

Análise dos produtos educacionais do MNPEF sobre astronomia: um olhar a partir dos graus de liberdade intelectual

**Pedro Mota Cavalher¹, Ciro Lino Bellan², Izabela Talita de Sales³
Adriana Aparecida da Silva⁴**

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Ciências Exatas, ppcavalher@gmail.com

² Colégio Stella Matutina, professorcirobellan@gmail.com

³ Escola Estadual Antônio Carlos, izabela.sales@uff.br

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

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, publicações, produções acadêmicas e programas de formação apontam para um interesse crescente no tema das Metodologias Ativas (MA), abordagens de ensino que colocam o aluno na centralidade de seu processo de aprendizagem. No entanto, observamos, em nossas práticas, que o interesse por esse campo de estudos não tem sido transformado em mudanças significativas na forma de ensinar ciências da natureza, uma vez que a atuação docente ainda segue estruturada na exposição de conteúdo, reprodução de conceitos e roteirização de atividades experimentais com pouca participação dos estudantes na construção do conhecimento.

O Ensino por Investigação (EI), como proposto por Carvalho (2013), se destaca como uma metodologia que visa, dentre outros aspectos um ensino contextualizado, que considera os conhecimentos prévios dos estudantes e sua liberdade intelectual, possibilitando aos alunos terem raciocínios próprios, podendo levá-los a integrar os conhecimentos cotidianos aos científicos. Assim, os graus de liberdade intelectual como expostos por Carvalho (2013; 2018) se destacam como fator determinante do EI, podendo levar a uma desconfiguração da metodologia quando utilizados de forma distorcida.

Consideramos que analisar como o EI tem sido compreendido e implementado nas produções acadêmicas do Mestrado Nacional profissional em Ensino de Física (MNPEF) contribui para identificarmos se há preservação da metodologia e um emprego adequado dos referenciais teóricos visto que, em muitos casos, notamos o uso de termos como “investigação” de forma genérica, imprecisa ou superficial, com perda de elementos estruturantes do EI, podendo descaracterizar essa prática pedagógica.

O presente trabalho tem como propósito investigar em qual medida as dissertações do MNPEF que informam o EI como metodologia nas implementações de seus produtos educacionais são coerentes com as características fundamentais propostas por Carvalho (2018), mais especificamente com os graus de liberdade intelectual propostos pela autora para essa metodologia. Para isso, em uma abordagem de análise qualitativa desenvolvendo uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL).

REFERENCIAL TEÓRICO

Dentre as MA, o EI, como propõe Anna Maria Pessoa de Carvalho, surge como uma importante ferramenta para levar o estudante a ter papel central em seu aprendizado. Carvalho (2013; 2018) preconiza que o professor deve atuar como mediador, fornecendo condições – como o problema e o tempo para pensar/errar – de forma a permitir que o aluno se aproprie intelectualmente de seu processo de aprendizagem. Segundo a autora, uma atividade investigativa deve ser iniciada com um problema experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e oferece condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico analisado, dentro de um conteúdo programático. Além disso, é necessário após a resolução do problema, a realização de atividade de sistematização do conhecimento e de atividade onde haverá a contextualização do conhecimento no dia a dia do aluno.

No contexto do EI, os graus de liberdade intelectual fazem referência à autonomia e liberdade de reflexão dos alunos frente a uma atividade investigativa, tornando-os mais ou menos ativos no processo (Carvalho, 2018). Ou seja, o aumento progressivo dos Graus de Liberdade Intelectual visa contribuir para a constituição de capacidades como autonomia e criticidade do estudante favorecendo, em última instância, a superação de um ensino focado apenas na execução acrítica de tarefas. A autora argumenta que, para que o raciocínio dos alunos seja desencadeado por um problema proposto e para que eles se engajem na cultura científica, é crucial que tenham liberdade para realizar e expor seus próprios pensamentos, raciocínios e argumentações sem medo. Assim, no âmbito das atividades investigativas, o grau de liberdade está intimamente ligado à abertura da atividade, determinando o quanto os estudantes participam na construção do problema, no planejamento da resolução, no levantamento de hipóteses, na coleta/análise de dados e na elaboração das conclusões.

Ao tratar sobre os graus de liberdade intelectual, Carvalho (2018) traz, a priori, as reflexões de Pella (1969) que elaborou uma tabela na qual associava as atividades que poderiam ser feitas ou propostas pelos professores aos seus alunos. Realizou, assim, uma classificação das atividades de acordo com um grau de liberdade intelectual. Também agrega as contribuições de Borges (2004), que faz uma análise das estruturas das aulas levando em conta os níveis de investigação, para então nos oferecer – como indicado no quadro 1 – uma maneira de categorizar uma atividade quanto aos seus graus de liberdade intelectual.

Nesse sentido, segundo Carvalho (2018), atividades investigativas seriam então aquelas que se enquadram nos graus 3 e 4 de liberdade intelectual, nas quais os alunos são incentivados a pensar, tomar decisões, discutir com seus colegas e decidir se pedem ou não ajuda ao professor. Segundo a autora, mesmo o erro tem que ser levado em consideração, tal como os

acertos na etapa de análise dos resultados. Desta maneira, o erro pode ser incorporado como parte crucial do processo de testagem de hipóteses e da própria aprendizagem dos estudantes.

Quadro 1: Graus de liberdade de professor (P) e 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, Ricardo, Sasseron, Abib, & Pietrocola, 2010, p. 55 *apud* Carvalho, 2018.

METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, usamos a perspectiva de pesquisa qualitativa (Trivinhos, 2009) e bibliográfica (Lima; Miotto, 2007). Desenvolvemos, assim, uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) do tipo meta-síntese, baseada nos estudos de Galvão e Ricarte (2019), para reunir e analisar o *corpus* documental. Segundo os autores, essa forma de revisão é apropriada quando uma revisão sistemática a qual visa integrar a pesquisa qualitativa.

Dessa forma, definimos nossa questão de pesquisa: “Como se organizam os trabalhos publicados no MNPEF sobre o Ensino por Investigação quanto aos graus de liberdade e em que medida essas abordagens se alinham com referenciadas teoricamente?”. Limitamos nossa base de dados bibliográficos como as dissertações produzidas a partir do MNPEF (2013 - 2025) com divulgação em domínios públicos na rede.

Apoiados em nossa questão de análise e no banco de dados definidos, selecionamos as dissertações a serem analisadas. Nesse contexto, elaboramos um quadro contemplando as dissertações do MNPEF que abordam o EI, resultando em 140 trabalhos. Adiante, a fim de separar essas dissertações pelo que consideramos grandes áreas da Física (Astronomia, Eletromagnetismo, Física Moderna e Contemporânea, Mecânica, Ondulatória, Óptica e Termodinâmica), segmentamos esse primeiro quadro em outros sete, referentes a cada conteúdo, tendo em vista uma investigação dos títulos, resumos, palavras-chave e, se necessário, sumário e desenvolvimento, de cada texto. Todos estes quadros encontram-se públicos em um site¹, no qual realizamos a divulgação de materiais de apoio e estudo para professores, como parte de um projeto de extensão e pesquisa.

¹ Link de acesso ao site do nosso grupo de estudos: <https://www2.ufjf.br/geppecin/>.

Quadro 2: Dissertações do MNPEF de EI sobre Astronomia.

Autor(a)/ Ano de defesa	ASSENSO, Rafael. (2017)	FARIAS, Marlon Fernandes. (2022)	IRINEU, Jorge Emanuel de Oliveira. (2022)	OLIVEIRA, Clemilton da Silva. (2020)	RIBEIRO, Adriana Queiroz Agostinelli. (2018)	SILVA, Helder Clementino Lima. (2019)
Título	Ensino de Física por meio de atividades de ensino investigativo e experimentais de astronomia no Ensino Médio	Sequência de Ensino Investigativa: unidade temática Terra e universo no Ensino Fundamental	Construção de uma carta celeste para o ensino de astronomia: uma Sequência de Ensino Investigativa Fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud	O Ensino de astronomia pelo viés investigativo	Desvendando as estrelas: um jogo colaborativo para o Ensino Médio	Desvendando universo: uma sequência de ensino investigativa para promover a alfabetização científica nas aulas de astronomia

Fonte: Elaborado pelos autores.

No presente trabalho, examinamos então as dissertações defendidas no MNPEF que utilizam do EI relativas ao conteúdo de Astronomia, dispostas no quadro 2, totalizando 6 trabalhos, os quais, por fim, investigamos a partir da leitura coletiva de suas introduções, conclusões, referenciais teóricos, produtos educacionais junto de sua implementação e discussão de resultados. A escolha pelo conteúdo de astronomia se deve ao interesse dos membros do grupo na temática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dissertação de Assenso (2017) tem como objetivo a construção de um roteiro de atividades com características investigativas, para uso de alunos e professores apresentando o Laboratório Remoto como meio de se obter dados astronômicos reais. O autor, inspira-se em outros roteiros publicados na *internet* sobre como observar e obter imagens de estrelas através de um telescópio e a análise fotométrica das mesmas, para determinação do brilho, magnitude e índice de cor dos corpos celestes estudados. Como produto, foi apresentado um livreto que propõe uma pesquisa científica astronômica, encaminhando os estudantes no planejamento, passo a passo, da pesquisa e posterior divulgação em feiras de ciências e publicações científicas.

Ao confrontar a dissertação com a teoria trazida por Carvalho (2018), podemos categorizar o trabalho como de grau 2, considerando que tanto o problema, como o plano de trabalho e as hipóteses são elementos originados a partir do professor. Não há também um planejamento para a investigação, já que a proposta é apresentada em forma de roteiro, restando como participação dos alunos a obtenção de dados e conclusão. Assim, a proposta não se caracteriza de forma

integral como um EI, pois possui baixo grau de liberdade, tendo o professor forte detenção de tomadas de decisões. De forma diferente, temos a produção de Farias (2022), a qual contempla de forma mais evidente as etapas fundamentais do EI, incluindo o Problema, o levantamento de hipóteses, discussão, levantamento de dados e conclusão, podendo ser inserida no grau de liberdade intelectual 3. Ela apresenta-se como um estudo de caso qualitativo tendo como objetivos o desenvolvimento de um produto educacional voltado para os professores dos anos iniciais do ensino fundamental. Promove uma Oficina Pedagógica Online com o título: “Sequência de ensino investigativa para o ensino de ciências da natureza: exercitando a BNCC” tendo como objetivo a formação inicial ou continuada de professores e visando identificar contribuições e obstáculos do Ensino de Ciências por Investigação para a alfabetização científica.

A pesquisa foi executada em quatro etapas: uma entrevista investigativa com professores dos anos iniciais, elaboração e aplicação da Oficina Pedagógica e discussão dos resultados. Fazendo uma análise do produto educacional produzido para a oficina identificamos que os participantes concluíram as ações se comprometendo a promover ações em sala de aula que permitissem seus alunos desenvolverem a capacidade de observar, propor hipóteses, experimentar, desenvolver, divulgar e implementar soluções para resolver problemas.

Na terceira dissertação analisada, de Irineu (2022), carecem elementos característicos de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs). O trabalho se desdobra a partir de uma avaliação diagnóstica no primeiro encontro, seguido por sete encontros, o autor ministra aulas expositivas sobre vários assuntos relacionados ao conteúdo. Nos dois encontros subsequentes, foram realizadas atividades demonstrativas utilizando o aplicativo Stellarium para contextualizar o que foi exposto anteriormente.

A carta celeste citada no título do trabalho, foi elaborada pelo professor, ficando a cargo dos alunos, com a sua ajuda, efetuar os cálculos necessários para sua confecção. Nesta produção constatamos a ausência de uma questão a ser investigada e a falta de etapas basilares do EI como, levantamento de hipótese, plano de trabalho e obtenção de dados. Assim, esta afasta-se dos referenciais teóricos da metodologia e se aproxima de um grau um de liberdade.

Por outro lado, a quarta dissertação analisada, de Oliveira (2022), apresenta uma estrutura paralela com o que define Carvalho (2013, 2018) em relação ao ensino por investigação. O trabalho citado objetivou construir seis SEIs, das quais apenas três foram implementadas pelo autor e cujas temáticas abrangiam o planeta Terra, a Lua e o Lançamento de foguetes. Deste modo, o autor propõe uma problematização inicial em cada uma das sequências e pede para que os alunos, em grupos, levantassem hipóteses, para então, colocar a disposição dos alunos um aparato experimental composto por uma lâmpada, um globo terrestre e uma bola de isopor, junto de um texto de apoio, a fim de que os mesmos testem as hipóteses previamente selecionadas.

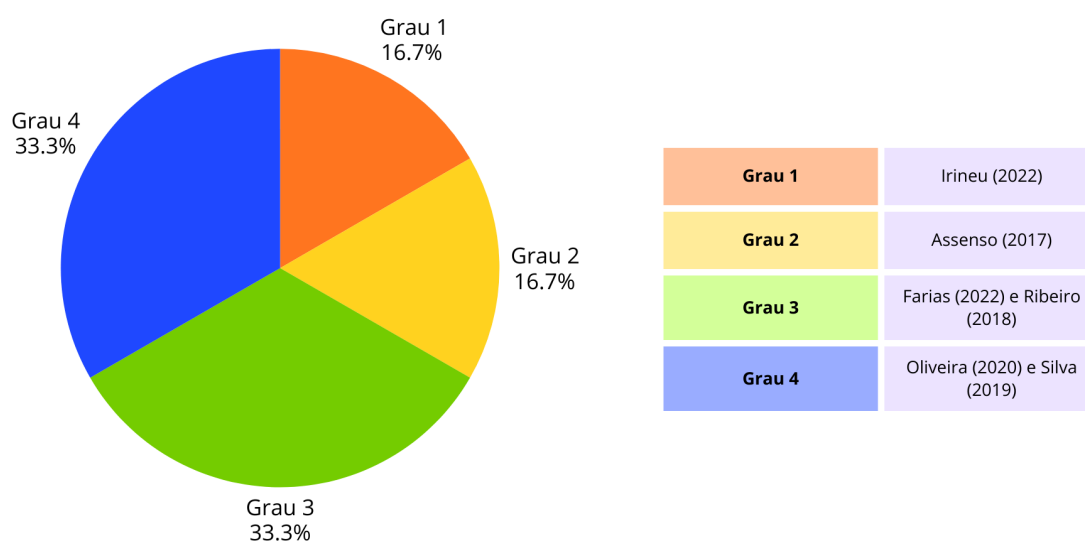
Neste trabalho, portanto, vemos que a problematização foi elaborada pelo professor e proposta aos alunos, que ficaram a cargo de realizar hipóteses e testá-las, sendo que os próprios alunos decidiram como utilizar o aparato experimental. O professor interveio quando necessário fazendo indagações aos grupos e encaminhando os mesmos para resolução do problema proposto, atuando de forma a facilitar a apropriação do conhecimento pelos estudantes. Então, em vista desses elementos, podemos classificar o trabalho como sendo de grau quatro.

Ademais, pela análise do trabalho de Ribeiro (2018), o qual une o EI com a estratégia de Gamificação – outra MA, foi possível observar objetivamente a presença das cinco etapas referidas por Carvalho (2018), das quais os alunos puderam participar de três, sendo apenas o Problema e o Plano de Trabalho elaborados pela professora, desse jeito, se aproximando de um grau 3, característico do EI.

Por último, com a dissertação de Silva (2019) sob perspectiva, percebemos que o autor se propôs a se aproximar do grau 4 ao trazer na dissertação o mesmo quadro cujo estamos nos orientando. Através da descrição do desenvolvimento e implementação do produto educacional, o autor demonstrou a realização de todas as etapas e com grande participação dos estudantes, desde o levantamento de hipóteses, ao planejamento dos trabalhos, à coleta de dados e nas conclusões, podendo configurar então uma implementação de grau 4 de autonomia.

Assim, através da exploração do material com uma leitura completa das dissertações, visamos categorizar suas implementações de acordo com o grau de liberdade intelectual. Para tal, contrapomos as situações da implementação de cada produto educacional com o quadro 1 e, enfim, na figura 1, ilustramos a relação estatística entre nosso *corpus* documental e os resultados obtidos e destacamos que apenas dois terços dos trabalhos, que se auto nomeiam atividades de EI, têm graus 3 e 4.

Figura 1: Gráfico dos graus de liberdade intelectual dos trabalhos examinados com legenda..



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Norteados pela questão de análise supracitada, examinamos como se relacionam as produções do MNPEF de EI sobre Astronomia com as proposições de Carvalho (2013; 2018) sobre essa estratégia didática ao analisar como se caracterizam as dissertações do *corpus* documental, indicadas no quadro 2, quanto aos graus de liberdade intelectual, demonstrados no quadro 1. Ao nos debruçarmos sobre a questão - como as dissertações do MNPEF interpretam e implementam o EI - compreendemos que a apropriação conceitual e seus princípios estruturantes permite um salto qualitativo significativo dos trabalhos. Nesse viés, tal proposta se mostra como uma possível forma de superarmos modelos apoiados em mera reprodução de conteúdo ao permitir qualificar práticas e implementações dessa metodologia.

Dessa maneira, construímos uma pesquisa qualitativa e bibliográfica do tipo RSL das produções do MNPEF a fim de selecionar as 6 dissertações que dizem respeito ao EI no conteúdo de astronomia, as quais foram submetidas à análise sob a ótica da questão de pesquisa e dos referenciais teóricos adotados. Assim percebemos que destas, apenas quatro demonstraram um grau de liberdade maior ou igual a 3, sendo esse o intervalo definido como crucial para a constituição do EI por Carvalho (2018).

Em conclusão, esse número aponta para uma desconexão entre os referenciais teóricos da metodologia e as implementações dos produtos educacionais de algumas dissertações do MNPEF, o que pode implicar numa desconfiguração da metodologia. Compreendemos que este distanciamento entre o referencial teórico e sua implementação em sala de aula dificulta as desejadas mudanças no ensino de ciências, podendo ainda proporcionar resultados que desmotivem futuras adoções dessa forma de ensino por outros professores que venham a ter acesso às dissertações.

Por fim, defendemos que mais pesquisas são necessárias para estudar e compreender como se relacionam as produções acadêmicas com implementações de produtos educacionais no contexto das MA em relação aos seus referenciais teóricos para ampliar o escopo desse diagnóstico e possibilitar mudanças no ensino de Ciências em nosso país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSENSO, Rafael. Ensino de Física por meio de atividades de ensino investigativo e experimentais de astronomia no Ensino Médio. 2017. 70 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5958361. Acesso em: 09 dez. 2025.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 27 out. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____. (org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1- 20.

FARIAS, Marlon Fernandes. Sequência de Ensino Investigativa: Unidade Temática Terra e Universo no Ensino Fundamental. 2022. 170 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2022. Disponível em:
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=13410354. Acesso em: 09 dez. 2025.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. Logeion: Filosofia da informação, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. Disponível em:
<https://sites.usp.br/dms/wp-content/uploads/sites/575/2019/12/Revis%C3%A3o-Sistem%C3%A1tica-de-Literatura.pdf>. Acesso em: 27 out. 2025.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de empresas, v. 35, p. 20-29, 1995. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTGrqYfVhr7LvVyDBgdb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 out. 2025.

IRINEU, Jorge Emanuel de Oliveira. Construção de uma Carta Celeste para o Ensino de Astronomia: uma sequência de ensino investigativa fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud. 2022. 314 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/4307>. Acesso em: 09 dez. 2025.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Rev. Katálysis. 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.

OLIVEIRA, Clemilton da Silva. O Ensino de Astronomia pelo viés investigativo. 2020. 216 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2020. Disponível em:
https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10037948. Acesso em: 09 dez. 2025.

RIBEIRO, Adriana Queiroz Agostinelli. Desvendando as Estrelas: um jogo colaborativo para o Ensino Médio. 2018. 95 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2020. Disponível em:
https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6677831. Acesso em: 09 dez. 2025.

SILVA, Helder Clementino Lima. Desvendando o Universo: uma sequência de ensino investigativa para promover a Alfabetização Científica nas Aulas de Astronomia. 2019. 177 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2019. Disponível em:
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7823222. Acesso em: 09 dez. 2025.

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