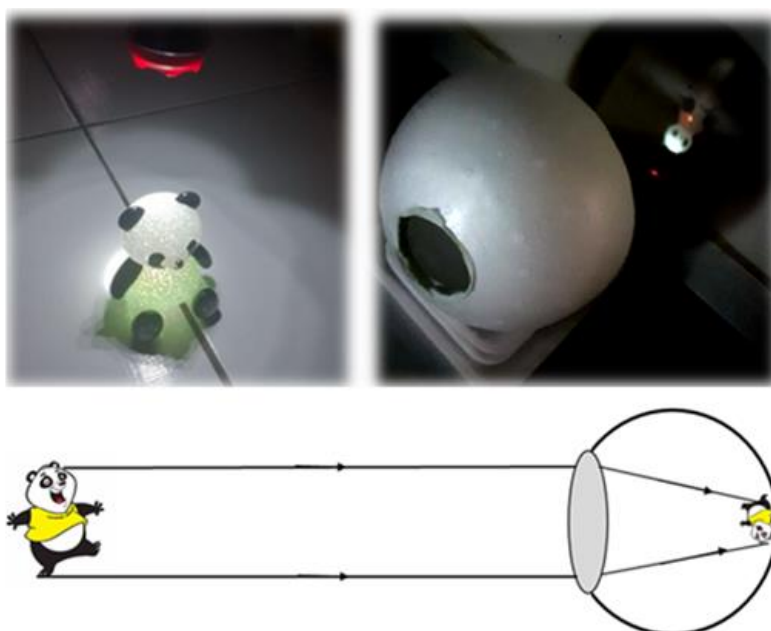


Fonte: Material do autor.

É importante salientar que o Princípio da Propagação Retilínea da Luz também pode ser comprovado através da construção do MEGO, na formação da imagem real projetada na retina. Para esta demonstração, basta a ficção da lente em uma das partes do globo ocular e a incidência do canhão de luz sobre o objeto.

A seguir, a imagem e o esquema que representam a propagação retilínea da luz no MEGO.

Figura 35 - Imagem e esquema representando o Princípio da Propagação Retilínea da luz no MEGO.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

3.5 Organização para experimentação

O professor deve, inicialmente, organizar a sala de aula ou laboratório para a realização da experimentação, bem como os materiais. Em seguida, divide a turma em duplas ou grupos com 4 alunos. No caso dessa, foram divididos em duplas por se tratar de um número reduzido.

O professor deve, inicialmente, organizar a sala de aula ou laboratório para a realização da experimentação, bem como os materiais. Em seguida, divide a turma em duplas ou grupos com 4 alunos. No caso dessa, foram divididos em duplas por se tratar de um número reduzido.

Com o manual experimental do MEGO em mãos, os alunos podem dividir e imprimir cada parte (globo ocular e canhão de luz) separadamente para otimizar o tempo e facilitar a construção. É relevante que o professor esteja por perto para acompanhar o progresso, dando instruções a cada etapa completada. Após a confecção do globo ocular e do canhão de luz, os estudantes devem testar o experimento, e, com a mediação do professor, atrelar os conceitos trabalhados em todos os encontros, terminando na produção final do MEGO. O experimento pode ser realizado de manhã ou à noite, mas é ideal que esteja com pouca luz para ver toda a funcionalidade em relação aos conceitos físicos (refração, reflexão, absorção, defeitos de visão, outros). A metodologia e os procedimentos passo a passo estão descritos no manual. Na dissertação encontra-se os feedbacks dos alunos e as análises dos resultados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das atividades aqui expostas tem ligação direta e significativa com o processo de ensino-aprendizagem. A aula nesse viés adquire uma dinâmica prazerosa e motivadora, diferentemente da tradicional expositiva. Nessa perspectiva, os alunos podem exercer e desenvolver seu protagonismo quanto agente ativo e reflexivo do processo.

Ainda com relação as atividades desenvolvidas, essa proposta não têm a finalidade apenas de valorizar os alunos que responderam os questionários ou construíram os experimentos corretamente, mas de valorizar também os alunos que revisitaram suas respostas e reelaboraram os conceitos diante as dificuldades apresentadas.

É preciso deixar registrado que pretendemos buscar também uma mudança significativa na postura ao: oportunizar suas falas, incentivar a participação ativa, respeitar a opinião, ouvir as colocações dos outros, bem como argumentar quanto a validação ou não das mesmas. O gatilho é promover a participação de todos gerando situações (atividades diversificadas: como foram desenvolvidas nessa unidade didática) criadoras de contextos nos quais os alunos precisem tentar compreender, intervir, explicar, construir e reelaborar o conhecimento.

Quanto ao MEGO, o protótipo experimental fornece imagens reais e virtuais, (momento para comentar sobre refração, lentes esféricas e suas características de imagens), bem como imagem projetada na retina distorcidas e ajustas (distância focal) com a movimentação do objeto real na prática experimental. Todavia, não se trata de fornecer um experimento que finja funcionar, mas que aproveite as suas características fundamentais, para motivar, instigar e desafiar a curiosidade do aluno. Nesse contexto pode-se proporcionar ao educando o acesso ao conhecimento científico. Não se trata de obrigá-lo a aprender, mesmo porque isto não é possível, mas de despertar o interesse pela física, mostrando que ele é capaz de aprender e ter contato com diversas possibilidades de conhecimento.

Sendo assim, o objetivo principal dessa (UD), dentro dessa perspectiva é refletir e reelaborar conceitos sobre a importância do conteúdo de Óptica Geométrica e da Visão, partindo das atividades vivenciadas durante todas as etapas dessa (UD).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. D., & ABIB, M. L. V. S. (2000). **Experimentação no ensino médio: Novas possibilidades e tendências**. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, VII.
- BRICCIA, V., & carvalho, A. M. P. D. (2016). **Competências e formação de docentes dos anos iniciais para a educação científica**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 18(1), 1-22.
- CAMPANARIO, JM, & MOYA, A. (1999). **Como ensinar ciências? Principais tendências e propostas**. Ensino de Ciências: Revista de Pesquisa e Experiências Didáticas, 179-192.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 208 p.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011
- LEITÃO, V. A unidade didática. Curriculum, v. 15, n. 4, p. 19-26, 1976
- MOREIRA, M.A. **Linguagem e aprendizagem significativa**. In: Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil. 2003.
- RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Fundamentos da Física**. - Vol. 2. Termologia, óptica e ondas. 9ª ed. São Paulo: Moderna, 2007
- SANCHEZ BLANCO, G.; VALCÁRCEL PÉREZ, M. V. **Diseño de unidades didácticas em el área de ciências experimentales**. Enseñanza de las ciências, v. 11 (1), 1993.
- SILVA JÚNIOR, J.F. **A (re) orientação como conhecimento profissional para a formação da habilidade de descrever segundo a teoria da assimilação por etapas de Galperin**. 2018. Doutorado. Tese.
- ZABALA, A. Introdução. ZABALA, A. (org.). **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- ZABALA, Antoni. **A Prática educativa: como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.