

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA: ENGAJANDO ALUNOS POR MEIO DE METODOLOGIAS ATIVAS

Didactic Strategies for Teaching Geometric Optics: Engaging Students Through Active Learning Methodologies

Priscilla Paci Araujo^{1,2} [priscillapaci@ufscar.br]

Ráize Araujo Cruz² [raizesaraujo@gmail.com]

¹ Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, UFSCar Campus Araras.
Rodovia Anhanguera - SP 330, km 174 – CEP 13600-970, Araras, SP, Brasil

² Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 40 UNIR Campus José Ribeiro Filho
Br 364, km 9,5 saída p/ Acre - CEP 76801-059, Porto Velho, RO, Brasil.

Recebido em: 29/03/2026

Aceito em: 04/09/2026

Resumo

O presente trabalho apresenta a construção e aplicação de um material didático voltado ao ensino de Óptica Geométrica, utilizando as Metodologias Ativas: Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas, Aprendizagem por Pares e a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com complementações de Moreira. A proposta foi aplicada em uma turma do 2º ano do Ensino Médio da EEEFM Getúlio Vargas Cívico-Militar, em Porto Velho – RO, e estruturada em etapas: diagnóstico dos conhecimentos prévios, aulas teóricas intercaladas com práticas experimentais e atividades interativas. Os estudantes construíram mapas conceituais, participaram de quizzes na plataforma Socrative e socializaram os resultados dos experimentos. Os dados indicaram melhora no desempenho acadêmico e maior engajamento, evidenciando a eficácia das metodologias utilizadas na promoção de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Metodologias ativas; Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas; Aprendizagem por Pares; Aprendizagem Significativa.

Abstract

This study presents the development and application of a didactic material aimed at teaching Geometric Optics, using Active Learning Methodologies: Problem-Based Learning, Peer Instruction, and Ausubel's Theory of Meaningful Learning, complemented by Moreira's contributions. The proposal was implemented in a 2nd-year high school class at EEEFM Getúlio Vargas Cívico-Militar, in Porto Velho, Rondônia, Brazil, and was structured in stages: diagnosis of prior knowledge, theoretical classes interspersed with experimental practices, and interactive activities. Students built concept maps, participated in quizzes on the Socrative platform, and shared the results of the experiments. The data indicated an improvement in academic performance and greater student engagement, demonstrating the effectiveness of the methodologies used in promoting meaningful learning.

Keywords: Active learning methodologies; Problem-Based Learning; Peer Instruction; Meaningful Learning.

Introdução

A ciência tem como fundamento desempenhar um papel importante no desenvolvimento de todos os setores da sociedade. Ela proporciona aos indivíduos criar uma consciência crítica diante das descobertas e compreender os fenômenos naturais que ocorrem no cotidiano. A Física é uma área da ciência em evolução e as demais disciplinas necessitam do seu desenvolvimento, visto que dependem dos seus conceitos e técnicas.

Essa disciplina é comumente “denotada” como algo difícil de lecionar, por exigir interpretação, raciocínio lógico e matemática. Dentre as áreas de estudo, importantes no desenvolvimento humano, podemos destacar: Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo, Óptica, Física Nuclear e Astronomia.

Esse trabalho está direcionado ao ramo chamado Óptica Geométrica (Courrol e Preto, 2011), o qual estuda os fenômenos relacionados aos raios de luz, sem se importar com a natureza da luz. **Os conteúdos abordados são: sombra e penumbra, reflexão e refração da luz, imagens formadas por dois espelhos planos, espelhos esféricos (côncavo e convexo), estudo das lentes (divergente e convergente), miopia e hipermetropia.** Tais fenômenos abordados são os que se vê diariamente em nosso dia a dia e devem ser compartilhados, observados e discutidos dentro do âmbito escolar.

Desenvolver os conteúdos de Óptica Geométrica, de modo que se tenha uma aprendizagem significativa não é uma tarefa fácil, por se caracterizar como um grande desafio, tanto para os professores como para os alunos. Sendo assim, empregar diferentes estratégias de ensino favorecem o processo cognitivo dos discentes.

Segundo Moreira (1999), para Ausubel, existem diferentes tipos de estratégias que facilitam a aprendizagem dos alunos, as quais devem ter três condições fundamentais. A **primeira condição**: o material proposto deve ser potencialmente significativo, ou seja, o conteúdo deve ser explanado de maneira ordenada, estruturada, contextualizada, ilustrada, coesa e com linguagem clara e objetiva, para facilitar o processo de aprendizagem. A **segunda condição**, diz respeito ao ponto de vista psicológico, devemos levar em consideração os conhecimentos pré-existentes dos alunos em sala de aula. Já na **terceira**, os discentes devem ter predisposição para aprender, porque não adianta o material ser excelente se o aluno não mostrar interesse em aprender.

Indo em direção dos conceitos citados acima, **este trabalho apresenta uma proposta de Sequência Didática Experimental**, para colaborar e facilitar o desenvolvimento do conteúdo em sala de aula, assim, enriquecendo o ensino e tornando-o mais atrativo, o que corrobora com Teófilo (2021).

Em meio a um ambiente educacional cada vez mais desafiador, o professor necessita aprimorar suas estratégias de ensino/aprendizagem, na expectativa de que suas aulas sejam mais bem aproveitadas. A aula expositiva é de grande valia, mas não é suficiente para esclarecer determinados conteúdos de Física, desta forma, a prática experimental, desde que bem elaborada, torna-se um método eficiente para a aprendizagem dos estudantes (TEÓFILO, 2021. p.15).

A sequência didática apresentada neste trabalho tem como objetivo, a construção dos conhecimentos de Óptica Geométrica por meio das metodologias ativas, tais como a Aprendizagem por problema e a Aprendizagem entre pares, buscando proporcionar um ambiente profícuo à

Aprendizagem Significativa. Para isso, os materiais propostos para execução experimental são de fácil acesso, e sua grande maioria, compõem o kit do laboratório móvel. Vale ressaltar que as Escolas Estaduais de Porto Velho - RO, receberam o laboratório móvel. Esta sequência didática pode ser trabalhado no Ensino Fundamental (9º ano) e no Ensino Médio.

Para a avaliação da aprendizagem, traz consigo o questionário de conhecimento prévio, lista de exercício contido em cada experimento, passos para construção da gincana entre grupos, passos para construção da gincana via Quiz na plataforma Socrative e mapa conceitual. Tendo como primordial os objetivos a serem alcançados.

Referencial Teórico

Teoria da Aprendizagem Significativa

Segundo Moreira (1999), Ausubel descreve que a Teoria da Aprendizagem Significativa se distingue em três tipos: a cognitiva (aprendizagem significativa), a efetiva e a psicomotora. Enfatiza principalmente, a aprendizagem cognitiva, abordada por esse trabalho.

A abordagem de Ausubel destaca a importância de levar em consideração o conhecimento prévio do aluno e de facilitar a assimilação de novas informações por meio de conexões significativas. Momento em que os professores podem criar ambientes de aprendizagem para promover uma compreensão profunda e duradoura do conteúdo, proporcionando uma base sólida para a construção de conhecimento futuro.

Para Moreira (1999), Ausubel afirma que há condições para que a aprendizagem se torne significativa, as quais:

Uma condição: para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser lecionado e aprendido deve ser significativo aos aprendizes, de maneira não-arbitrária e não literal, de modo que ele seja ordenado, estruturado, contextualizado, ilustrado, coeso e com linguagem clara e objetiva. O material deve ser compatível com a estrutura cognitiva do aprendiz, para que ele consiga assimilar os subsunçores adequados.

Outra condição: que o aprendiz manifeste disposição e o desejo de aprender, independentemente da potencialidade significativa do material; se o aluno não mostrar interesse de se instruir, a aprendizagem será simplesmente memorizada e arbitrária, ou seja, literalmente mecânica e não significativa. De maneira recíproca, independentemente de quão disposto o discente estiver para aprender, se o material não for potencialmente significativo, os processos de ensino-aprendizagem não terão significado.

Ao criar um ambiente de aprendizagem que incorpora essas condições, os educadores podem promover a aprendizagem significativa, ajudando os alunos a adquirirem conhecimentos mais profundos e duradouros.

Portanto, um dos meios indicados para obtermos uma aprendizagem significativa é utilizando as metodologias ativas em sala de aula. Neste trabalho, utilizamos a Aprendizagem baseada em resolução de problema e a Aprendizagem entre pares.

Na apresentação do problema, buscou-se criar um ambiente favorável à concentração e ao engajamento dos estudantes, por meio de estratégias organizacionais, como a disposição em círculos ou a formação de pequenos grupos, de modo a estimular a interação e o debate durante as atividades.

A etapa de pesquisa do tópico consistiu na investigação, por parte dos estudantes, acerca dos conceitos importantes para cada conteúdo estudado nas atividades experimentais. Esse momento foi fundamental para a construção do conhecimento, uma vez que a pesquisa pode suscitar novas questões e dúvidas, incentivando a busca ativa por respostas e o aprofundamento conceitual.

A formação em grupos constituiu um elemento central da metodologia, uma vez que favoreceu a colaboração e a troca de conhecimentos entre os estudantes. Contudo, a eficácia dessa estratégia depende de um planejamento adequado por parte do docente, que deve orientar as atividades, definir expectativas claras e oferecer suporte contínuo, a fim de evitar problemas relacionados à dinâmica de grupo, à distribuição desigual de tarefas e à falta de engajamento.

Na etapa de montagem e teste, o professor apresentou os materiais experimentais e descreveu os procedimentos necessários para a realização da atividade prática. Cada grupo foi orientado a montar o seu experimento como pode ser visto na **Figura 2**.

A discussão das soluções ocorreu a partir da apresentação, pelos grupos, das respostas elaboradas para a pergunta norteadora, bem como dos resultados observados durante a experimentação. Esse momento de socialização promoveu a troca de experiências e ampliou a compreensão dos fenômenos ópticos, ao permitir a comparação de diferentes abordagens para a resolução do problema.

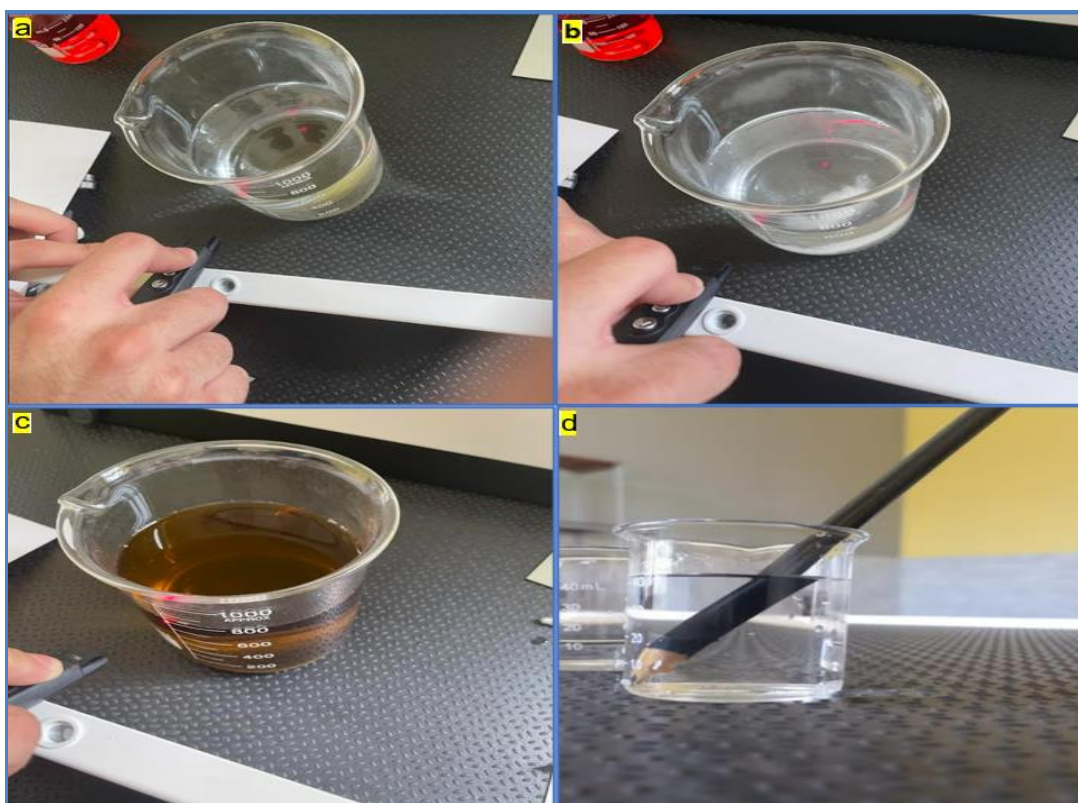


Figura 2: Refração da luz na água: (a) doce; (b) salgada; (c) com corante; (d) lápis submerso.

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foram realizados os ajustes, por meio de uma discussão reflexiva conduzida pelo docente, destacando a relevância do problema estudado e sua relação com situações do cotidiano. Essa etapa visou consolidar os conhecimentos adquiridos e identificar possíveis pontos de melhoria no processo de aprendizagem.

Por fim, a avaliação consistiu no acompanhamento do progresso dos estudantes, verificando se os objetivos propostos foram alcançados. A análise dos resultados obtidos subsidiou ajustes futuros na metodologia, contribuindo para o aprimoramento das práticas pedagógicas.

Aprendizagem entre pares

A Aprendizagem entre Pares, também conhecida como Peer Instruction (PI), consiste em uma metodologia ativa que promove a reorganização da relação entre professor e estudante, deslocando o foco do ensino transmissivo para um processo de aprendizagem colaborativa fundamentado no debate, na argumentação, na reflexão conjunta promovendo o aprendizado colaborativo (Mazur, 1997). Nessa abordagem, os estudantes constroem o conhecimento por meio da interação entre pares, enquanto o docente atua como mediador do processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com o blog Saraiva Educação (2021), a Aprendizagem entre Pares constitui uma ferramenta metodológica que estimula a troca de conhecimentos entre colegas de uma mesma turma, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes. Ressalta-se que as etapas aqui descritas foram adaptadas especificamente a esse conteúdo.

Inicialmente, definiu-se o ambiente e os objetivos de aprendizagem, priorizando a criação de um espaço colaborativo e participativo que favorecesse a compreensão dos conceitos de óptica geométrica.

Na etapa de seleção de pares ou grupos, a turma foi organizada em duplas ou pequenos grupos, podendo-se adotar critérios aleatórios ou considerar as habilidades individuais dos estudantes, com o intuito de promover maior equilíbrio e interação entre os participantes. Neste trabalho foi levado em consideração as habilidades individuais dos estudantes na hora de organizar as duplas ou pequenos grupos.

As atividades incentivadoras foram planejadas de modo a estimular a resolução colaborativa de problemas, por meio de questões norteadoras associadas à realização de experimentos. Nos Experimentos, apresentados no produto educacional deste trabalho, foram descritas sugestões de perguntas norteadoras, bem como os procedimentos para a construção experimental.

As instruções da atividade foram explicitadas de forma clara e objetiva pelo docente, assegurando que os estudantes compreendessem as etapas a serem realizadas, a participação e as estratégias de colaboração foram necessárias para o alcance dos objetivos propostos.

Durante a fase de colaboração, os estudantes foram incentivados a discutir conceitos, compartilhar interpretações, explicar ideias entre si e trabalhar de forma cooperativa. Essa interação contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico e para uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos estudados.

O monitoramento foi realizado pelo docente ao longo da atividade, por meio da circulação pela sala de aula, com o objetivo de acompanhar o trabalho dos grupos, esclarecendo dúvidas, orientando discussões e promovendo intervenções pontuais quando necessário, reforçando o papel mediador do professor.

Na etapa de apresentação (**Figura 3**), os pares ou grupos socializaram suas soluções, descobertas e conclusões com a turma, o que favoreceu a comunicação científica e possibilitou que os demais estudantes aprendessem a partir das experiências e interpretações dos colegas.

Perguntas	
1. Diante das duas primeiras experiências, o que se observou na trajetória de propagação da luz? 2. Na terceira experiência, por qual motivo não foi possível visualizar a propagação da luz no líquido? 3. Na última experiência, o lápis parcialmente submerso aparenta estar quebrado. Qual a lei explica esse fenômeno? 4. Na cultura indígena, os índios mais velhos ensinam aos mais jovens sobre as estratégias para pescar um peixe com uso da flecha. O índio ao observar o peixe submerso na água, você indicaria lançar a flecha na direção do peixe, mais para cima ou mais para baixo? Por quê?	
Respostas dos grupos	
Grupo A	Grupo A 1- Observou-se que na água com sal a luz refratou mais do que na água doce, porque a água com sal é mais densa do que a água doce. 2- Porque a água ficou muito densa dificultando a trajetória da luz. 3- O segundo lei de Snell. 4- O índio deve flechar mais abaixo do peixe, porque quando a luz se propaga pela água sofre a refração.

Figura 3: Perguntas e respostas da avaliação do Experimento 3.

Fonte: Autoria própria.

A avaliação formativa foi empregada de forma contínua, visando acompanhar o progresso dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem e foi chamada de Dinâmica de Grupos. Essa avaliação incluiu questionários rápidos, questões dissertativas e dinâmicas de perguntas e respostas entre os grupos (**Figura 4**). Tal estratégia permitiu ao docente verificar o nível de compreensão dos estudantes e realizar intervenções pedagógicas quando foi necessário.

Conteúdos: reflexão da luz e refração da luz	
Grupo D	GRUPO D ① A REFLEXÃO DA LUZ OCORRE APENAS EM SUFECÍES PERFEITAMENTE LISAS E POLIDAS? FALSO ✓ ② O ÍNDICE DE REFRAÇÃO DA LUZ EM UM MEIO ÓPTICO É SEMPRE MAIOR DO QUE O ÍNDICE DE REFRAÇÃO DO MEIO EM QUE A LUZ SE PROPAGA INICIALMENTE? FALSO

Figura 4: Questões elaboradas pelos grupos para a Dinâmica de Grupos.

Fonte: Autoria própria.

Por fim, destacamos que, no contexto da aplicação de metodologias ativas em sala de aula, foi utilizado o aplicativo Socrative e mapas conceituais foram realizados pelos grupos, com o intuito de potencializar a organização do conhecimento e favorecer a aprendizagem significativa.

Socrative

Segundo Anastácio e Voelzke (2023) as tecnologias digitais são ferramentas que podem ser utilizadas para com o intuito de propiciar o engajamento no processo de aprendizagem. Este produto educacional utilizou o aplicativo Socrative como recurso tecnológico de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Tratou-se de uma ferramenta digital interativa aplicada em sala de aula, possibilitando a criação de atividades em formato de jogo, com o objetivo de aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes por meio de dinâmicas baseadas na competição saudável. A utilização do aplicativo foi realizada em grupos, favorecendo a colaboração e a interação entre os participantes.

A adoção do Socrative permitiu a elaboração de diferentes estratégias didáticas que associaram o caráter lúdico à aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento crítico, da atenção e da participação ativa dos estudantes. Dessa forma, o uso de tecnologias digitais configurou-se como um recurso pedagógico relevante para potencializar o interesse dos alunos e favorecer a construção do conhecimento.

Mapa conceitual

Segundo Moreira (1999), os mapas conceituais foram propostos por Novak (1998) são considerados como uma estruturação hierárquica dos conceitos na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, permitindo que no decorrer das aulas os professores avaliem o processo de evolução de ensino e da aprendizagem dos estudantes. No contexto escolar, essa ferramenta pode trazer uma série de benefícios aos alunos. Pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, favorecendo a organização do conhecimento, facilitação da aprendizagem, estímulo à criatividade, fixação de informações, desenvolvimento de habilidades cognitivas, adaptação a diferentes estilos de aprendizagem e entre outras.

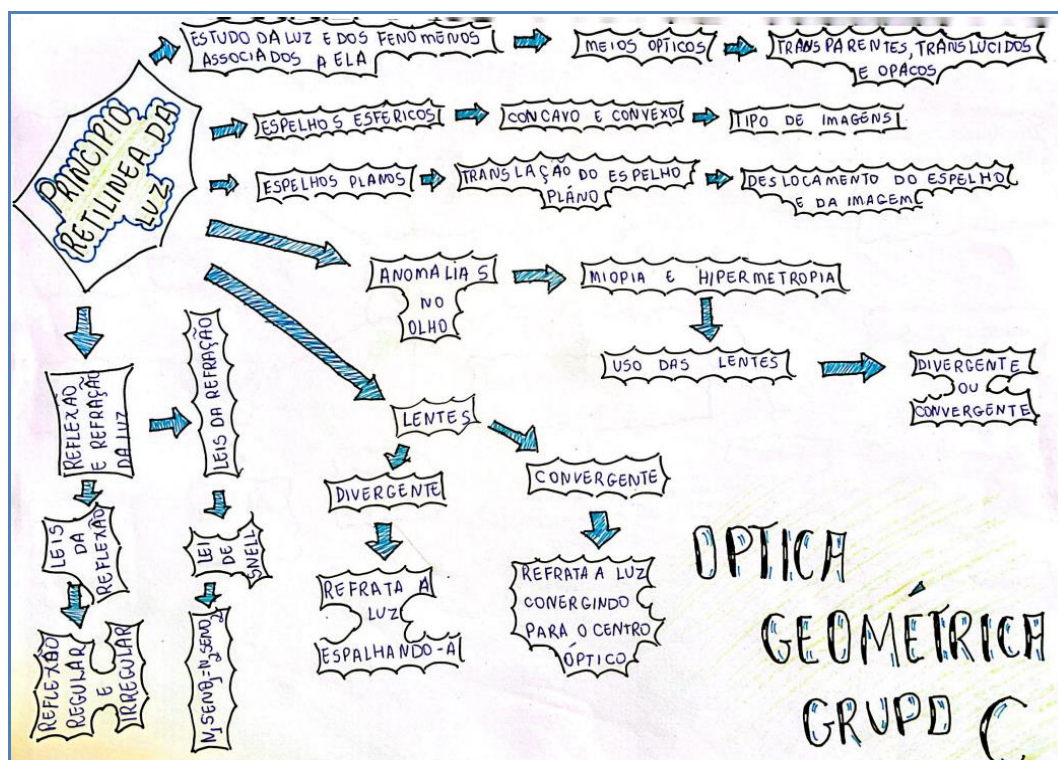


Figura 5: Mapa Conceitual elaborado por um dos grupos de estudantes.

Fonte: Autoria própria.

Neste trabalho, ao término da abordagem dos conteúdos, os alunos elaboraram mapas conceituais em grupos (Figura 5), como estratégia de sistematização e consolidação do conhecimento adquirido. A construção coletiva dos mapas conceituais possibilitou a organização hierárquica dos conceitos, a identificação das relações entre eles e a promoção da aprendizagem significativa, além de estimular a colaboração e a reflexão crítica entre os estudantes.

Resultados e discussões

Aplicação do Pré-Teste e Pós-Teste

Diversas ferramentas foram empregadas neste trabalho com o objetivo de verificar a compreensão dos alunos em relação aos conceitos abordados. Conforme apresentado anteriormente, ao longo da sequência didática, os estudantes responderam a questões discursivas durante a realização das atividades experimentais. Em um momento posterior, organizados em grupos, elaboraram questões sobre os conteúdos estudados, as quais foram utilizadas em uma dinâmica de perguntas e respostas entre os grupos, denominada Dinâmica de Grupos. Ao final da aplicação do produto educacional, os alunos, também em grupos, construíram mapas conceituais contemplando todos os conteúdos abordados e, posteriormente, responderam ao pós-teste.

Na tabela 1 temos o resultado de um teste com vinte questões com resposta de múltipla escolha que os alunos responderam na primeira e na aula de encerramento, com o intuito de verificar o ganho de aprendizagem. O quantitativo de alunos que responderam ao questionário pós-teste foram os mesmos 24 alunos da etapa inicial.

Tabela 1 – Comparativo de acertos em porcentagem.

Conteúdo abordado nas perguntas objetivas	Pré-teste Acertos	Pós-teste Acertos
1. Fontes primárias e secundárias.	33,4%	100%
2. Fontes primárias e secundárias.	75%	100%
3. Meios opacos, translúcidos e transparentes.	16,6%	100%
4. Eclipse solar.	25%	100%
5. Eclipse lunar.	37,5%	100%
6. Reflexão da luz.	50%	100%
7. Refração da luz.	70,8%	100%
8. Propagação da luz.	58,4%	100%
9. Superfícies irregulares.	20,8%	100%
10. Espelhos planos.	16,6%	100%
11. Formação de imagens.	4,2%	100%
12. Formação de imagem em espelho côncavo.	4,2%	100%
13. Formação de imagem em espelho convexo.	8,4%	100%
14. Lentes.	4,2%	95,8
15. Lentes.	8,4%	100%
16. Doenças oculares.	16,6%	100%
17. Doenças oculares.	8,4%	100%
18. Propagação da luz.	4,2%	100%
19. Velocidade da luz.	12,5%	95,8
20. Óptica geométrica.	20,8%	95,8

Fonte: Autoria própria.

De forma geral, o índice de acertos apresentou um aumento do Pós-Teste em relação ao Pré Teste. Evidenciando que a aplicação o produto educacional teve um efeito positivo na construção dos conceitos de Óptica Geométrica.

Os materiais utilizados neste trabalho podem ser encontrados na íntegra no seguinte endereço:
<https://drive.google.com/drive/u/2/my-drive>

Considerações Finais

Esta pesquisa teve como objetivo elaborar, aplicar e avaliar a eficácia de uma sequência didática fundamentada em Metodologias Ativas de ensino — especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem entre Pares —, articuladas à Teoria da Aprendizagem Significativa. Os resultados obtidos indicam que a utilização dessas estratégias favorece a construção do conhecimento cognitivo, ao possibilitar novas formas de compreensão dos conceitos físicos e ao

promover a articulação entre os conteúdos estudados e os fenômenos observados no cotidiano dos estudantes.

A aplicação de diferentes estratégias de ensino no estudo da Óptica Geométrica, abrangendo conteúdos como sombra e penumbra, reflexão e refração da luz, translação de espelhos planos, formação de imagens por espelhos planos e esféricos, lentes esféricas, miopia e hipermetropia, proporcionou aos alunos um processo de aprendizagem contínuo, pautado na integração entre teoria e prática. Essa abordagem contribuiu para uma compreensão mais contextualizada dos fenômenos ópticos presentes no dia a dia, tornando o aprendizado mais significativo.

Observou-se que a adoção de metodologias diversificadas contribui para a superação da visão de que a Física é um conteúdo distante da realidade dos alunos. Ao romper essa barreira, o processo de ensino e aprendizagem torna-se mais relevante, permitindo que os estudantes estabeleçam conexões entre os conceitos científicos e suas vivências, aspecto central da Aprendizagem Significativa.

A análise dos dados obtidos por meio dos instrumentos de pré-teste e pós-teste evidenciou um avanço no desempenho cognitivo dos alunos, indicando um crescimento no entendimento dos conceitos trabalhados. Esses resultados reforçam que a combinação de diferentes métodos de ensino pode gerar impactos positivos no processo educativo, promovendo maior motivação, engajamento e compreensão conceitual. Dessa forma, conclui-se que os objetivos propostos nesta pesquisa foram alcançados, evidenciando o potencial das Metodologias Ativas como estratégias eficazes no ensino de Óptica Geométrica.

Referências

- ANASTÁCIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R. (2019)** O uso do aplicativo Socrative como ferramenta de engajamento no processo de aprendizagem: uma aplicação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ensino de Física. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 3, e51932335. DOI: 10.33448/rsd-v9i3.2335.
- COURROL, L. C.; PRETO, A. O. (2011)** Óptica geométrica. São Paulo: Editora Unifesp. 168 p.
- SARAIVA EDUCAÇÃO. (2021)** Aprendizagem baseada em problemas: entenda como funciona essa metodologia. São Paulo. Disponível em: <https://blog.saraivaeducacao.com.br/aprendizagem-baseada-em-problemas/>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- MAZUR, E. (1997)** Peer Instruction: A User's Manual. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.
- MOREIRA, M. A. (1999)** Teorias de Aprendizagem, São Paulo: EPU.
- NOVAK, J. D. (1998)** Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- TEÓFILO, F. T. (2021)** Ensino-aprendizagem de óptica geométrica por meio de uma sequência didática com perspectivas vygotskianas. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho.