

Atividades Investigativas no Ensino de Óptica Geométrica: análise dos graus de liberdade intelectual de produtos educacionais do MNPEF

**Rodolfo de Moura Marques¹,
Thomás Henrique Silveira Silva²
Alana Karen Gonçalves³
Adriana Aparecida da Silva⁴**

¹ Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais/Escola Estadual Sebastião Patrus de Sousa, rodolfo.marques@educacao.mg.gov.br

² Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/silva.thomas@estudante.ufjf.br

³ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/alana.goncalves@estudante.ufjf.br

⁴ Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, adrianaaparecida.silva@ufjf.br

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados de uma análise das produções de dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com foco em óptica geométrica e que dissertam sobre Ensino por Investigação (EI). Foi realizado por um grupo de estudos e pesquisa vinculado à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

O MNPEF, iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), é um curso *stricto sensu* de caráter profissional voltado a docentes da Educação Básica. O programa destaca-se pela produção de produtos educacionais (sequências didáticas, materiais experimentais e recursos digitais) que apoiam o ensino de diferentes conteúdos de Física e suas implementações em sala de aula. Esses materiais corroboram com a prática docente e integram um repositório de acesso aberto, ampliando o alcance e a reutilização de práticas educacionais - previamente testadas e validadas - pela comunidade escolar.

Dentre os diferentes ramos de estudo da Física, a óptica geométrica aborda os princípios de propagação da luz e a formação de imagens, sendo um tema delicado para que os estudantes compreenderem devido ao seu caráter abstrato (Lira; Andrade, 2025). Além destes, conforme destacado por Franz (2020), outros desafios podem ser atrelados ao ensino da óptica geométrica, tais como a falta de tempo em sala de aula, a formação dos professores para discussões fenomenológicas e as concepções alternativas dos estudantes sobre os fenômenos relacionados.

Ainda, a escolha se justifica pela relevância conceitual e o caráter abstrato da óptica (Lira; Andrade, 2025), pela importância desse conteúdo na compreensão dos fenômenos cotidianos relacionados à luz, pelas dificuldades que estão atreladas ao seu ensino e por compreendermos a importância de implementar o EI como estratégia para tornar o aprendizado mais contextualizado.

Dentre diferentes perspectivas didático-metodológicas, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as práticas e os processos de investigação ocupam lugar de destaque em Ciências da Natureza e devem ser enfatizados no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos instrumentos e procedimentos próprios da investigação científica. Nesse sentido, a BNCC

preconiza a implementação de práticas investigativas que coloquem o aluno como centro do seu processo de aprendizagem e promovam um real aprendizado em Ciências.

No contexto do ensino de óptica geométrica, o uso da experimentação prática e do EI para a abordagem de tais conteúdos são considerados estratégias importantes para superar as dificuldades de aprendizagem do aluno, tornando os conceitos mais acessíveis.

Carvalho (2018, p. 766) define o EI como aquele em que o professor promove o ensino dos conteúdos programáticos criando condições para os alunos

pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

Tal proposta vislumbra compreender se os estudantes aprenderam os conteúdos programáticos e “se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo” (CARVALHO, 2018, p. 766).

No EI, além do grau de liberdade intelectual do estudante, a elaboração da questão-problema é um outro item de extrema relevância, uma vez que é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e a liberdade intelectual que permitirá que participem ativamente da aprendizagem (Carvalho, 2018).

Com base na descrição de Carvalho (2018) sobre graus de liberdade, realizamos um estudo no qual os identificamos nos produtos educacionais desenvolvidos no âmbito do MNPEF. Acreditamos que essa análise contribuirá não apenas para o ensino de conteúdos específicos de Física, mas também para o aperfeiçoamento de práticas docentes.

METODOLOGIA

A pesquisa tem caráter qualitativo (Trivinõs, 2009) e bibliográfico (Lima; Miotto, 2007) no qual investigamos as produções acadêmicas voltadas ao ensino de óptica geométrica tomando os graus de liberdade intelectual dos estudantes nas práticas escolares como categorias para a análise de conteúdo (Bardin, 2001). A seleção das dissertações foi realizada a partir de uma busca no banco de teses e dissertações da CAPES¹, debruçando-nos nas dissertações do MNPEF, produzidas no período de 2013 a 2025, considerando os títulos, resumos e sumários dos trabalhos.

Inicialmente, foi realizada uma seleção para identificar as dissertações que tratavam do EI totalizando 140 trabalhos. Em seguida, dentre essas dissertações, foram elencadas aquelas que abordavam o ensino de óptica geométrica, num total de 12. Não foram consideradas as dissertações que não tinham divulgação autorizada.

¹ O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES trata-se de um banco de dados, criado em 2002, reúne referências e resumos de trabalhos de pós-graduação *stricto sensu* do Brasil. O catálogo pode ser acessado por meio do seguinte endereço eletrônico: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>.

Após a identificação, realizamos um estudo das dissertações e dos produtos educacionais vinculados, buscando identificar se as atividades apresentadas se adequaram ao preconizado pela teoria que fundamenta o EI. Vale ressaltar que, o material possibilita a análise de diferentes categorias, entretanto, devido a extensão do trabalho, optamos por analisar somente o produto educacional.

Nesse sentido, embora a metodologia proposta por Carvalho (2018) permita nos debruçarmos tanto na questão-problema, por exemplo, quanto nos graus de liberdade intelectual que o professor proporciona aos alunos durante a realização das atividades, também devido à extensão do trabalho, foi analisado apenas o segundo aspecto. Com base nessa metodologia, o Quadro 1 apresenta os possíveis graus de liberdade oferecidos aos alunos (A), pelo professor (P), em atividades experimentais.

Quadro 1. Graus de liberdade do professor (P) e dos alunos (A) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho (2018, p. 768).

As colunas do Quadro 1, relativas aos graus 1 e 2, representam o modelo de ensino diretivo. Nas atividades de Grau 1, o professor apresenta o problema e as hipóteses, além de todos os passos do plano de trabalho, restando aos alunos somente a obtenção dos dados. No Grau 2, embora a estrutura ainda seja conduzida pelo docente, há maior interação discente, pois o professor estimula a reflexão dos alunos por meio de questionamentos e discussões ao longo da atividade. Nos graus 3 e 4 é o aluno que tem a centralidade do processo, representando o ensino por investigação. No grau 3, além da discussão das hipóteses de um problema proposto pelo professor, os alunos buscam como fazer o plano de trabalho e a coleta de dados. Posteriormente, o professor retoma a discussão com os alunos das conclusões obtidas.

Já o grau 4 “representa uma classe mais madura, já acostumada com o ensino por investigação, na qual os alunos estão acostumados a trabalhar em grupo e a tomar decisões para resolver os problemas” (Carvalho, 2018, p. 769). O grau 5, em que o problema é escolhido e formulado pelo próprio aluno, não é comum pelo que temos observado em nossas práticas na Educação Básica, sendo visto apenas em situações pontuais, como, por exemplo, em projetos desenvolvidos para Feiras de Ciências (Carvalho, 2018).

Dessa maneira, a metodologia adotada neste trabalho possibilitou a realização de uma análise sistemática das produções selecionadas quanto aos graus de liberdade intelectual propostos por Carvalho (2018). Embora essa metodologia também permita a análise das questões-problema, como dito, foi realizada somente a análise quanto aos graus de liberdade em função do espaço deste texto. Assim, buscamos compreender em que medida as práticas analisadas se aproximam de um EI, contribuindo para uma reflexão acerca das atividades que proporcionam o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos no contexto do ensino de Física.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma pesquisa nas dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), a partir do ano de 2013, considerando seus títulos, resumos e sumários. A partir dessa triagem, foram selecionados 12 trabalhos que tratam do ensino de óptica geométrica e práticas investigativas em suas propostas pedagógicas.

Duas delas não tinham divulgação autorizada e outras duas dissertações não apresentaram no corpo do texto, a descrição das atividades desenvolvidas no produto educacional, indicando que esse tópico poderia estar localizado no apêndice dos respectivos trabalhos. Entretanto, tais apêndices não estavam disponíveis nos arquivos fornecidos pelo catálogo de teses e dissertações utilizado nesta pesquisa, o que impossibilitou a análise e, consequentemente, a classificação dos graus de liberdade das atividades propostas. Assim, o *corpus* da pesquisa tem 8 dissertações, como indicado no quadro 2.

Quadro 2. Dissertações do MNPEF que abordam o ensino de Óptica Geométrica e práticas investigativas.

Identificação	Título	Autor (ano)
I	A Feira de Ciências como aliada ao processo de ensino-aprendizagem: formação da imagem e problema de visão	APOLIANO, Carolina dos Santos (2021).
II	Construindo o conceito de refração com o uso de uma proposta investigativa no 3º ano do Ensino Fundamental	MARQUES, Evaldo Cunha (2020)
III	Abordagem investigativa com lentes líquidas de foco ajustável para o ensino de óptica	MELO.NETO, João Dionizio de (2019)
IV	O que vem depois do arco-íris? Uma sequência de ensino por investigação em um espaço não formal de educação	OLIIVEIRA, Lucrécia Martins (2020)
V	O ensino por investigação como base para construção de atividades experimentais em aulas de ciências no ensino fundamental 1	RAILBOLT, Brenner (2018)
VI	Atividades demonstrativas investigativas para o ensino de óptica	SAMPAIO, Michelly Melo (2019)

VII	Ensinando fenômenos ópticos na perspectiva do ensino por investigação	SANTOS, Adriana Borges dos (2020)
VIII	Ensino por investigação em laboratório aberto: uma proposta para o ensino de óptica geométrica para estudantes do ensino médio	SANTOS, Maria Janaina (2022)

Fonte: De autoria própria (2025).

Realizamos a análise qualitativa (Trivinõs, 2009) das dissertações de acordo com a perspectiva da análise de conteúdo (Bardin, 2001) tomando os graus de liberdade intelectual concedidos aos alunos na realização das atividades propostas, com base na descrição de Carvalho (2018) sobre o tema, como categorias de análise.

Após a análise, observamos que as atividades educacionais desenvolvidas nas dissertações indicadas no Quadro 2, a I pode ser classificada no Grau 1 e as de Identificação II, IV e VI no Grau 2. Já as dissertações III e VII podem ser agrupadas no Grau 3 e as de identificação V e VIII, no Grau 4. Ainda, conforme observado, nenhuma das atividades foi classificada no grau 5, uma vez que, como dito, trata-se de um tipo de abordagem que, segundo nossa prática escolar, não é comum em ser desenvolvida na Educação Básica, uma vez que é o aluno quem escolhe a situação problema.

No que se refere ao produto educacional da dissertação I, que versa sobre a formação de imagens no olho humano, observamos que, durante a realização das atividades, o professor é o responsável por apresentar o problema, as hipóteses e todas as etapas do desenvolvimento do trabalho, cabendo aos alunos apenas a obtenção dos dados. Ademais, a etapa de conclusão é conduzida por meio de uma aula expositiva ministrada pelo professor. Nesse sentido, conforme Carvalho (2018), o produto educacional pode ser classificado no Grau 1.

As dissertações II, IV e VI propõem atividades que as enquadram no Grau 2. Nesse grau de liberdade, embora a estrutura ainda seja conduzida pelo docente, há maior participação discente quando comparadas com as do Grau 1, uma vez que o professor estimula a reflexão dos alunos por meio de questionamentos e discussões ao longo da atividade (Carvalho, 2018). No produto educacional que compõe a dissertação II, que trata do tema refração da luz, o levantamento de hipóteses é feito pelos alunos, mas guiado pelo professor até a formulação de uma hipótese final. A dissertação de identificação IV, embora não inclua o produto educacional em seus apêndices, apresenta a descrição da metodologia no corpo do texto. Sua temática versa sobre história e refração da luz e cores. Assim como a dissertação VI, que aborda o conteúdo de cores, reflexão, refração e dispersão da luz, evidencia um levantamento de hipóteses realizado de forma conjunta entre professor e alunos. Entretanto, o plano de trabalho foi elaborado pelo professor.

Diferente dos graus de liberdade intelectual 1 e 2, nos quais os alunos buscam entender o raciocínio do professor, nos graus 3 e 4 é o aluno quem está à frente do trabalho intelectual,

caracterizando um EI. Os produtos educacionais referentes às sequências didáticas III e VII, e V e VIII podem ser enquadradas nos graus 3 e 4, respectivamente. Para os produtos educacionais enquadrados no grau 3, as dissertações III e VII, que apresentam discussões sobre lentes líquidas e reflexão, refração, dispersão e polarização da luz, respectivamente, permitem que os alunos façam os levantamentos das hipóteses de maneira autônoma. Nos trabalhos, os professores disponibilizaram *kits* experimentais para que os alunos pudessem formulá-las e coletar os dados necessários.

No produto educacional da dissertação V, a proposta didática abrange conteúdos de óptica das sombras, hidrostática e torque, articulando diferentes áreas da Física em uma proposta investigativa. Já a dissertação VIII aborda somente fenômenos ópticos. Ambos os produtos se enquadram no grau 4 de liberdade intelectual, pois oferecem aos estudantes condições para elaborar um plano de trabalho próprio, com base nos materiais previamente disponibilizados pelo professor, de maneira que possam formular e testar suas hipóteses de maneira autônoma. Assim, cabe ao docente mediar o processo, proporcionando liberdade para que os alunos possam lidar com as dificuldades. Observamos, ainda, que as atividades foram estruturadas de modo a utilizar o erro como ferramenta de aprendizagem, já que os estudantes precisavam (re)organizar o raciocínio para identificar e corrigir os equívocos cometidos.

A análise dos produtos educacionais revela uma progressão nos níveis de autonomia discente. Os Graus 1 e 2 caracterizam uma abordagem predominantemente dirigida pelo professor, focada na execução de etapas pelos alunos. Já os Graus 3 e 4 representam o EI, pois os estudantes assumem o controle da formulação de hipóteses (Grau 3) e do planejamento de testes (Grau 4), com o docente atuando como mediador.

Considerando a metodologia de Carvalho (2018), observamos que nem todos os produtos educacionais atingem os graus de liberdade que caracteriza um EI, embora assim se denominem. A autora destaca os desafios que dificultam a implementação de práticas investigativas pelos professores de Ciências no Ensino Médio. Diferentemente do Ensino Fundamental — em que os problemas são mais simples e demandam menor aprofundamento conceitual —, no Ensino Médio o docente necessita dominar conteúdos mais amplos e específicos, além de possuir uma formação que favoreça uma postura investigativa e reflexiva em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dissertações previamente selecionadas foram analisadas e categorizadas de acordo com o grau de liberdade intelectual proposto por Carvalho (2018). Vale ressaltar que, embora a metodologia possibilite a análise tanto da questão-problema quanto dos graus de liberdade intelectual, neste trabalho optamos por abordar apenas o segundo aspecto. Essa etapa possibilitou identificar em que medida as sequências didáticas presentes nos trabalhos analisados

se alinham aos princípios do EI, com base no nível de autonomia concedido aos alunos nas atividades desenvolvidas.

Conforme observado, dos 10 trabalhos analisados, apenas quatro produtos educacionais se enquadram nos graus de liberdade intelectual 3 e 4 (III e VII; V e VIII, respectivamente), caracterizando, segundo a metodologia proposta por Carvalho (2018), um EI. Nas atividades propostas, identificamos práticas docentes que favorecem a autonomia do aluno na construção do conhecimento, por meio do levantamento de hipóteses, da coleta de dados e do uso de materiais concretos.

Os demais produtos educacionais, segundo o proposto pela referência teórica que fundamenta o trabalho em pauta (Carvalho, 2018), foram classificados no grau 1 e 2 (I, II, IV e VI respectivamente). As atividades contempladas por tais produtos educacionais preconizam práticas conduzidas pelo professor, com resultados já esperados e com roteiros preestabelecidos.

A análise realizada evidencia os diferentes tipos de abordagens presentes nos produtos educacionais pesquisados e reforça a importância de refletir acerca das intencionalidades pedagógicas das sequências didáticas. Ao identificar como cada proposta proporciona a autonomia intelectual dos estudantes na realização das atividades dos produtos educacionais das dissertações, este estudo pode contribuir para o aprimoramento das práticas docentes e para o fortalecimento do Ensino de Física baseado em práticas investigativas.

Esperamos que os resultados apresentados possam incentivar novas produções que avancem na direção de experiências mais investigativas, contemplando a centralidade no aluno e consolidando práticas de aprendizagem que valorizem a construção ativa do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2001.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 06 out. 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 06 out. 2025.

FRANZ, Gustavo Bordignon. O ensino de óptica geométrica apoiado por mobile games. 2020. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: https://mnpef.unb.br/wp-content/uploads/2024/08/Dissertacao_Gustavo_Franz_logo_SBF_UnB_MNPEF.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Rev. Katálisis*. Florianópolis v. 10 n. esp. p. 37-45 2007. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/katalysis/article/view/S1414-49802007000300004> Acesso em 03 nov. 2025.

LIRA, Ewerton Walber Faustino de Oliveira; ANDRADE, Pedro Henrique Avelino. **ENSINO DE ÓPTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: uma abordagem investigativa utilizando a câmera pinhole**. 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/1652>. Acesso em: 09 out. 2025.

TRIVINÕS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2009. 175p.

Lima, Telma Cristiane Sasso de; Miotto, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Rev. Katál. v. 10 n. esp. p. 37-45. Florianópolis. 2007. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/?format=pdf&lang=pt> Acesso em 16 out. 2025.