

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE TERMODINÂMICA

Marlúcia De Aquino Pereira¹
Márcia Rejane Dos Santos Gomes Maia²
Maria Uilhiana Gomes De Andrade³

RESUMO

As normativas de ensino bem como as necessidades do mundo atual exigem a formação de cidadãos críticos e cientes das questões socioambientais, que vá além de decorar definições científicas, nesse sentido são necessários instrumentos de ensino que possibilitem uma aprendizagem contextualizada e ativa. As sequências de ensino investigativo (SEI) são atividades ativas e estruturadas que direcionam ao conhecimento científico a partir de uma problemática inicial, permitindo uma aprendizagem significativa e desenvolvimento das habilidades exigidas. A Termodinâmica é a área da física que aborda as transferências de energia, conteúdo curricular da competência específica 1 da atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio para a área de ciências da natureza. Assim, este trabalho tem como objetivo geral analisar sequências de ensino investigativo para aulas de termodinâmica no ensino médio, e mais especificamente: (a) pesquisar estudos que propõem SEI para o ensino de termodinâmica; (b) descrever o cenário atual dessas pesquisas e (c) relacionar essas sequências com as habilidades exigidas atualmente pela BNCC. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica realizada na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), considerando publicações dos últimos 10 anos (2013-2023). O objeto final deste trabalho conterá o cenário atual podendo assim direcionar pesquisadores para trabalhos futuros, e contará também como instrumento auxiliar para professores na abordagem do conteúdo e elaboração das SEIs voltadas para as habilidades específicas da BNCC.

Palavras-chave: Ensino, Termodinâmica, SEI, BNCC.

INTRODUÇÃO

Com as transformações da sociedade surgem novas necessidades ao longo dos anos, a educação deve acompanhar tais modificações. Conforme Machado (2015) o ensino tem passado por reformulações na busca por uma educação que atenda às muitas exigências de formação do mercado globalizado, com isso, busca-se promover um aprendizado que possa ser utilizado fora da escola, abordando situações da vida prática, e que permita aos indivíduos viverem e atuarem na sociedade moderna.

Os documentos que regem a educação direcionam o ensino para formação de cidadãos críticos e cientes das questões sociais, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) dispõe para

¹ Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, marlucia1102@gmail.com;

² Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, rejanemaia8@gmail.com;

³ Mestre em Ciências Climáticas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, uilhiana.andrade@gmail.com.

Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) que os estudantes consigam construir conhecimentos específicos, mas também consigam utilizá-los para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente (BRASIL, 2017).

As competências específicas para CNT contemplam conteúdos de física, química e biologia, dentre os conteúdos de física tem-se termodinâmica, área da física que aborda as transferências de energia bastante relacionada com o cotidiano e questões socioambientais, presente nas competências específicas 1 e 2 da BNCC para o Ensino Médio (GONÇALVES, LAVOR, OLIVEIRA, 2022; BRASIL, 2017).

Há diferentes práticas de ensino que podem contribuir para alcançar as diferentes habilidades correspondentes a essas competências, as sequências de ensino investigativo (SEI) entram como uma das possíveis estratégias para isso.

As SEIs são atividades ativas e estruturadas em que o docente conduz os estudantes ao conhecimento científico iniciando por uma problematização inicial, permitindo uma aprendizagem significativa e desenvolvimento das habilidades exigidas (COELHO et al, 2022, GIANI, 2010).

No entanto, este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre a abordagem de SEI nas aulas de termodinâmica, pois acredita-se que além das alterações nas normativas, o estudo e desenvolvimentos de práticas e estratégias de ensino são essenciais para alcançar as exigências atuais. Esse é um caminho possível para adequação nas práticas de ensino, nesse sentido são cada vez mais necessárias pesquisas a respeito do ensino de conteúdos específicos dessa área para que se construa o conhecimento necessário (PEREIRA; MACEDO, 2021)

A escolha pelo tópico Termodinâmica justifica-se pela forte relação desse conteúdo com cotidiano e questões socioambientais, e por seu ensino ser muito importante para atender a demandas da sociedade atual, bem como para solução de problemas desde que seja direcionado para isso e não apenas para reprodução do conhecimento científico.

Assim, este trabalho teve como objetivo geral analisar sequências de ensino investigativo para aulas de termodinâmica no ensino médio, e mais especificamente: (a) pesquisar estudos que propõem SEI para o ensino de termodinâmica; (b) descrever o cenário atual dessas pesquisas e (c) relacionar essas sequências com as habilidades exigidas atualmente pela BNCC.

A pesquisa foi realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), considerando publicações dos últimos 10 anos (2013-2023), e seguindo o modelo de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) descrito por Cleophas e Francisco (2018).

Como resultados foram encontradas 8 dissertações na BDTD, o cenário dessas publicações revela que há poucas pesquisas, mas que abrangem uma diversidade de atividades investigativas que contemplam algumas habilidades exigidas na legislação atual, há uma lacuna nesses trabalhos, que possivelmente se deve ao ano que foram desenvolvidas, faltam trabalhos que realmente façam associação direta com as habilidades da BNCC.

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica acerca de sequências de ensino investigativas na abordagem de termodinâmica, a pesquisa foi feita no site da BDTD no qual reúne textos completos de teses e dissertações brasileiras.

Foi utilizado o modelo, adaptado, de revisão sistemática de literatura (RSL) descrito por Cleophas e Francisco (2018) no qual apresentou cinco etapas: (i) identificação de um tema relacionado ao ensino de Ciências; (ii) levantamento de dados de fontes com livre acesso; (iii) estabelecimento de critérios para a seleção e descarte de dados; (iv) compilação dos dados; e (v) realização de inferências.

Neste trabalho a etapa inicial (i) se deu pela restrição de trabalhos que apresentem SEI para o ensino de termodinâmica, na etapa seguinte (ii) definiu-se como banco de dados a BDTD, posteriormente (iii) os trabalhos foram selecionados pelos descritores: “termodinâmica”, “sequências de ensino investigativo”, com filtro para todos os campos, e período 2013-2023, seguido de leituras de títulos e resumos, após a seleção fez-se a compilação dos dados (iv) nessa etapa foi elaborado um quadro analítico com codificação e sintetizadas as seguintes informações: aspectos teóricos para elaboração da SEI, estratégias de ensino, relação com habilidades da BNCC (v) e então fez-se as inferências com relação aos trabalhos selecionados.

PANORAMA DE TESES E DISSERTAÇÕES COM APLICAÇÃO DE SEI NO ENSINO DE TERMODINÂMICA

Ao buscar trabalhos com os descritores anteriormente citados obteve-se 16 trabalhos, porém após a seleção do material obteve-se 8, apresentados no quadro 01, que realmente abordam a termodinâmica com sequências de ensino investigativo.

Quadro 01: Trabalhos que apresentam SEI no ensino de Termodinâmica na BDTD.

Trabalho	Autor	Título	Ano	Instituição	Tipo
T1	Barbosa, José Bruno dos Santos	Sequência de ensino investigativo sobre as propriedades térmicas: evidências em modelos mentais e subsunções	2021	IFAM-Mestrado Profissional em Ensino de Física	Dissertação
T2	Sales, Izabela Talita de	Uma proposta de sequência didática de termodinâmica para o ensino médio	2017	UFJF-Mestrado Profissional em Ensino de Física	Dissertação
T3	Vicari, Mathias Viana	O ensino da 1ª e 2ª Leis da Termodinâmica em uma abordagem investigativa desenvolvida em torno do Motor de Stirling	2018	UFV-Mestrado Profissional em Ensino de Física	Dissertação
T4	Oliveira, Emanuel Romário	Uma proposta de sequência didática em website para o ensino de transferência de calor	2018	UTFP-Mestrado Profissional em Ensino de Física	Dissertação
T5	Silva, André Luís de Almeida	Uma proposta para aprendizagem de calorimetria utilizando a plataforma arduino em uma sequência didática diversificada	2019	UFJF-Mestrado Profissional em ensino de física	Dissertação
T6	Braga, Mercia Cristina Félix Teixeira	Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para o ensino de termodinâmica no ensino médio	2018	Universidade Federal de Viçosa-Mestrado Profissional em ensino de física	Dissertação
T7	Saraiva, Raysa Zurra	Máquinas térmicas: uma proposta para o ensino das leis da termodinâmica para o ensino médio	2016	IFAM-mestrado profissional em ensino de física	Dissertação
T8	Conceição, Lucas Carvalho da	Abordagem da termodinâmica a partir de temas sociocientíficos: contribuição para o aprimoramento da capacidade argumentativa de estudantes do ensino médio	2022	UFS-Mestrado Profissional em ensino de física	Dissertação

Fonte: Elaborado pelas autoras, dados da pesquisa (2023).

Todas as sequências foram elaboradas prioritariamente para o 2º ano do ensino médio, série em que normalmente esse conteúdo é estudado, mas também podem ser aplicadas em outras turmas como revisão e até na formação de professores, 2 (T1, T4) foram aplicadas também em turmas de 1º ano, e 3 (T1, T3, T4) no 3º ano, T4 foi no ensino médio e testada também no ensino fundamental e superior.

Para elaboração de sequências é necessário o conhecimento de teorias de ensino por parte do docente que servem como base fundamental para criá-las e desenvolvê-las. As SEIs foram fundamentadas em diferentes teorias que estão apresentadas no quadro abaixo com a quantidade de trabalhos que as utilizaram como base.

Quadro 02: Embasamento teórico das SEIs.

Embasamento Teórico	Quantidade de trabalhos
Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	3
Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird	1
Teoria da Mediação, de Vygotsky	1
Três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994)	1
Teoria sócio-histórica de Vygotsky	1
Ciclo investigativo	1
Não informada	2

Fonte: Elaborado pelas autoras, dados da pesquisa (2023).

Alguns dos trabalhos tiveram até dois aspectos teóricos citados como base para a elaboração da SEI. A teoria mais referenciada como fundamentação das SEI foi Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Essa teoria centraliza-se nos conhecimentos prévios dos estudantes, com a abordagem dos conteúdos partindo de conceitos mais gerais para mais específicos, e as sequências baseadas na mesma devem iniciar com um mecanismo pedagógico intitulado de “organizador prévio”, que organiza e ajuda a acrescentar os novos conceitos, fazendo uma ponte entre os novos conceitos e o conhecimento prévio (BARBOSA, 2021).

Conforme Sales (2017) para alcançar aprendizagem significativa é preciso buscar ações que potencializam a disponibilidade dos discentes para aprender, podendo o docente, por

exemplo, utilizar dos conhecimentos prévios dos alunos para relacionar com os novos conteúdos, o que já é uma dificuldade por não conhecer as experiências anteriores dos alunos.

As demais teorias não se repetiram, a dos Modelos Mentais de Johnson-Laird aborda a respeito do arranjo mental que os estudantes criam ao buscar entender ou explicar algum conceito (BARBOSA, 2021), foi usada juntamente com a da aprendizagem significativa em T1.

Os três momentos pedagógicos de Delizoicov, usado em uma das sequências, consiste em: problematização inicial; organização do conhecimento; e aplicação do conhecimento, conforme Vicari (2018) a problematização inicial coloca em evidência as concepções alternativas que os estudantes já têm e estimula-os a adquirir novos para resolver o problema proposto, instigando o interesse científico, no segundo momento podem ser usadas várias técnicas para apresentar os conceitos, definições e leis de forma que os estudantes sejam capazes de responder a problematização inicial, melhor interpretar e aplicar seu conhecimento para a interpretação dos fenômenos, e no terceiro objetiva-se aplicar o conhecimento construído nos momentos anteriores em situações que possam ser entendidas e sustentadas pelo aprendizado.

Pela teoria da mediação de Vygotsky estudantes constroem seus conhecimentos a partir das interações sociais, o que pode ser priorizado no desenvolvimento da SEI, mas é importante a ajuda de pessoas experientes (VICARI, 2018). O ciclo investigativo de Pedaste, também usado em uma das SEI, é dividido nas fases de orientação; conceitualização; investigação; conclusão e discussão (CONCEIÇÃO, 2022).

No quadro 02, abaixo, estão resumidas as estratégias de ensino utilizadas nas SEIs, bem como a quantidade de trabalhos em que elas se repetiram.

Quadro 02: Estratégias utilizadas na aplicação das SEI.

Estratégias	Quantidade de trabalhos
Vídeos	5
Simuladores de experimentos	6
Experimentos	7
Mapas conceituais	2
Atividades pictóricas	1
Problematização	2
Textos	3

Aulas de sistematização	1
Paródias	1

Fonte: Elaborado pelas autoras, dados da pesquisa (2023).

Como pode ser observado no quadro acima a maioria das sequências (6) utilizaram de experimentos durante a SEI, esses experimentos foram demonstrativos para explicação do conteúdo e de forma investigativa, ou desenvolvidos pelos próprios alunos seguindo roteiros e a segunda estratégia mais usada foram as simulações de experimentos (5).

Atividades experimentais estimulam o pensamento científico, aumentam o interesse, desperta curiosidade, e permite que os alunos participem ativamente atuando, assim, na construção do conhecimento, pois conhecem na prática o método científico, levantam hipóteses, testam, questionam, comparam com o conhecimento teórico e tentam explicar erros (SALES, 2017). Os experimentos também podem ser demonstrados de forma investigativa iniciando com apresentação de um determinado problema ou fenômeno a ser estudado e conduzir levando a investigação desse fenômeno, para resolver uma questão a partir do experimento (BRAGA, 2018).

Para Barbosa (2021) os simuladores virtuais de experimentos, podem substituir experimentos físicos reais na facilitação da assimilação de novos conceitos fornecendo informações e fazendo demonstração das interações entre as moléculas, o calor, de modo geral as propriedades térmicas. Na Termodinâmica, o simulador de experimentos é útil para que os alunos vejam, por exemplo, a dinâmica das transformações gasosas, o que não é possível de ser observado em imagens estáticas comuns em livros e exercícios (BRAGA, 2018).

A exposição de vídeos foi feita em metade das SEIs, Barbosa (2021) explica que a utilização de recursos audiovisuais, como vídeos curtos e explicativos, atrativos para os alunos e que instiguem os mesmos a fazer questionamentos são bons para inserir novos conceitos. Mapas conceituais, atividades pictóricas também foram usadas em alguns trabalhos. As atividades pictóricas podem ser usadas para o aluno externalizar sua interpretação sobre o comportamento físico da matéria, e mapas conceituais contribuem para os alunos sintetizam os conceitos e visualizam suas conexões (BARBOSA, 2021).

Os textos apresentaram-se em 3 trabalhos, mas com diferentes propostas, nas SEI foram usados textos explicativos, sociocientíficos e de contexto histórico. A abordagem histórica é importante para os alunos perceberem as mudanças nas teorias científicas e a relação da física com tecnologia e progresso da humanidade (SARAIVA, 2016). De acordo com Conceição

(2022) a discussão de textos sociocientíficos nas aulas é uma oportunidade de abordar questões relevantes para o contexto cotidiano dos estudantes, isso estimula a capacidade de produzir argumentos, conclusões e avaliar informações em diferentes contextos.

As demais atividades não se repetiram em mais de uma SEI, Vicari (2018) ressalta que a aplicação das SEI devem ser compostas de atividades que priorizem a autonomia dos estudantes, baseando-se em problemas autênticos, experimentações e atividades, a problematização deve incentivar debates, troca de conhecimentos, reflexões, análises e interpretações diferentes, relacionar a física com questões cotidianas, aplicar avaliações e utilizar a Mapas Conceituais como outro instrumento de aprendizagem e avaliação da alfabetização científica.

É importante que a SEI intencionalmente explore atividades distintas, de estilos de aprendizagem diferentes, para conseguir alcançar mais alunos, pois os estudantes podem ser auditivos, visuais e cinestésicos, ou ainda uma combinação dos três, e a diversificação de atividades garante o alcance de mais alunos, visto que cada um tem suas particularidades, a diversificação supri mais (OLIVEIRA, 2018).

Quanto a relação das SEI com habilidades da BNCC apenas um dos trabalhos (T1) apresentou as habilidades da BNCC (EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT301, EM13CNT307) a serem desenvolvidas durante as etapas da sequência, porém os demais, apesar de não apresentarem a habilidade correspondente, percebe-se associação do que foi desenvolvido na SEI com as habilidades. A maioria dos trabalhos não mencionam as habilidades, o que se deve também ao fato de terem sido desenvolvidos antes da atual BNCC entrar em vigor, o que revela uma ausência de SEI com essa relação para o ensino de termodinâmica. Mas pela descrição do que foi realizado nas sequências e objetivos notou-se a maioria dos trabalhos (7) contemplaram a EM13CNT101, outras habilidades também podem ser relacionadas a esses trabalhos como: EM13CNT301 (em 5), EM13CNT102 (em 2), EM13CNT303, EM13CNT309 em 1 trabalho cada uma.

A aplicação da SEI provoca maior interesse em relação aos temas abordados, motivação em aprender, e conseqüentemente alunos mais ativos na construção do conhecimento e participativos (BARBOSA, 2021; SALES, 2017; OLIVEIRA, 2018; BRAGA, 2018). Com a SEI, Barbosa (2021) explica que os alunos melhoram suas compreensões sobre os estados da matéria e as suas propriedades, no teste pictórico notou-se avanço no modelo mental de representar das moléculas, conseguiram relacionar com o cotidiano. A diversidade das atividades na SEI, em particular os experimentos possibilitaram o alcance dos processos

cognitivos mais altos (SALES, 2017), a cada nova atividade grupos específicos de alunos podem ser atingidos (ZURRA, 2016)

Aulas assim são desafiadoras tanto para professores quanto para os alunos que, por vezes, ficam receiosos de se expor (BRAGA, 2018) é difícil para os professores inverterem um pouco o papel, mas resgatar o aluno como protagonista no processo de ensino torna o processo mais envolvente e produtivo (ZURRA, 2016), e contribui no desenvolvimento e aplicação do conteúdo (VICARI, 2018).

De acordo com Conceição (2022) no ensino por investigação há muitas possibilidades para promover análises de situações as quais as pessoas são expostas no dia a dia, a SEI com temas sociocientíficos faz os alunos entenderem a ciência como parte do seu dia a dia e que a mesma pode ser usada na solução de problemas cotidianos e fazendo perceber os efeitos de suas ações nas questões sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há poucas publicações de SEI para o ensino de termodinâmica na BDTD, não se tem um crescimento/continuidade ao longo do tempo dessas publicações, não há teses, apenas dissertações, porém as dissertações contemplam atividades diversificadas, diferentes tópicos da termodinâmica e contempla habilidades exigidas para o ensino atualmente, mas há lacunas para SEIs que façam relação direta com as habilidades exigidas na BNCC, apenas uma pesquisa fez essa associação, nas demais é possível identificar pela descrição das atividades que contemplam algumas das habilidades, mas não são elaboradas diretamente com esse intuito ou pelo menos não há informação da associação.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. B. S. **Sequência de ensino investigativo sobre as propriedades térmicas: evidências em modelos mentais e subsunçores**. 303 f. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2021.

BRAGA, M. C. F.T. **Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para o ensino de termodinâmica no ensino médio**. 2018. 113 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

CLEOPHAS, M.G.; FRANCISCO, W. Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 29, p. 10-26, 2018.

COELHO, A. E. F. et al. Interações discursivas e indicadores de habilidades cognitivas sem atividades experimentais investigativas de ensino e aprendizagem em um clube de ciências. 2022.

CONCEIÇÃO, L. C. **Abordagem da termodinâmica a partir de temas sociocientíficos: contribuição para o aprimoramento da capacidade argumentativa de estudantes do ensino médio**. 2022. 79 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.

GIANI, K. A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010.

GONÇALVES, R.; LAVOR, O. P.; OLIVEIRA, E. A. G. Ensino de física no ensino médio: análise das determinações da BNCC. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 10, n. 25, p. 330-345, 2022.

MACHADO, M. A. (2015). **O ensino de física térmica na perspectiva da aprendizagem significativa: uma aplicação no ensino médio**. (Dissertação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.

OLIVEIRA, E. R. **Uma proposta de sequência didática em website para o ensino de transferência de calor**. 2018. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

PEREIRA, M. A. MACÊDO, H. R. A. **Transmissão de calor: O que dizem as pesquisas dos últimos dez anos a respeito?** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 01, Vol. 02, pp. 139-160. Janeiro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/transmissao-de-calor>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/transmissao-de-calor



SALES, I. T. D. **Uma proposta de sequência didática de termodinâmica para o ensino médio.** 139 f. 2017. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Federal Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2017.

SARAIVA, R. Z. **Máquinas térmicas: uma proposta para o ensino das leis da termodinâmica para o ensino médio.** 2016. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2016.

VICARI, M. V. **O ensino da 1ª e 2ª Leis da Termodinâmica em uma abordagem investigativa desenvolvida em torno do Motor de Stirling.** 2018. 122 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.