



ESTRATÉGIAS PRÁTICAS PARA O ENSINO DE ESPELHOS PLANOS NO ENSINO MÉDIO: INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA COM EXPERIMENTOS E CONSTRUÇÃO DE PERISCÓPIOS NO ÂMBITO DA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE NO PIBID

SILVA, Kelem Erika Oliveira da ¹
PADILHA, Igor Tavares ²
CORDEIRO, Rafael Cardoso ³

RESUMO: Este estudo investiga estratégias práticas para o ensino de espelhos planos no Ensino Médio, por meio de experimentos e da construção de periscópios como recursos pedagógicos, no contexto da formação inicial docente no PIBID. A pesquisa fundamenta-se na Base Nacional Comum Curricular, nas teorias de Ausubel, Novak e Vygotsky, e organiza-se a partir dos Três Momentos Pedagógicos. Participaram da pesquisa duas turmas do 3º ano, sendo uma submetida a uma intervenção didática composta por atividades experimentais, uso de recursos tecnológicos e materiais acessíveis, enquanto a outra permaneceu com o ensino expositivo. A análise dos dados, baseada no ganho normalizado de Hake, permitiu observar um avanço significativo na aprendizagem da turma participante ($g = 0,49$), em comparação ao grupo sem intervenção ($g = 0,08$). Os resultados indicam que práticas pedagógicas fundamentadas teoricamente e mediadas de forma ativa contribuem para a aprendizagem de conceitos de óptica geométrica, favorecem a renovação do ensino de Física no Ensino Médio e se configuram como experiência formativa relevante no âmbito da formação inicial docente.

PALAVRAS-CHAVE: óptica geométrica; aprendizagem significativa; formação inicial docente; ganho normalizado.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Ensino Médio é, frequentemente, conduzido por metodologias expositivas e abstratas, distantes da realidade dos estudantes, o que dificulta a compreensão conceitual e reduz a motivação para aprender. Estudos na área de Ensino de Física indicam que abordagens expositivas e formalistas tendem a restringir a compreensão conceitual ao dissociar conteúdos de contextos observáveis e processos investigativos, comprometendo a construção de sentido pelos estudantes

¹ Graduanda em Licenciatura em Física, Bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Manaus, keleemsilva@gmail.com

² Doutor em Física, Professor de Física e Orientador do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Manaus, igorfis@ufam.edu.br

³ Mestre em Física, Professor da Escola Estadual Alice Salerno Gomes de Lima, Supervisor do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), Secretaria de Estado de Educação do Amazonas (SEDUC), Manaus-AM, rafaelfisica22@gmail.com



(BRITO; CARVALHO, 2019; GONÇALVES; RODRIGUES, 2022; SOUSA; ROCHA, 2018). O estudo dos espelhos planos, componente essencial do currículo de Física, exige a compreensão de fenômenos ópticos, a interpretação de representações geométricas e a integração de conceitos matemáticos, aspectos que demandam práticas pedagógicas contextualizadas. De acordo com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) e da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), torna-se fundamental adotar estratégias didáticas que incentivem o protagonismo discente e a construção significativa do conhecimento.

No contexto da formação inicial de professores de Física, especialmente no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), a escola constitui-se como espaço privilegiado para a inter-relação entre teoria e prática pedagógica. Assim, o presente estudo tem como objetivo investigar a contribuição de estratégias práticas para o ensino de espelhos planos no Ensino Médio, desenvolvidas por meio de atividades experimentais, da construção de periscópios e do uso de recursos tecnológicos educacionais, para a aprendizagem significativa dos estudantes.

A pesquisa fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), nas contribuições de Novak e Cañas (2010) acerca do uso de mapas conceituais e na perspectiva sociointeracionista de Vygotsky (1991), enfatizando o papel da mediação pedagógica no processo de ensino e aprendizagem. À luz desses referenciais, a investigação buscou analisar a evolução conceitual dos estudantes no ensino de espelhos planos, por meio da aplicação de uma intervenção didática e da mensuração do desempenho antes e após sua implementação

2 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com delineamento quase-experimental, desenvolvido em cinco etapas: (1) levantamento bibliográfico; (2) elaboração das atividades e da sequência didática; (3) aplicação em sala de aula; (4) coleta de dados; e (5) análise dos resultados. A intervenção foi realizada em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Manaus, ao longo de cinco aulas de 45 minutos. A turma experimental participou de atividades fundamentadas nos Três Momentos Pedagógicos, incluindo experimento investigativo com espelhos planos, construção de periscópios, elaboração de mapas



conceituais no software CmapTools e aplicação de quiz por meio da plataforma Kahoot, enquanto a turma de comparação recebeu aulas expositivas. A coleta de dados foi realizada por meio de pré e pós-testes, compostos por questões objetivas e subjetivas. A análise dos resultados foi conduzida por meio do cálculo do ganho normalizado de Hake, possibilitando comparar o desempenho das turmas e avaliar a eficácia das estratégias práticas implementadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contexto de implementação da intervenção pedagógica

Participaram do estudo duas turmas do 3º ano do Ensino Médio (N = 27 em cada), sendo uma submetida à intervenção pedagógica fundamentada em atividades experimentais e uso de recursos tecnológicos, e a outra mantida sob abordagem expositiva tradicional, configurando-se como grupo de comparação. A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de pré e pós-testes, compostos por questões objetivas e subjetivas, com o objetivo de analisar a evolução conceitual dos estudantes acerca do conteúdo de espelhos planos.

A intervenção pedagógica teve como eixo central a construção de periscópios com materiais acessíveis, possibilitando a exploração investigativa dos conceitos de reflexão da luz, formação de imagens e representação geométrica em espelhos planos. Essa atividade favoreceu a articulação entre teoria e prática, o trabalho colaborativo e a mediação pedagógica, elementos fundamentais tanto para a aprendizagem dos estudantes quanto para a formação inicial de professores de Física. A Figura 01 ilustra os periscópios construídos pelos estudantes durante as atividades em sala de aula, evidenciando o caráter experimental e investigativo da proposta.

Figura 01. (a) Construção dos periscópios durante a atividade experimental. (b) Periscópios finalizados ao término da intervenção.





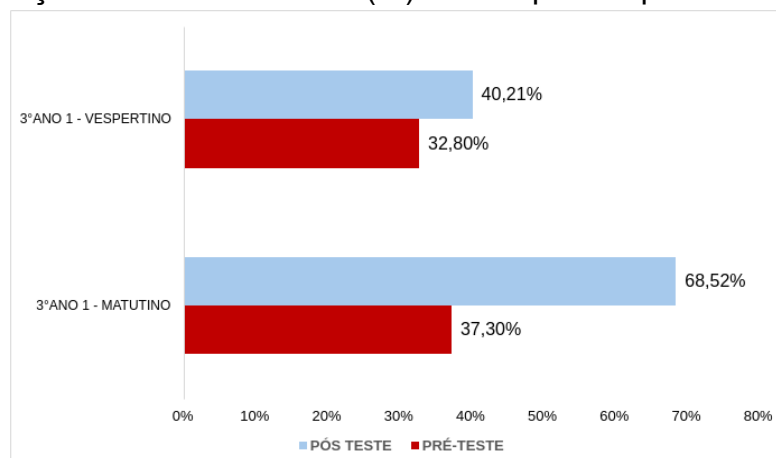
Fonte: Acervo da pesquisa, 2025.

3.2 Desempenho nos testes diagnóstico (pré-teste) e final (pós-teste)

O desempenho dos estudantes foi avaliado por meio de um instrumento avaliativo composto por 14 questões, aplicado em dois momentos: antes da intervenção pedagógica (pré-teste) e após sua conclusão (pós-teste). O instrumento contemplou 10 questões objetivas e 4 questões subjetivas. As questões discursivas foram corrigidas com base em critérios previamente definidos, considerando a coerência das respostas e a adequação conceitual, sendo classificadas como corretas ou incorretas. Esse procedimento permitiu a conversão de todas as respostas em valores dicotômicos (acerto/erro), viabilizando a integração das questões em uma análise quantitativa unificada.

A análise dos percentuais médios de acertos evidencia diferenças expressivas no desempenho das duas turmas investigadas. A Turma A (3º ano, turno matutino) apresentou evolução de 37,30% no pré-teste para 68,52% no pós-teste, correspondendo a um aumento de 31,22 pontos percentuais. Em contraste, a Turma B (3º ano, turno vespertino) registrou crescimento mais discreto, passando de 32,80% para 40,21%, com variação de 7,41 pontos percentuais. Essa diferença pode ser visualizada no Gráfico 01, que apresenta a variação na taxa média de acertos entre o pré e o pós-teste para ambas as turmas, sintetizando comparativamente a evolução do desempenho ao longo do processo avaliativo.

Gráfico 01: Variação na taxa de acertos (%) entre o pré e o pós-teste.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.



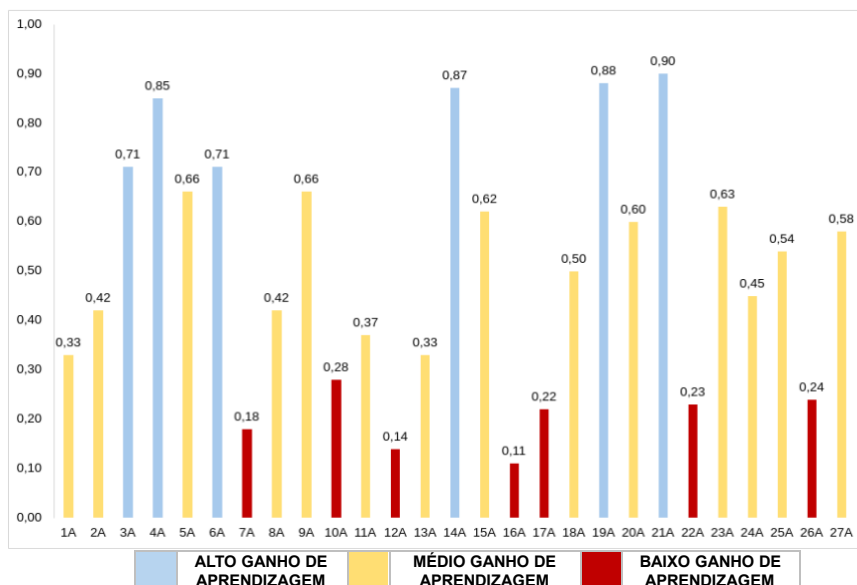
Esses resultados indicam maior progressão no desempenho da turma submetida à intervenção pedagógica.

3.3 Ganho normalizado de Hake (g)

Para avaliar quantitativamente a efetividade da intervenção pedagógica, foi utilizado o ganho normalizado de Hake (g), indicador amplamente empregado em pesquisas na área de Ensino de Física para mensurar a aprendizagem conceitual decorrente de intervenções didáticas (HAKE, 1998). Esse índice permite comparar o desempenho dos estudantes considerando o nível de conhecimento inicial e o ganho máximo possível. O cálculo do ganho foi realizado individualmente para cada estudante, procedimento que permite uma análise mais precisa das variações no processo de aprendizagem. A partir desses valores individuais, determinou-se o ganho médio das turmas, possibilitando a comparação geral entre o grupo submetido à intervenção pedagógica e o grupo que permaneceu sob ensino expositivo tradicional.

Os ganhos individuais foram classificados segundo as faixas propostas por Hake, a saber: baixo ganho ($g < 0,30$), médio ganho ($0,30 \leq g < 0,70$) e alto ganho ($g \geq 0,70$). A distribuição dos resultados por faixa pode ser observada nos Gráficos 02 e 03, que apresentam, respectivamente, os dados da Turma A (3º ano, turno matutino) e da Turma B (3º ano, turno vespertino).

Gráfico 02: Ganho individual de aprendizagem por faixa no 3º ano matutino com intervenção pedagógica.

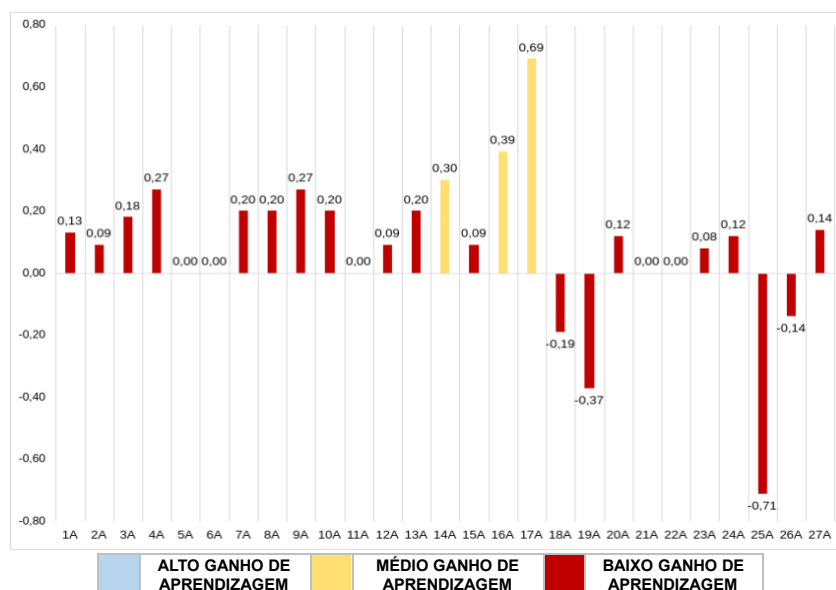


Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos dados da pesquisa, 2025.



O Gráfico 02 apresenta os ganhos individuais da Turma A (3º ano matutino, com intervenção), evidenciando predominância de ganhos médios e presença de ganhos altos, indicando avanço consistente após a aplicação da sequência didática. Observe-se que os valores variaram entre 0,11 e 0,90, reforçando a amplitude positiva dos resultados obtidos.

Gráfico 03: Ganho individual de aprendizagem por faixa no 3º ano vespertino sem intervenção pedagógica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

O Gráfico 03 apresenta os resultados da Turma B (3º ano vespertino, sem intervenção), na qual prevalece a faixa de baixo ganho, com poucos casos de ganho médio e ausência de ganhos elevados, além de registros próximos de zero ou negativos. Nessa turma, os valores oscilaram entre $-0,71$ e $0,69$, incluindo casos de regressão conceitual.

A comparação indica deslocamento para faixas superiores apenas na turma com intervenção, sugerindo maior efetividade da proposta pedagógica em relação ao ensino expositivo tradicional. A Tabela 01 apresenta os percentuais médios de acertos no pré e no pós-teste, a diferença entre os testes, o ganho normalizado de Hake e a respectiva classificação para as turmas investigadas.



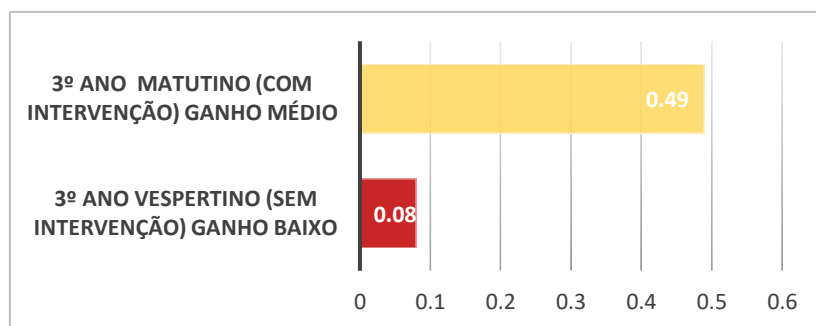
Tabela 01. Desempenho médio e ganho normalizado de aprendizagem das turmas.

Turma	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)	Diferença (%)	Ganho de Hake (g)	Classificação
A (com intervenção)	37,30	68,52	31,22	0,49	Ganho médio
B (sem intervenção)	32,80	40,21	7,41	0,08	Baixo ganho

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Observa-se que a turma submetida à intervenção pedagógica apresentou aumento expressivo na taxa média de acertos entre o pré e o pós-teste, refletido em um ganho normalizado classificado como ganho médio ($g = 0,49$). Em contraste, a turma sem intervenção apresentou variação reduzida no desempenho, resultando em baixo ganho de aprendizagem ($g = 0,08$). Esses resultados apontam maior efetividade da proposta didática baseada em atividades práticas e investigativas. O Gráfico 04 ilustra de forma sintética essa diferença, destacando a superioridade do ganho médio obtido pela turma submetida à intervenção pedagógica.

Gráfico 04: Ganho médio normalizado (Hake) das turmas com e sem intervenção.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos dados da pesquisa, 2025.

A classificação por faixas proposta por Hake (1998) revelou que, na turma com intervenção, 22% dos estudantes atingiram alta aprendizagem, 52% situaram-se na faixa de aprendizagem média e 26% permaneceram na faixa baixa. Por outro lado, no grupo sem intervenção, 89% dos estudantes permaneceram na faixa de baixa aprendizagem e apenas 11% atingiram a faixa média, não havendo registros de alta aprendizagem.



Do ponto de vista pedagógico, esses resultados reforçam o potencial formativo das estratégias adotadas, especialmente a construção do periscópio, o uso de experimentos investigativos, mapas conceituais e ferramentas digitais, como o software CmapTools. Tais práticas estimulam a participação ativa dos estudantes, a interação social e o estreitamento da relação entre teoria e prática, aspectos centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que destaca a incorporação de novos conhecimentos às estruturas cognitivas prévias. As contribuições de Novak e Cañas manifestam-se na organização conceitual estruturada pelos mapas conceituais, enquanto a perspectiva sociointeracionista de Vygotsky evidencia-se nas atividades colaborativas e na mediação pedagógica ao longo da intervenção.

Além dos impactos sobre a aprendizagem discente, os resultados evidenciam a centralidade da formação inicial docente, ao demonstrar que a participação de licenciandos no planejamento, na implementação e na avaliação de intervenções pedagógicas constitui espaço privilegiado de profissionalização. Esse envolvimento favorece o desenvolvimento de competências didático-pedagógicas, a articulação entre saberes teóricos e práticos e a consolidação de uma postura investigativa frente ao ensino de Física. No contexto do PIBID, essa experiência fortalece a interlocução formativa entre universidade e escola básica, resultando em uma formação docente crítica, reflexiva e alinhada às diretrizes curriculares nacionais.

Assim, os dados analisados indicam que a adoção de estratégias práticas e investigativas no ensino de Física não apenas potencializa a aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio, mas também constitui um espaço formativo para futuros professores, contribuindo para a qualificação da formação inicial e para a renovação das práticas pedagógicas na Educação Básica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstram que a adoção de estratégias práticas e investigativas no ensino de espelhos planos favoreceu avanços mais consistentes na aprendizagem conceitual dos estudantes do Ensino Médio, em comparação à abordagem expositiva tradicional, conforme evidenciado pelo ganho normalizado de Hake obtido pela turma com intervenção.



Para além dos efeitos sobre o desempenho discente, a experiência assumiu papel formativo central no âmbito da formação inicial docente, ao inserir licenciandos em processos reais de planejamento, mediação e análise de práticas pedagógicas. Tal vivência contribuiu para a construção de uma compreensão crítica do ensino de Física e para o fortalecimento da identidade profissional docente. Nesse contexto, o PIBID reafirma-se como política pública estratégica na qualificação da formação inicial, ao aproximar universidade e escola básica em uma perspectiva investigativa e reflexiva.

Assim, os achados deste estudo não apenas evidenciam o potencial das estratégias práticas no ensino de espelhos planos, mas também reforçam sua relevância como dispositivo formativo na preparação de futuros professores, indicando a pertinência de sua continuidade e ampliação em distintos contextos educacionais. A pesquisa foi realizada mediante autorização da direção da instituição escolar, com participação voluntária dos estudantes, assegurando-se anonimato, confidencialidade e respeito aos princípios éticos da investigação educacional.

5 AGRADECIMENTOS

A autora registra agradecimento institucional à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e aos programas de formação inicial PIBIC e PIBID, este último com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade de desenvolvimento desta investigação e pela contribuição à formação inicial docente. Agradece, ainda, à Escola Estadual Alice Salerno Gomes de Lima, pela autorização e colaboração para a realização das atividades e coleta de dados. Por fim, expressa gratidão ao orientador, Dr. Igor Padilha, pelas orientações e contribuições acadêmicas ao longo do desenvolvimento da pesquisa, e ao supervisor do PIBID, Me. Rafael Cordeiro, pelo apoio e pela mediação junto ao contexto escolar.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968. Disponível em:
<https://archive.org/details/educationalpsych0000ausu>. Acesso em: 13 set. 2024.



BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2000.

BRITO, P. P.; CARVALHO, H. A. P. **Uma abordagem experimental com materiais de baixo custo no ensino da óptica geométrica**. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.

GONÇALVES, L. L. B.; RODRIGUES, C. G. Experimentos práticos e didáticos de baixo custo para o ensino de óptica: reflexão, refração e espelhos planos. **Conjecturas**, v. 22, n. 5, p. 916–935, 2022.

HAKE, R. R. **Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey**. American Journal of Physics, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998. Disponível em: <https://casa.colorado.edu/~dduncan/teachingseminar/Hake1998.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. Práxis Educativa, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9–29, jan./jun. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.uepg.br>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SOUSA, A. C.; ROCHA, A. S. **Livro paradidático: uma alternativa didática experimental para aulas de óptica geométrica**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituição de Ensino Superior, Araguaína, 2018.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.