



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

EDSON JALES DA SILVA BRITO

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA
GEOMÉTRICA

PICOS – PI

2026

EDSON JALES DA SILVA BRITO

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA
GEOMÉTRICA

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

Orientador: Prof. Dr. Augusto Plácido
Cavalcante Melo de Lima.

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

Edson Jales da Silva Brito¹

Augusto Plácido Cavalcante Melo de Lima²

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de intervenção pedagógica voltada para o ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio, fundamentada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa. O estudo justifica-se pela persistência de abordagens metodológicas tradicionais que priorizam a memorização de fórmulas e o formalismo matemático precoce, distanciando o estudante da compreensão fenomenológica dos conteúdos e ignorando seus conhecimentos prévios. O objetivo geral consiste em estruturar uma sequência didática baseada no uso de maquetes didáticas de baixo custo, como câmera escura, câmera fotográfica e modelo dinâmico do globo ocular, para facilitar a aprendizagem de conceitos fundamentais da luz e da visão humana. A metodologia adotada possui caráter teórico-descritivo, qualitativo e exploratório, estruturada a partir de um levantamento bibliográfico em repositórios científicos para fundamentar as etapas de planejamento pedagógico. Como resultado, desenvolveu-se uma proposta organizada em cinco encontros presenciais, contemplando etapas de sondagem diagnóstica, diferenciação progressiva, oficinas de construção de materiais manipuláveis, reconciliação integrativa e avaliação formativa. Conclui-se que a utilização de recursos táteis e visuais conectados ao cotidiano dos alunos atua como um material potencialmente significativo, viabilizando a superação das dificuldades conceituais e oferecendo aos docentes uma ferramenta prática e de fácil reprodução na rede pública de ensino.

Palavras-chave: óptica geométrica; aprendizagem significativa; sequência didática; maquetes didáticas; ensino de física.

ABSTRACT

This paper presents a proposal for a pedagogical intervention focused on teaching Geometric Optics in high school, based on the principles of the Theory of Meaningful Learning. The study is justified by the persistence of traditional methodological approaches that prioritize the memorization of formulas and early mathematical formalism, distancing students from a phenomenological understanding of the content and ignoring their prior knowledge. The overall objective is to structure a teaching sequence based on the use of low-cost educational models—such as a camera obscura, a photographic camera, and a dynamic model of the eyeball—to facilitate the learning of fundamental concepts of light and human vision. The methodology adopted is theoretical-descriptive, qualitative, and exploratory in nature, structured based on a

¹ Graduando em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Picos. Email: edyjales15@gmail.com.

² Prof. Dr. Augusto Plácido Cavalcante Melo de Lima. Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Picos. Email: augusto.placido@ifpi.edu.br.

literature review of scientific repositories to inform the stages of instructional planning. As a result, a proposal was developed organized into five in-person sessions, encompassing stages of diagnostic assessment, progressive differentiation, workshops for constructing hands-on materials, integrative reconciliation, and formative assessment. It is concluded that the use of tactile and visual resources connected to students' daily lives serves as a potentially meaningful tool, enabling them to overcome conceptual difficulties and offering teachers a practical and easily replicable tool within the public school system.

Keywords: geometric optics; meaningful learning; didactic sequence; instructional models; physics teaching.

Data de aprovação: 07/08/2026

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física desempenha um papel fundamental na educação, pois busca desenvolver o pensamento crítico e científico dos alunos, além de proporcionar uma melhor compreensão dos fenômenos físicos presentes no dia a dia. No entanto, apesar de sua importância, muitos estudantes a enxergam como uma matéria restrita a cálculos complicados e conceitos abstratos, o que pode gerar a impressão de que seu aprendizado não possui aplicação prática na vida cotidiana, essa concepção pode ser percebida no trabalho realizado por Ricardo e Freire (2007), onde realizada um levantamento sobre a concepção dos estudantes em relação ao ensino de física. Essa percepção pode tornar o aprendizado de Física desinteressante e pouco motivador, como indicam pesquisas de Melo (2015). Além disso, um desafio relevante é a dificuldade dos estudantes em relacionar os conceitos teóricos abordados em sala de aula com situações do cotidiano.

Essa desconexão é mencionada por Montai e Laburú (2005), que destacam a importância de relacionar conceitos físicos a exemplos práticos e contextos familiares aos estudantes. Para superar esses desafios, é crucial que os educadores adotem metodologias de ensino que integrem a teoria com experiências práticas e cotidianas, tornando a física mais acessível e interessante. Abordagens como laboratórios experimentais, demonstrações em campo e projetos interdisciplinares podem ajudar os alunos a visualizar a aplicação dos conceitos físicos em situações concretas, estimulando o interesse e a curiosidade. Assim, é possível evidenciar a relevância

inerente à Física, tornando o seu aprendizado mais perceptível e atraente para os estudantes. Ao conectar a teoria à realidade, desperta-se o gosto pela ciência e pela investigação, capacitando os alunos a entenderem o mundo que os rodeia de maneira mais crítica, consciente e integrada ao seu cotidiano.

No entanto, o ensino de Física apresenta desafios na efetivação do aprendizado quando as práticas pedagógicas negligenciam os conhecimentos prévios dos estudantes. Embora o ensino expositivo não seja inerentemente ineficaz, a sua aplicação desvinculada da realidade fenomenológica tende a favorecer a ocorrência da aprendizagem puramente mecânica. Esse cenário contribui para que o estudante não consiga associar os conceitos físicos estudados à sua própria vida. O ensino de Óptica Geométrica, por sua vez, apresenta obstáculos específicos quando mediado por metodologias tradicionais. Dentre esses desafios, destaca-se a excessiva ênfase em formalismos matemáticos em detrimento da interpretação fenomenológica do cotidiano. Conforme critica Moreira (2018), o ensino contemporâneo frequentemente prioriza a matematização precoce e o treino focado em equações. Essa abordagem dificulta a visualização e a compreensão clara de fenômenos ópticos, como a refração e a formação de imagens, impondo um grau de abstração que afasta o aluno da essência do fenômeno físico.

Por meio disso, uma alternativa que tem surgido é envolver o aluno na participação ativa no processo de aprendizagem fomentada na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS). Portanto, este trabalho apresenta a proposição de uma Sequência Didática (SD) fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) para o ensino de Óptica Geométrica. Na perspectiva ausubeliana, o sucesso da aprendizagem não depende apenas da ação do professor, mas também da qualidade pedagógica dos recursos utilizados em sala de aula, que devem atuar como pontes entre o conhecimento prévio e o novo. É fundamental que os recursos instrucionais façam sentido lógico e psicológico para o estudante. Nesse contexto, Moreira (2011b) ressalta que o material didático a ser utilizado deve ser potencialmente significativo, ou seja, estruturado de tal forma que permita ao aluno ancorar os novos conceitos físicos em sua estrutura cognitiva de maneira não arbitrária. Para materializar essa premissa teórica, esta pesquisa elege a utilização de maquetes didáticas de baixo custo como o recurso pedagógico central da proposta. A inserção desses modelos físicos como a câmera escura e o globo ocular visa atuar exatamente como o material potencialmente significativo exigido pela teoria,

permitindo aos estudantes uma observação concreta e manipulável de fenômenos ópticos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Na perspectiva do educador, ensinar Física representa um desafio constante e recorrente, devido à desvalorização, falta de recursos e ambiente escolar pouco atrativo. As aulas muitas vezes são percebidas como monótonas, o que pode desmotivar tanto os professores quanto os alunos em relação ao verdadeiro propósito de ensinar e aprender Ciências.

Além disso, os docentes enfrentam uma série de desafios que dificultam a implementação de metodologias mais eficazes. Silva e Zanon (2000), destacam algumas dessas dificuldades: turmas superlotadas, tempo insuficiente dedicado à disciplina e a falta de infraestrutura e materiais adequados. Essas condições muitas vezes limitam a capacidade dos professores de explorar plenamente os conteúdos de forma atraente e enriquecedora para os alunos. Outro fator que influencia na fixação dos conteúdos é a ausência de laboratórios nas escolas públicas. Embora existam algumas instituições com laboratórios na cidade e em regiões vizinhas, ainda há o impasse da disponibilidade do professor e da qualidade dos equipamentos. Somam-se a isso os desafios no planejamento de práticas experimentais e a forte pressão imposta pelo sistema educacional por resultados quantitativos em avaliações externas. Conforme aponta Moreira (2018), essa exigência por desempenho em exames frequentemente força o docente a abandonar abordagens investigativas para priorizar o treinamento mecânico e a memorização de fórmulas.

Diante desse cenário de restrições infraestruturais, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel desponta como um arcabouço metodológico altamente viável e eficaz para o trabalho do professor, inclusive em turmas numerosas. Essa viabilidade justifica-se porque a TAS valoriza a aprendizagem receptiva, ou seja, o ensino predominantemente expositivo e demonstrativo, desde que a apresentação do conteúdo seja estruturada para ancorar-se nos conhecimentos prévios dos estudantes. Sendo assim, o docente não necessita de um laboratório individualizado para cada aluno; ele pode utilizar demonstrações centralizadas e materiais potencialmente significativos para promover a diferenciação progressiva dos conceitos com toda a turma simultaneamente. A TAS postula que o fator isolado mais

importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, devendo o ensino ser mediado a partir de sua estrutura cognitiva prévia denominados subsunçores (MOREIRA, 2011a). Nesse sentido, a estruturação de uma Sequência Didática (SD) baseada em maquetes de baixo custo (confeccionadas com materiais acessíveis e recicláveis, como papelão, lentes simples de lupa e papel vegetal) atua como uma solução pedagógica direta para contornar a inexistência de laboratórios formais nas escolas.

Os organizadores prévios são recursos pedagógicos introdutórios que servem de ponte cognitiva entre o que o aluno já sabe e o novo conteúdo a ser aprendido. Nessa direção, o uso de maquetes interativas atua como um organizador prévio e como ferramentas de diferenciação progressiva. Essa abordagem conceitual e tátil permite transformar salas de aula convencionais e superlotadas em ambientes de investigação científica participativa. A abordagem visual, tátil e analógica propiciada pelos modelos construtivos da Câmera Escura e do Globo Ocular facilita a ancoragem de conceitos geométricos complexos, reduzindo a necessidade de formalismo matemático precoce e promovendo a transição gradual do aprendizado mecânico para a verdadeira aprendizagem significativa (MOREIRA, 2018). Assim, a presente monografia justifica-se por fornecer um instrumento didático prático, econômico e metodologicamente consolidado para auxiliar os docentes no ensino de Física.

David Ausubel diferencia em sua teoria dois tipos de aprendizagem: aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa implica em conseguir aplicar o conhecimento em situações diferentes daquela que aprendeu, entretanto, a aprendizagem mecânica em poucas palavras é o famoso “decoreba”, o aprender sem saber o porquê e para quê. (MOREIRA, 2018). Mesmo assim, a aprendizagem mecânica é tida como uma atividade em que há obtenção de informação, não significa que seja o contrário da significativa, mas tem seu valor.

Na visão da TAS, o aprendizado ocorre quando novos conhecimentos se relacionam com o conhecimento prévio dos alunos, sendo que o professor tem papel mediador e sua função é realizar essa integração. A utilização dessa metodologia tem muitos estudos e uma base literária que aponta para resultados positivos e requer aprofundamento referencial.

Diante dessa situação, esse projeto desenvolve uma sequência didática baseada na TAS de Ausubel com o intuito de facilitar o processo de aprendizagem e auxílio do docente na realização de atividades no ensino da óptica. A importância da

utilização de sequência didática é defendida por Moreira em sua obra “Unidade de Ensino Potencialmente significativas – UEPS” (MOREIRA, 2011b), onde é sugerido a construção de uma sequência didática com o intuito de facilitar a aprendizagem significativa, além disso, a sequência didática vai ao encontro das diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que estimula o protagonismo do aluno e a investigação científica por meio da contextualização do ensino.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Propor e estruturar uma Sequência Didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, utilizando maquetes didáticas de baixo custo para o ensino de Óptica Geométrica e a formação de imagens no olho humano no Ensino Médio

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, na literatura especializada em Educação em Física, as principais concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem dos estudantes referentes aos fenômenos de reflexão, refração, formação de imagens e anatomia óptica;
- Estruturar e detalhar uma Sequência Didática organizada em cinco encontros presenciais, contemplando diretrizes metodológicas para a aplicação de questionários diagnósticos e de avaliação formativa;
- Descrever procedimentos técnicos e viáveis para a confecção de materiais didáticos manipuláveis de baixo custo, especificamente as maquetes da Câmera Escura de Orifício e do Globo Ocular dinâmico, simulando patologias visuais como miopia e astigmatismo e suas respectivas correções ópticas em sala de aula.

1.3 METODOLOGIA

O desenvolvimento desse trabalho possui cunho teórico-descritivo baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa. A abordagem metodológica adotada é qualitativa e exploratória, pautando-se na pesquisa e análise de sequências didáticas já existentes que se baseiam nessa dinâmica. O propósito é estruturar um conjunto

de atividades que favoreçam a integração dos novos conceitos aos conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais profunda e significativa. Por configurar-se como uma pesquisa estritamente propositiva e teórica, delineada para fornecer subsídios pedagógicos e instrucionais para a docência em Física no Ensino Médio, este estudo prescindiu da aplicação imediata e da coleta de dados empíricos com sujeitos humanos em ambiente escolar nesta etapa. Cabe ressaltar, que a formulação desta abordagem metodológica não ocorreu de maneira isolada, sendo fortemente motivada por experiências pedagógicas prévias e observações da realidade docente na rede pública de ensino. Vivências em atividades de integração e iniciação à docência evidenciaram a necessidade latente de recursos interativos e viáveis para turmas reais, impulsionando o desenvolvimento desta proposta.

A constituição do arcabouço teórico e o delineamento da Sequência Didática foram viabilizados por meio de um levantamento bibliográfico em repositórios digitais de acesso aberto e periódicos especializados. As buscas exploratórias foram conduzidas primariamente nas bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e no repositório do Google Acadêmico.

O mapeamento dos estudos primários baseou-se no cruzamento combinatório de descritores e palavras-chave, definidos pelos seguintes eixos temáticos: "Ensino de Física" e "Óptica Geométrica"; "Teoria da Aprendizagem Significativa" e "Ausubel"; "Sequência Didática" e "Ensino Médio"; e "Maquetes Didáticas" e "Experimento de Baixo Custo". Os critérios de inclusão contemplaram artigos científicos publicados em periódicos avaliados pela CAPES (com destaque para a Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF), além de dissertações e produtos educacionais vinculados ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), que evidenciassem estratégias ativas para superação de dificuldades conceituais na formação de imagens e visão humana.

A partir da triagem e análise das fontes selecionadas, procedeu-se à produção pedagógica da Sequência Didática estruturada em cinco aulas de 60 minutos de duração. A elaboração das diretrizes de construção das maquetes interativas seguiu os critérios de baixo impacto financeiro, facilidade de reprodutibilidade por discentes da rede pública e alto potencial de significação lógica e psicológica, alinhando rigor formal de Óptica Geométrica ao cotidiano vivencial dos estudantes.

Algumas referências obtidas relacionadas ao tema foram o projeto de pesquisa de pós-doutorado produzido por Cunha (2021), que apresenta uma proposta de uma

sequência didática para o ensino de óptica. Goulart, Ilíbio e Selhorst (2015), desenvolveram em seu trabalho uma sequência didática envolvendo experimentos de óptica sobre reflexão e refração, um projeto desenvolvido por bolsistas do PIBID (Programa de Iniciação de Bolsa de Iniciação à Docência).

Munido desse conhecimento, elaborou-se uma sequência didática estruturada que utilize maquetes de baixo custo como ferramentas pedagógicas. A proposta será organizada de forma a respeitar os princípios da TAS, como o conhecimento prévio dos alunos, materiais potencialmente significativos, predisposição para o aprendizado, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação interativa e um processo de verificação de aprendizado.

Por se tratar de uma pesquisa de caráter estritamente propositivo, o presente trabalho não prevê a aplicação prática da sequência didática em ambiente escolar com amostras humanas nesta etapa. Portanto, a pesquisa prescinde de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa. A relevância e a consistência da proposta são fundamentadas por meio do rigoroso alinhamento analítico entre os objetivos pedagógicos da Óptica Geométrica e os pressupostos conceituais da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse projeto se iniciará com uma pesquisa aprofundada sobre os conceitos pedagógicos e teóricos mais relevantes da área de óptica, identificando aqueles que já foram aplicados e com resultados em potencial. Essa etapa incluirá também uma revisão da literatura existente sobre sequências didáticas utilizando a TAS como base pedagógica, assegurando uma consolidação teórica sólida para a proposta.

Com base nessa pesquisa, busca-se desenvolver um produto didático voltado para o ensino de óptica geométrica, abordando aspectos básicos necessários e a formação de imagens. A proposta é garantir que a construção dos instrumentos didáticos que serão utilizados seja simples e viável, permitindo sua reprodução pelos alunos em sala de aula, portanto há a necessidade de uma pesquisa sobre a importância e utilização de maquetes em ambiente escolar.

2.1 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Nos processos de ensino e aprendizagem, é fundamental levar em conta os conhecimentos que o aluno já possui, ou seja, é fundamental levar em conta o contexto social que ele está inserido. Segundo Ausubel, a aprendizagem é eficaz quando novos conteúdos são conectados de maneira significativa ao que o estudante já compreende e vivenciou (MOREIRA, 2018). Entretanto, para que ocorra uma aprendizagem significativa, não basta apenas considerar os conhecimentos prévios do aluno de forma desorganizada. É essencial identificar esses saberes e estruturar o ensino de maneira que favoreça a assimilação e a integração dos novos conteúdos.

A aprendizagem significativa, conforme descrita por Moreira (2011a), ocorre por meio da interação entre os conhecimentos prévios do aluno e as novas informações adquiridas. Nesse processo, os novos conceitos tornam-se compreensíveis e assimiláveis, ao mesmo tempo em que os conhecimentos já existentes são reorganizados. No contexto do ensino de óptica, para que essa aprendizagem ocorra de forma efetiva, é necessário considerar três aspectos fundamentais da TAS: (a) o repertório de conhecimentos prévios do aluno, (b) a apresentação de um material didático potencialmente significativo e (c) a predisposição do estudante para integrar e compreender os novos conteúdos.

O conhecimento previamente adquirido pelo indivíduo, que serve como base para a assimilação de novas informações, é denominado subsunçor. De acordo com Moreira (2018), trata-se de uma estrutura cognitiva já consolidada que permite atribuir significado a novos conceitos apresentados ao aprendiz. Dessa forma, os subsunçores exercem um papel fundamental no processo de aprendizagem, possibilitando que novos conhecimentos sejam incorporados de maneira significativa.

Em contraste, a Aprendizagem Mecânica, onde as informações são memorizadas sem estabelecer conexões substanciais com o conhecimento prévio, o que pode levar a uma retenção temporária e pouco significativa (MOREIRA, 2011a). No entanto, essa aprendizagem não deve ser considerada oposta à Aprendizagem Significativa, mas um estágio inicial do processo. Embora tenha sua função, quando não evolui para uma compreensão mais profunda, torna-se limitada e pouco eficaz para a construção de um conhecimento duradouro.

Para que ocorra a transição de uma aprendizagem meramente mecânica para uma aprendizagem significativa, Ausubel aponta que não basta apenas que o aluno

possua conhecimentos prévios; é indispensável que o conteúdo e os recursos pedagógicos empregados possuam significado lógico e psicológico. Ou seja, o que é ensinado precisa ser estruturado de forma que faça sentido para quem aprende. Reforçando essa premissa metodológica, Moreira (2011a, p. 17) ressalta que:

A aprendizagem significativa requer um material potencialmente significativo, isto é, passível de ser relacionado de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aprendiz. O fato de o material ser potencialmente significativo depende tanto da natureza do material em si quanto da presença de subsunções adequados na estrutura cognitiva do aluno. Se o material for apenas memorizado de forma literal, o resultado será a aprendizagem mecânica, que não promove a verdadeira compreensão dos fenômenos.

É justamente para atender a essa exigência teórica de proporcionar um material potencialmente significativo que esse trabalho elege a construção de maquetes de baixo custo.

Segundo Moreira (2011a), os organizadores prévios são recursos introdutórios utilizados antes da apresentação do conteúdo principal, com a finalidade de estruturar a aprendizagem e favorecer a assimilação significativa. Eles atuam como facilitadores cognitivos, preparando a mente do aluno para estabelecer conexões entre o novo conhecimento e suas experiências prévias. No ensino de Óptica, a mera apresentação de definições teóricas sobre a propagação da luz, tal como comumente estruturado nos manuais e livros didáticos, nem sempre cumpre a função de um verdadeiro organizador prévio. Para que esse recurso seja cognitivamente eficaz, ele deve dialogar diretamente com as vivências empíricas do estudante. Um organizador prévio eficiente poderia, por exemplo, iniciar a discussão a partir da observação de porquê uma colher parece 'quebrada' dentro de um copo d'água, ou questionar o motivo prático que leva pessoas mais velhas a afastarem o celular do rosto para conseguirem ler uma mensagem. Outro exemplo concreto seria explorar o funcionamento da lente da câmera fotográfica do próprio *smartphone* do aluno como uma analogia inicial para a formação de imagens no olho humano. Ao utilizar essas situações reais e familiares como âncoras, o professor oferece um ponto de referência palpável. Dessa forma, os alunos conseguem conectar os novos conteúdos como os princípios matemáticos da refração e da reflexão à sua estrutura cognitiva de maneira significativa, distanciando-se de uma memorização mecânica e abstrata. Portanto, que os organizadores prévios são uma ferramenta essencial dentro da Teoria da Aprendizagem Significativa, pois reduzem a dificuldade de assimilação dos conceitos e promovem uma construção

mais sólida do conhecimento. Quando bem aplicados, contribuem para que os alunos não apenas memorizem informações, mas compreendam e integrem os conteúdos de forma duradoura e aplicável a diferentes contextos.

Além da utilização de organizadores prévios, a estruturação do conteúdo segundo a TAS deve obedecer a dois princípios programáticos fundamentais para a ocorrência da aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2011a). A diferenciação progressiva estabelece que a apresentação da disciplina deve iniciar pelas ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo, diferenciando-as progressivamente em termos de detalhes e especificidades. No contexto do ensino de óptica geométrica, isso implica apresentar primeiramente a noção fenomenológica e ampla de luz e visão. Essa abordagem evita que o aluno seja sobrecarregado com formalismos antes de compreender o panorama geral do fenômeno físico.

Por outro lado, a reconciliação integrativa ocorre simultaneamente à diferenciação progressiva, buscando explorar propositalmente as relações entre ideias, apontando similaridades, diferenças e resolvendo inconsistências cognitivas reais ou aparentes (MOREIRA, 2011a). Em uma sequência didática com maquetes, a reconciliação integrativa se materializa quando o aluno é levado a perceber, por exemplo, que o orifício de entrada de luz na câmera escura, câmera fotográfica e a pupila humana exercem funções físicas análogas, ou quando compreendem que a correção de uma miopia nada mais é do que o ajuste do ponto focal que já haviam estudado teoricamente. Dessa forma, os conceitos não ficam isolados na mente do aluno, mas integram-se em uma rede de significados robusta.

2.2 INTRODUÇÃO À ÓPTICA E SEUS DOMÍNIOS

A Óptica é o ramo da Física dedicado ao estudo da luz, de sua propagação e das interações que estabelece com a matéria. Devido à natureza dual e à complexidade dos fenômenos luminosos, o estudo da óptica é classicamente dividido em duas grandes áreas, delimitadas de acordo com a escala dos fenômenos observados: a Óptica Física e a Óptica Geométrica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A Óptica Física, frequentemente denominada óptica ondulatória, concentra-se no estudo da luz a partir de sua natureza como onda eletromagnética. Esse ramo é imprescindível para explicar e modelar fenômenos que ocorrem quando a luz interage com obstáculos, orifícios ou fendas cujas dimensões são comparáveis ao seu comprimento de onda. Nesses cenários, efeitos como a difração, a interferência e a polarização tornam-se proeminentes e a modelagem ondulatória é indispensável (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Por outro lado, quando a luz interage com objetos macroscópicos como anteparos, aberturas e lentes cujas dimensões são ordens de grandeza muito maiores que o comprimento de onda da luz visível, os efeitos difrativos tornam-se negligenciáveis. Sob essas condições de contorno, estabelece-se o domínio da Óptica Geométrica. Segundo essa aproximação macroscópica, a luz é modelada como "raios luminosos" que se propagam em linha reta em meios homogêneos, transparentes e isotrópicos (NUSSENZVEIG, 2014).

É sob a ótica desse modelo geométrico que a presente proposta didática se fundamenta, pois ele fornece o aparato conceitual necessário para explicar fenômenos como a reflexão, a refração e a formação de imagens em espelhos e lentes. Tais princípios estão presentes em diversas aplicações do cotidiano, como o funcionamento de câmeras fotográficas, microscópios, telescópios, fibras ópticas e, especialmente, no mecanismo da visão humana e na utilização de óculos corretivos, que constituem o foco central das aplicações práticas deste estudo (HECHT, 2017).

A formação de imagens é um conceito central na óptica geométrica, sendo crucial para entender tanto o funcionamento de dispositivos ópticos quanto a estrutura do olho humano. Quando um objeto é posicionado diante de uma lente ou espelho, a imagem formada pode ser real ou virtual, invertida ou direita, aumentada ou reduzida, dependendo das características do sistema óptico utilizado (HECHT, 2017). O olho humano pode ser compreendido como um sistema óptico natural, no qual diferentes componentes atuam para a formação da imagem na retina. A córnea e o cristalino desempenham um papel essencial na refração da luz, ajustando seu foco para garantir uma imagem nítida. A pupila, por sua vez, controla a quantidade de luz que entra no olho, funcionando de forma semelhante ao diafragma de uma câmera fotográfica (HECHT, 2017). A imagem formada na retina é invertida e reduzida, mas o cérebro interpreta e corrige essa informação, permitindo a percepção correta do

ambiente. Alterações na estrutura ocular podem gerar distúrbios visuais, como miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia, que podem ser corrigidos por meio de lentes divergentes ou convergentes, dependendo do caso.

No olho humano com visão normal (emétrope), a distância entre o cristalino, que atua como a lente natural do sistema ocular, e a retina (o anteparo onde a imagem é projetada) é anatomicamente fixa. Sendo assim, para que objetos situados a diferentes distâncias do observador sejam vistos de forma nítida, o músculo ciliar atua contraindo ou relaxando para alterar a curvatura do cristalino. Esse mecanismo biológico modifica a distância focal do olho, em um processo físico e fisiológico conhecido como acomodação visual (NUSSENZVEIG, 2014). Nas ametropias, como a miopia e a hipermetropia, há uma falha anatômica ou funcional nessa relação óptica ideal, impedindo que o foco ocorra exatamente sobre a retina, o que torna necessária a correção por meio de lentes artificiais externas.

Quando o mecanismo de acomodação visual apresenta limitações ou quando há anomalias anatômicas no formato do globo ocular, surgem as ametropias (patologias visuais), que quebram a relação geométrica ideal de foco na retina. O detalhamento físico dessas anomalias é crucial para a compreensão da aplicação das lentes. A miopia, por exemplo, ocorre geralmente quando o globo ocular é mais alongado do que o normal, ou quando a convergência do cristalino é excessiva. Fisicamente, isso significa que a imagem dos objetos distantes se forma antes da retina, tornando-a desfocada. A correção óptica exige o uso de lentes esféricas divergentes, que espalham os raios de luz incidentes, empurrando o ponto focal para trás, exatamente sobre a retina (HECHT, 2017).

Em contrapartida, a hipermetropia configura-se pelo encurtamento do globo ocular ou pela baixa capacidade de convergência do cristalino, fazendo com que a imagem nítida de objetos próximos tenda a se formar atrás da retina (NUSSENZVEIG, 2014). Para corrigir essa deficiência, utilizam-se lentes esféricas convergentes, que auxiliam o sistema ocular a focar os raios luminosos mais rapidamente. Há ainda o astigmatismo, causado pela assimetria na curvatura da córnea, que gera múltiplos pontos focais, exigindo lentes cilíndricas para a correção. Compreender esses princípios físicos não apenas consolida o aprendizado da óptica geométrica, mas instrumentaliza o aluno a entender o funcionamento dos próprios óculos ou dos de

seus colegas, tornando o saber científico íntimo da sua realidade biológica e social (CARDOSO; BATISTA; SOUZA, 2018).

Outro conceito foi essencial para o desenvolvimento da fotografia e da compreensão da óptica da visão. A câmera escura é um dispositivo simples que demonstra o princípio da formação de imagens através de um pequeno orifício. Assim como ocorre no olho humano, a câmera escura produz uma imagem real e invertida do ambiente externo em uma superfície oposta ao orifício de entrada da luz (HECHT, 2017). Essa analogia entre a câmera escura e o olho humano é uma ferramenta didática eficaz para ilustrar como a luz forma imagens, permitindo que os estudantes associem o funcionamento da visão com um dispositivo óptico simples e de fácil construção.

2.3 RELAÇÃO EVOLUTIVA DA CÂMERA ESCURA E OLHO HUMANO

A evolução dos sistemas ópticos artificiais encontra perfeita correspondência na anatomia ocular humana. Enquanto a câmera escura de orifício fundamenta-se puramente no princípio da propagação retilínea da luz para projetar uma imagem real e invertida, o globo ocular opera como um refinamento dinâmico desse mecanismo. O pequeno orifício da câmara, limitante de luminosidade, é substituído no olho humano pela pupila regulável. Adicionalmente, a introdução de um sistema convergente composto pela córnea e pelo cristalino atua refratando os raios luminosos de modo a concentrá-los precisamente sobre o anteparo biológico, a retina (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016). Essa correlação analógica serve como um excelente organizador prévio no modelo ausubeliano, permitindo ao estudante transitar de um dispositivo de construção simples para a compreensão de um órgão vital do seu próprio corpo.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta da Sequência Didática foi concebida para ser aplicada em turmas do Ensino Médio, possuindo uma carga horária total de cinco aulas de 60 minutos cada aula. Para otimizar o tempo e os recursos materiais, a turma será dividida em equipes

de trabalho distribuídas em três eixos práticos: Câmera Escura, Câmera Fotográfica e Olho Humano. Os encontros foram estruturados de maneira sequencial, seguindo as etapas propostas pela TAS de Ausubel, garantindo que a fundamentação teórica preceda e dê suporte à experimentação física.

3.1 AULA 1 – Sondagem e introdução aos conceitos fundamentais

O primeiro encontro tem o duplo objetivo de diagnosticar a estrutura cognitiva prévia dos estudantes e introduzir os alicerces teóricos da Óptica Geométrica. A aula será iniciada com o questionário diagnóstico (Apêndice A) e um debate guiado por situações-problema do cotidiano. Após essa sondagem, o professor realizará uma exposição dialogada apresentando os conceitos fundamentais que servirão de organizadores prévios: o que é a luz, o princípio da propagação retilínea e uma visão geral sobre a formação de imagens. Essa etapa garante que os alunos possuam a base mínima necessária para as aulas subsequentes, além de que o debate e o questionário diagnóstico servem para identificar os subsunçores, ou seja, os conhecimentos prévios dos alunos.

3.2 AULA 2 – Aprofundamento teórico

A Com os conceitos iniciais estabelecidos, a segunda aula foca na diferenciação progressiva. O professor aprofundará a teoria, abordando o fenômeno da refração, o funcionamento básico de lentes convergentes e divergentes, e a anatomia óptica do olho humano (cristalino, retina, e as causas fisiológicas das ametropias). Nos minutos finais, a turma será dividida em equipes de 4 a 5 alunos e distribuídos em 3 eixos temáticos. Caso a turma seja grande, poderá designar 2 equipes para cada maquete, ficando duas equipes para a construção e explicação da câmera escura, duas equipes para a câmera fotográfica, duas para a maquete do olho humano; é facultativo essa organização, como a sugestão de colocar uma equipe (se ficar 2 equipes para uma maquete) para construir e outra para apresentar o trabalho. Todavia, cada equipe receberá o seu respectivo roteiro de construção (Apêndice C) e será orientada sobre os materiais de baixo custo que deverão trazer ou organizar para a oficina prática da aula seguinte.

3.3 AULA 3 – Construção das maquetes

Este encontro será inteiramente dedicado à construção. O ambiente escolar será transformado em uma oficina onde as equipes trabalharão simultaneamente nas três maquetes distintas:

- Equipe A: Construção da Câmera Escura.
- Equipe B: Construção da Câmera Fotográfica.
- Equipe C: Construção do modelo de Olho Humano.

O professor atuará como mediador, circulando entre os grupos, auxiliando na montagem e sanando possíveis dúvidas que as equipes terão acerca do manuseio dos materiais e construção.

3.4 AULA 4 – Socialização, patologias e reconciliação integrativa

Na quarta aula, ocorre a integração do conhecimento. Em formato de seminário prático, cada equipe apresentará a sua maquete para o restante da turma, explicando os princípios físicos envolvidos. Após as apresentações, o professor conduzirá o momento de reconciliação integrativa: utilizando a maquete do Olho Humano construída pela Equipe C, o professor e os alunos simularão patologias visuais artificiais (como a miopia e hipermetropia) e testarão as lentes corretivas adequadas. Assim, todos os alunos, independentemente da maquete que construíram, participarão da compreensão global do fenômeno.

3.5 AULA 5 – Avaliação formativa e síntese

A última aula será reservada para a consolidação final dos saberes. Será promovida uma roda de conversa em que cada grupo explicará o funcionamento de suas maquetes, utilizando a linguagem científica correta (raios incidentes, ponto focal, refração, imagem real e invertida). Por fim, é sugerido um novo questionário de avaliação estruturado que está no Apêndice B ou a elaboração de um mapa conceitual individual. Esta etapa visa averiguar evidências da transição da aprendizagem

mecânica para a aprendizagem significativa, verificando se os alunos conseguem extrapolar os conceitos aprendidos para explicar novos fenômenos luminosos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, ao realizar os objetivos propostos, espera-se que ao término da construção da sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) contribua para um ensino mais dinâmico e eficaz da óptica geométrica. A utilização de maquetes como ferramentas pedagógicas inseridas à sequência deve proporcionar aos estudantes uma experiência visual e interativa, facilitar a compreensão dos conceitos, tornando o aprendizado mais concreto e próximo da realidade dos alunos. De tal modo que esse material auxilie na compreensão dos processos de formação de imagens no olho humano, promovendo a conexão entre os conteúdos teóricos e suas aplicações no cotidiano.

Além disso, o estudo das dificuldades mais comuns no ensino de óptica, especialmente relacionadas à interpretação de conceitos matemáticos e físicos, permitirá estruturar atividades que respeitem os princípios da TAS, como o uso de organizadores prévios, materiais potencialmente significativos, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Dessa forma, acredita-se que a proposta contribua para minimizar as dificuldades enfrentadas por alunos na aprendizagem desse conteúdo e auxiliar o professor.

Mesmo que este projeto tenha caráter propositivo, sem aplicação imediata em sala de aula, sua elaboração poderá servir como base para estudos futuros que avaliem a eficácia da sequência didática quando aplicada no contexto escolar. A médio prazo, a expectativa é que essa abordagem estimule novas pesquisas sobre metodologias que integrem recursos visuais e experimentais no ensino da Física.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Ligia Teopisto. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. 218 p.
- ARRUDA, S.M.; LABURU, C.E. **Considerações sobre a função de experimento no ensino de Ciências**. In: **NARDI, Roberto (Org.). Considerações atuais no ensino de Ciências**. São Paulo: Editora Escrituras, 1998. p. 73-87.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- CARDOSO, R. D. S., BATISTA, J. A., and SOUSA, K. C. S. **Óptica geométrica e a visão do olho humano**. UFMA. 2018. Disponível em: <https://www1.fisica.org.br/dissertação>. Acesso em 06 de fev. 2025.
- CUNHA, E, B. C. **Proposta de sequência didática para o Ensino de Óptica Geométrica para o Ensino Médio**. Pós-graduação em Ciências e Matemática. IF Goiás. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2172>. Acesso em: 15 de fev. 2025.
- GOULART, P. de. M.; ILÍBIO, M. B.; SELHORST, M. **Aplicação de Uma Sequência Didática de Óptica**: Refração e Reflexão da Luz. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2015.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Volume 4: Óptica e Física Moderna**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HECHT, E. **Óptica**. 5ª ed. São Paulo: Pearson, 2017.
- MELO, M. G. A.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. **Dificuldades enfrentadas por professores de ciências para ensinar física no ensino fundamental**. R. B. E. C. T., v. 8, n. 4, p. 241, 2015.
- MONTAI, Vinicius; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Experimentos de física: Critérios de escolha utilizados pelos professores do Ensino Médio**. In: Simpósio nacional de ensino de física, 16, Rio de Janeiro. Anais. SBF, 2005.
- MOREIRA, A. M. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.
- MOREIRA, A. M. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011a.

MOREIRA, A. M. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**, Porto Alegre, 2011b.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade e Física Quântica**. Volume 4. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

RAMALHO, Nelson Proença; NICOLAU, João E. T.; TOLEDO, Paulo A. G. **Os Fundamentos da Física – Volume 2: Termologia, Ondulatória e Óptica**. 11. ed. São Paulo: Atual, 2005.

RICARDO, Elio C.; FREIRE, Janaína CA. **A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio**: um estudo exploratório. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, p. 251-266, 2007.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. 1. ed. São Paulo: UNIMEP. 2000.

SIMIELLI, M. E. R., GIRARDI, G., BROMBERG, P., MORONE, R., & RAIMUNDO, S. L. **Do plano ao tridimensional**: a maquete como recurso didático. Boletim Paulista De Geografia. 2017 (70), 5–22.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO**Escola:** _____ **Série:** _____**Aluno(a):** _____ **Data:** __ / __ / __

Instruções: Responda às perguntas abaixo com base no que você observa no seu dia a dia. Não se preocupe em dar respostas certas ou erradas neste momento, a intenção é entender como você percebe os fenômenos ao seu redor.

1. Quando você está em um ambiente completamente escuro, sem nenhuma fonte de luz, você consegue enxergar os objetos ao seu redor? Em suas palavras, qual é a verdadeira função da luz para a nossa visão?

2. Ao caminhar sob o sol, você já observou a sua própria sombra projetada no chão. O que o formato da sua sombra indica sobre a forma como a luz se movimenta pelo espaço?

3. Como você imagina que a câmera do seu celular consegue capturar uma paisagem gigantesca, como um prédio ou uma montanha, e fazer com que ela caiba em um espaço tão pequeno?

4. Há um fato curioso na ciência: a luz que entra nos nossos olhos projeta as imagens de cabeça para baixo lá no fundo do globo ocular, e o nosso cérebro as inverte. Como você acha que ocorre essa inversão da imagem antes de chegar ao cérebro?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO**Escola:** _____ **Série:** _____**Aluno(a):** _____ **Data:** __ / __ / __

Instruções: Responda às questões abaixo relacionando os conceitos físicos discutidos em sala de aula com as maquetes que foram construídas e observadas pelas equipes.

1. Durante a apresentação das maquetes, observamos o funcionamento da Câmera Escura de Orifício e do Olho Humano. Explique, com suas palavras, qual é a semelhança física entre o pequeno orifício da câmera escura e a pupila do nosso olho.

2. Na maquete da Câmera Escura, a imagem projetada no papel vegetal aparece de cabeça para baixo (invertida). Sabendo que a luz se propaga em linha reta, explique por que essa inversão da imagem acontece.

3. Imagine um colega que possui Miopia. Fisicamente, o que está acontecendo dentro do globo ocular dele quando a imagem é formada? Qual tipo de lente (convergente ou divergente) devemos colocar nos óculos dele para corrigir esse problema e por quê?

4. A Câmera Fotográfica construída por uma das equipes utilizou uma lente (lupa) em vez de apenas um furo. Qual foi a principal diferença na imagem formada em comparação com a Câmera Escura simples? Como essa lente se assemelha ao cristalino do nosso olho?

5. Com base em tudo o que aprendemos e construímos, se você estivesse em um quarto escuro e acendesse apenas uma lanterna apontada para um espelho, a luz faria uma curva para iluminar a parede atrás da lanterna? Explique utilizando o princípio da propagação retilínea da luz e da reflexão.

APÊNDICE C – CONSTRUÇÃO DAS MAQUETES

ROTEIRO 1: Câmera escura

Objetivo: Compreender o princípio da propagação retilínea da luz e a formação de imagens reais e invertidas.

Materiais Necessários:

- 1 caixa de sapato (ou caixa de papelão similar).
- Tinta guache preta e pincel (ou fita isolante/papel cartão preto).
- Papel vegetal ou papel manteiga (tamanho suficiente para cobrir um dos lados da caixa).
- Fita adesiva e tesoura.
- 1 alfinete ou agulha grossa.

Montagem:

1. Pinte ou forre todo o interior da caixa com a cor preta. Isso evita reflexos internos indesejados que prejudicam a nitidez da imagem.
2. Em uma das faces menores da caixa, recorte um grande quadrado (deixando apenas uma borda de cerca de 2 cm).
3. Cubra esse buraco quadrado esticando bem o papel vegetal e cole com fita adesiva. Esta será a nossa "tela de projeção" (anteparo).
4. Na face oposta ao papel vegetal, faça um furo bem pequeno no centro usando o alfinete ou a agulha.
5. Feche a caixa e vede bem as frestas com fita adesiva para que a luz só entre pelo furo.

Verifique o funcionamento apontando o furo para uma fonte de luz (uma janela clara, a tela de um celular ou uma lâmpada). Observe a imagem projetada no papel vegetal.

ROTEIRO 2: Câmera fotográfica (Foco Ajustável)

Objetivo: Analisar a formação de imagens a partir da refração da luz por meio de uma lente convergente e compreender o ajuste de foco.

Materiais Necessários:

- 2 tubos de papelão (podem ser caixas cilíndricas de batata frita ou tubos de papel toalha), sendo que um deve caber e deslizar dentro do outro.
- 1 lente convergente (pode ser uma lente de lupa escolar barata).
- Tinta preta (para pintar o interior dos tubos).
- Papel vegetal.
- Fita adesiva e estilete.

Montagem:

1. Pinte o interior dos dois tubos de preto.
2. No tubo que ficará por fora (tubo maior), fixe a lente convergente (lupa) em uma das extremidades, vedando as bordas com fita adesiva.
3. No tubo que deslizará por dentro (tubo menor), cubra uma das extremidades com papel vegetal (bem esticado).
4. Insira o tubo menor dentro do tubo maior, de forma que o papel vegetal fique de frente para a lente (por dentro).

Para testar a maquete, aponte a extremidade com a lente para um objeto iluminado. Olhe pela parte aberta do tubo menor e deslize-o para frente e para trás até que a imagem no papel vegetal fique completamente nítida. Este é o princípio do foco (ajuste da distância focal).

ROTEIRO 3: Globo ocular dinâmico

Objetivo: Modelar a anatomia óptica do olho humano, identificando retina, cristalino e pupila, além de simular ametropias (miopia/hipermetropia) e sua correção.

Materiais Necessários:

- 1 bola de isopor grande (oca, de preferência, ou que possa ser cortada ao meio e escavada).
- 1 lente convergente (lupa pequena) que representará o cristalino.

- 1 pedaço de cartolina preta (para fazer a íris/pupila).
- Papel vegetal (retina).
- Lentes sobressalentes de óculos velhos ou lentes divergentes/convergentes avulsas de laboratório/sucata.
- Tinta preta, estilete e fita dupla face.

Montagem:

1. Se a bola de isopor for maciça, corte-a ao meio, escave o interior de ambas as metades e pinte de preto. Se for oca, apenas pinte o interior de preto.
2. Em um dos "polos" da bola, faça um furo circular de cerca de 3 cm de diâmetro. Logo atrás desse furo (por dentro), cole a lente convergente (cristalino).
3. Por fora desse mesmo furo, cole um círculo de cartolina preta com um furo menor no meio. Isso simula a íris e a pupila.
4. No polo exatamente oposto (na parte de trás da bola), faça um corte retangular e cubra com papel vegetal. Essa será a retina.
5. Feche a bola de isopor (una as metades).

Para testar as patologias aponte a "pupila" para uma janela clara. A imagem nítida deve se formar no papel vegetal.

Simulando a Miopia: Afaste ligeiramente a parte de trás da bola (como se o olho fosse alongado). A imagem perderá o foco. Coloque uma lente divergente na frente da pupila e observe a imagem voltar a ficar nítida na retina.

APÊNDICE D – PLANO DA AULA 1

Escola: _____ Professor (a): _____ Disciplina: Física Ano/Etapa de ensino: 2º ano / Ensino Médio Duração: 60 minutos
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias Componente curricular: Física Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos Tema: Óptica Geométrica – Sondagem e Introdução aos Conceitos Fundamentais Objeto do conhecimento: Óptica Geométrica e Princípios da Propagação da Luz
Competências Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais.
Habilidades (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Objetivos Diagnosticar a estrutura cognitiva prévia dos estudantes (subsunçores) acerca dos fenômenos luminosos; Introduzir os princípios da propagação retilínea da luz e a formação básica de imagens; Conectar o fenômeno físico da luz com observações cotidianas (sombras, reflexos e visão).
Conteúdo Programático O que é a luz e como ela se propaga? Princípio da propagação retilínea, independência e reversibilidade dos raios luminosos; Aplicação do questionário de sondagem (Apêndice A).

Metodologia Aula expositiva e discursiva inicial, mediada por um debate socrático com base em situações-problema do cotidiano. Em seguida, aplicação do questionário diagnóstico para levantamento do conhecimento prévio, finalizando com a apresentação formal dos princípios da óptica geométrica.
Recursos Quadro branco, marcador para quadro branco, apagador e questionário diagnóstico impresso.
Avaliação Avaliação diagnóstica, focada na observação contínua durante o debate e na análise qualitativa das respostas fornecidas no questionário. Não haverá atribuição de nota nesta etapa, priorizando o mapeamento cognitivo.
Referências BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. 2018. MOREIRA, A. M. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011.

APÊNDICE E – PLANO DA AULA 2

Escola: _____ Professor (a): _____ Disciplina: Física Ano/Etapa de ensino: 2º ano / Ensino Médio Duração: 60 minutos
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias Componente curricular: Física Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos Tema: Óptica Geométrica Objeto do conhecimento: Refração da Luz, Lentes Esféricas e Anatomia Óptica
Competências Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
Habilidades (EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, utilizando representações e simulações sobre tais fatores.
Objetivos Compreender o fenômeno da refração e o comportamento óptico de lentes convergentes e divergentes; Identificar as características e funções das estruturas do olho humano (córnea, pupila, cristalino e retina); Entender a física por trás das ametropias (miopia e hipermetropia).
Conteúdo Programático Refração luminosa e convergência/divergência de raios; Características de cada órgão que compõe o olho humano; Divisão das equipes e orientações para a oficina de construção
Metodologia Aula expositiva dialogada atuando como etapa de diferenciação progressiva do conteúdo. Utilização de esquemas visuais no quadro para demonstrar a refração. Nos 15 minutos finais, a turma será dividida em equipes (eixos: Câmera Escura, Câmera Fotográfica e Olho Humano) e receberão os roteiros do Apêndice C referentes à sua maquete para providenciarem os materiais.

Recursos
Quadro branco, marcador para quadro branco, apagador e questionário diagnóstico impresso, notebook e projetor (opcional).
Avaliação
Observação formativa do engajamento dos alunos durante a explicação teórica e capacidade de organização interpessoal durante a divisão dos grupos de trabalho.
Referências
BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. 2018. HECHT, E. Óptica. 5ª ed. São Paulo: Pearson, 2017.

APÊNDICE F – PLANO DA AULA 3

Escola: _____ Professor (a): _____ Disciplina: Física Ano/Etapa de ensino: 2º ano / Ensino Médio Duração: 60 minutos
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias Componente curricular: Física Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos Tema: Óptica Geométrica Objeto do conhecimento: Materialização de Conceitos
Competências
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza.
Habilidades
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Objetivos
Executar os procedimentos técnicos para a confecção de materiais didáticos manipuláveis de baixo custo; Associar os materiais construtivos (lupas, orifícios, anteparos) aos conceitos físicos estudados (cristalino, pupila, retina); Desenvolver o trabalho colaborativo e a resolução de problemas práticos.
Conteúdo Programático
Oficina prática simultânea; Montagem da câmera escura, câmera fotográfica e globo ocular dinâmico.
Metodologia
Metodologia ativa: Aprendizagem Baseada em Projetos. O ambiente será transformado em um laboratório criativo. O professor atuará exclusivamente como mediador técnico e cognitivo, circulando entre os grupos para auxiliar nos recortes, colagens e alinhamentos ópticos.

Recursos Caixas de papelão, tubos cilíndricos, bolas de isopor, tintas pretas, pincéis, estiletes, fita adesiva, papel vegetal, cartolina preta e lupas escolares.
Avaliação Avaliação procedimental, observando a habilidade dos alunos em seguir instruções, o empenho na construção do dispositivo e a superação de desafios técnicos ao longo da montagem.
Referências BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. 2018. SIMIELLI, M. E. R. et al. Do plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático. Boletim Paulista De Geografia. 2017.

APÊNDICE G – PLANO DA AULA 4

Escola: _____ Professor (a): _____ Disciplina: Física Ano/Etapa de ensino: 2º ano / Ensino Médio Duração: 60 minutos
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias Componente curricular: Física Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos Tema: Óptica Geométrica Objeto do conhecimento: Ametropias, Correção Visual e Formação de Imagens
Competências
Comunicar descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos, utilizando linguagens científicas e modelos representativos.
Habilidades
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas e símbolos de modo a participar de debates científicos.
Objetivos
Socializar o funcionamento de cada maquete com a turma, promovendo a reconciliação integrativa; Simular a miopia e hipermetropia na prática, alterando a profundidade do modelo de Globo Ocular Dinâmico; Testar a eficácia de lentes divergentes e convergentes reais na correção da imagem projetada no anteparo da maquete
Conteúdo Programático
Seminário de apresentação das maquetes; O papel físico da pupila e do cristalino; Demonstração prática do alongamento do globo ocular (miopia) e sua correção com lentes adequadas.
Metodologia
Aula discursiva e experimental. Cada grupo terá um momento para explicar o funcionamento de sua respectiva maquete. Na segunda metade da aula, o professor utilizará o Globo Ocular Dinâmico da equipe correspondente para simular o alongamento ocular (afastando a retina artificial para borrar a imagem) e solicitará aos alunos que testem lentes corretivas (óculos) à frente do modelo para restaurar o foco.

Recursos
Maquetes construídas na aula anterior, fontes de luz diretas (janela ou lanternas), lentes corretivas (óculos cedidos pelos alunos ou lentes avulsas).
Avaliação
Avaliação contínua com ênfase na clareza da comunicação durante as apresentações orais. Será avaliada a capacidade dos alunos de utilizarem a linguagem científica correta (raios incidentes, refração, ponto focal, imagem invertida) para descrever o fenômeno observado no experimento.
Referências
BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. 2018. MOREIRA, A. M. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011.

APÊNDICE H – PLANO DA AULA 5

Escola: _____ Professor (a): _____ Disciplina: Física Ano/Etapa de ensino: 2º ano / Ensino Médio Duração: 60 minutos
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias Componente curricular: Física Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos Tema: Óptica Geométrica Objeto do conhecimento: Avaliação Formativa e Síntese
Competências Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais.
Habilidades (EM13CNT302) Elaborar e/ou interpretar textos, gráficos, tabelas e equações, por meio de diferentes linguagens para consolidar resultados de análises e experimentos.
Objetivos Consolidar os conceitos estudados através de uma síntese colaborativa; Avaliar o nível de retenção de conhecimento e averiguar evidências da transição da aprendizagem mecânica para a significativa; Estimular o aluno a extrapolar os conceitos para novas situações práticas.
Conteúdo Programático Revisão interativa dos fenômenos observados; Resolução e argumentação científica; Aplicação de questionário avaliativo (Apêndice B).
Metodologia A aula iniciará com uma roda de conversa guiada pelo professor, relacionando as discussões teóricas das Aulas 1 e 2 com os resultados práticos da Aula 4. Após essa síntese, será aplicado o Questionário Avaliativo com questões discursivas projetadas para exigir correlações causais, e não apenas memorização.

Recursos
Quadro branco, marcador, apagador e Questionário Avaliativo impresso (Apêndice B).
Avaliação
Avaliação somativa e formativa, baseada na correção analítica do questionário. O foco será verificar se o estudante conseguiu aplicar a teoria da propagação retilínea e da refração para justificar o funcionamento das maquetes e a correção das ametropias com suas próprias palavras.
Referências
AUSUBEL, David Paul. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. 2018.