



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PIRANHAS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM FÍSICA

NATÂNAYLI DA SILVA ARAÚJO

**O ENSINO DA 2ª LEI DA TERMODINÂMICA NA PERSPECTIVA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

PIRANHAS, AL

2022

NATÂNAYLI DA SILVA ARAÚJO

O ENSINO DA 2ª LEI DA TERMODINÂMICA NA PERSPECTIVA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Projeto de Pesquisa referente ao Trabalho de Conclusão de Curso apresentado do Curso Superior de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, campus Piranhas, como requisito parcial avaliativo para a disciplina de TCC I.

Orientador: Professor MSc. Felipe Alexandre Medeiros de Freitas

PIRANHAS, AL

2022

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
METODOLOGIA.....	11
RECURSOS	13
CRONOGRAMA.....	13
REFERÊNCIAS	14

INTRODUÇÃO

A dimensão dos conhecimentos ensinados na disciplina de Física não se limita à exibição de fórmulas, leis, gráficos e conceitos definidos, esses elementos devem ser suporte para a construção de um aprendizado significativo que capacite o estudante com competências e habilidades, permitindo a investigação, formulação de hipóteses e resolução de problemas, como também a aplicação em situações cotidianas, seja em tarefas mais simples ou mais complexas, como previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), “portanto, o conhecimento da Física “em si mesmo” não basta como objetivo, mas deve ser entendido sobretudo como um meio, um instrumento para a compreensão do mundo, podendo ser prático, mas permitindo ultrapassar o interesse imediato.” (BRASIL, 2000, p. 23).

Dentre um dos mais variados conteúdos ensinados na disciplina de física que podem ser atravessados diretamente com situações e aplicações cotidianas estão os conceitos de Termodinâmica. Descrita por Hülsendeger (2007) como “[...] ramo da Física que estuda as relações entre duas formas de energia: calor e trabalho. Procura responder perguntas como: quanto calor é necessário fornecer a um corpo para aumentar sua temperatura? Como se pode realizar trabalho, produzir energia, a partir do calor?”. De acordo com (LANDRI, 2018), grande parte dos conceitos de termodinâmica foram desenvolvidos a partir de estudos sobre máquinas térmicas, fortemente estudado por físicos como: Denis Pappin (1647-1714), Thomas Newcomen (1663-1729), Thomas Savery (1650-1715), Robert Hooke (1635-1703), Èmile Clapeyron (1799-1864), Rudolf J. E. Clausius (1822-1888), William Thompson (1824-1907) e Nicolas S. Carnot (1796-1832).

Habitualmente, nos livros didáticos do ensino médio os conteúdos iniciados na Termologia são os conceitos relacionados à termometria que apresentam, por exemplo, os conceitos de temperatura e calor, em sequência, são dispostos os conteúdos de Termodinâmica, com foco nas Leis da Termodinâmica. Porém, os conceitos que baseiam o estudo da termodinâmica, como a definição de calor, temperatura e entropia ao serem abordados, passam por um difícil processo de compreensão, muitos estudantes não conseguem diferenciar calor de temperatura, assim como relacionar as teorias conceituais

da termodinâmica com o funcionamento e desenvolvimento de máquinas térmicas. (BOSS et al. 2009); (HÜLSENDEGER, 2007).

Tratando em específico da Segunda Lei da Termodinâmica duas formulações podem ser apresentadas, a primeira de acordo com Rudolf Clausius (1822-1888): “Calor pode fluir espontaneamente de um corpo quente para um corpo frio, mas o calor não flui espontaneamente de um corpo frio a um corpo quente.” (BORGES, 2013, p. 242) e a segunda formulação de acordo com Kelvin (1824-1907): “Não é possível um processo cíclico no qual calor é retirado de uma fonte quente e convertido inteiramente em trabalho”. (BORGES, 2013, p. 242).

A Segunda Lei da Termodinâmica e os estudos das máquinas térmicas, apresentam grandes contribuições históricas tanto para a ciência, quanto para o desenvolvimento econômico e social em contextos da história humana. Um fato em destaque que surgiu após o aprimoramento das máquinas térmicas no século XVII, é o trabalho do cientista Thomas Savery (1650-1716) que construiu uma máquina a vapor para solucionar problemas de alagamentos nas minas de extração de carvão mineral na Inglaterra (SANTOS, 2012 apud LEILA, 2012). Em busca de melhorar o rendimento e a eficiência dessas máquinas térmicas, Thomas Newcomen (1663-1729) e James Watt (1736-1819) também foram promotores dessas criações e promoveram resultados significativos no período da Revolução Industrial, seus trabalhos impulsionaram a produção nas indústrias têxteis e indústrias de aço, e foram base para o desenvolvimento da locomotiva a vapor e do barco movido a vapor. Enquanto ocorria a expansão das máquinas térmicas, as teorias científicas também eram revisadas e novos estudos surgiam. (SANTOS, 2012). E, graças ao melhoramento das máquinas térmicas, atualmente temos presente no cotidiano aparelhos refrigeradores, aparelhos de ar-condicionado, usinas termelétricas e carros movidos por motores à combustão, que foram fabricados a partir dos conhecimentos científicos.

Durante sua abordagem no ensino médio, surgem algumas dificuldades por parte dos estudantes, no que se refere à compreensão do ciclo de Carnot, e “[...] à abstração dos conceitos de irreversibilidade e entropia” (MONTEIRO, M. A. A. et al, p. 368, 2009). SILVA (2009), investigando barreiras conceituais que dificultam a compreensão da 2ª lei da termodinâmica identificou que os conceitos de sistema, processo, temperatura, transformação e natureza do calor também são tópicos de difícil compreensão para os

estudantes, além de falhas conceituais apresentadas nos próprios livros didáticos. Utilizando 3 questões problemas, foram analisadas as concepções espontâneas dos alunos sobre elementos fundamentais para a compreensão da Termodinâmica, com ênfase na compreensão dos processos irreversíveis. Em sua pesquisa o autor afirma que, “a falta de uma noção mais ampla de fonte, de sistema isolado, de diferenciação entre calor e temperatura, impede a visão do sentido privilegiado das transformações e a constatação da irreversibilidade dos processos espontâneos, [...] (SILVA, D. N. 2009, p. 116).

No caráter das dificuldades de ensino da 2ª Lei da Termodinâmica, além dos conceitos citados anteriormente, outros fatores como a metodologia de ensino, a escassez de abordagens experimentais e a síntese matemática nos conceitos físicos se tornam obstáculos no processo de ensino e aprendizagem. Assim, uma das alternativas para tornar a compreensão da 2ª Lei da Termodinâmica uma atividade mais dinâmica e motivadora é o ensino por investigação norteada pela Teoria da Aprendizagem Significativa. A aprendizagem significativa toma como base as concepções espontâneas dos alunos, fazendo com que esses conhecimentos sejam significativos e introduzidos junto aos novos conceitos apresentados, definida por (MOREIRA, 2012) como “é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.”

O uso da atividade investigativa atrelada ao ensino significativo proporciona ao aluno uma nova visão e sentido na prática experimental, para que a partir de situações com erros, acertos, hipóteses e resoluções de problemas, possa ser consolidado uma interpretação dos conceitos estudados, “um outro objetivo, na resolução de problemas a partir de experimentos, é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer.” (CARVALHO et al, p. 45,1999).

Uma alternativa de grande relevância utilizada no ensino da 2ª Lei da Termodinâmica é a aplicação de um produto educacional. Como mostrado por (NOGUEIRA, 2021), que desenvolveu um produto educacional com foco na Segunda Lei da termodinâmica e o conceito de entropia, unindo história da ciência e uso de experimentos, com o objetivo de levar para os professores do ensino médio um produto educacional com uma linguagem sintetizada que auxiliasse no ensino da termodinâmica. A metodologia aplicada foi em conformidade com a Teoria da Aprendizagem

Significativa de Ausubel, o resultado foi uma participação mais eficaz dos estudantes nas aulas a partir da assimilação dos fatos históricos e a formulação da segunda lei da termodinâmica, podendo fazer confrontações e verificações de forma experimental. Nos trabalhos realizados por (VIEIRA, 2020 e LINHARES, 2018), que também desenvolveram produtos educacionais para o ensino da termodinâmica baseados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, mostraram que para construir um conhecimento significativo para os estudantes é necessário apresentar e estruturar o conhecimento científico em coerência com saberes que o aprendiz já traz, e que o ensino de Física pode ser apresentado com problematizações e investigações sobre o papel na ciência em questões econômicas e o desenvolvimento tecnológico.

Como forma de minimizar as barreiras no ensino e aprendizagem da 2ª Lei da Termodinâmica aplicando um produto educacional e para demonstrar a equivalência dos enunciados desta lei, este trabalho tem como objetivo geral: Avaliar o potencial educacional de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS); e como objetivos específicos: aplicar um questionário de avaliação prévia para identificar e caracterizar os conhecimentos prévios dos estudantes; elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) abordando a Segunda Lei da Termodinâmica; aplicar a UEPS em turmas do 2º ano do ensino médio observando as barreiras que dificultam o entendimento da Segunda Lei da Termodinâmica; e Investigar o progresso dos conceitos estudados com relação aos conhecimentos iniciais.

A metodologia tem uma abordagem qualitativa, se baseia na Teoria da Aprendizagem Significativa, e pretende realizar uma caracterização dos conhecimentos prévios dos estudantes, assim como associar com os conhecimentos construídos ao decorrer da aplicação da proposta. As aulas serão expositivas, onde serão introduzidos tópicos de história e filosofia da ciência sobre a segunda lei da termodinâmica, sua construção e relação com o desenvolvimento das máquinas térmicas, assim como a utilização de experimentos demonstrativos.

Dessa forma, espera-se que baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, os estudantes sejam instigados e busquem investigar eventos que contribuam e implicam na construção da Segunda Lei da Termodinâmica, compreendendo dessa maneira, os principais conceitos que fundamentam a essa lei.

REFERENCIAL TEÓRICO

Dentro do ensino de Física são enfrentados diversos desafios, de acordo com (MOREIRA, 2020) um deles é a aprendizagem mecânica, um ensino de memorização com finalidades pouco significativas para os estudantes, conceitos e fórmulas que não expressam sentido ou relação um com outro, e que após as avaliações o que foi decorado passa a ser esquecido. Para Moreira, “ensinar e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade [...]”, ao pensar em aprendizagem significativa deve-se entender que ela não é o oposto da aprendizagem mecânica, MOREIRA (2020) explica que:

Aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa são extremos de um contínuo. Entre elas há uma “zona cinza” na qual, em sala de aulas, por exemplo, pode estar ocorrendo aprendizagem significativa em razão do ensino recebido, dos materiais instrucionais e das atividades desenvolvidas. A aprendizagem significativa não é abrupta, é progressiva, os conhecimentos vão sendo adquiridos, progressivamente, com significados aceitos no contexto da matéria de ensino.

A aprendizagem significativa é uma teoria cognitivista apresentada por David Ausubel (1918 – 2008), segundo (MOREIRA; MASINI, 1982, p.7) “para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”, para integralizar os novos conhecimentos a aprendizagem significativa apresenta a importância dos conhecimentos prévios:

“O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.” (MOREIRA, 2012).

Durante esse processo de aprendizagem o aspecto relevante citado e que fará uma comunicação com a nova informação, é chamado de subsunçor. “Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.”, e, para que ocorra a aprendizagem significativa, duas condições devem ser consideradas: “1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para

aprender", no primeiro ponto o material didático a ser empregado deve apresentar significado consistente e se relacionar com os conhecimentos prévios dos estudantes. No segundo ponto, o próprio estudante deve ter uma aptidão em querer aprender. (MOREIRA, 2012).

A Aprendizagem Significativa de David Ausubel já foi utilizada como base para a criação de produtos educacionais sobre Termodinâmica. A seguir, são descritos alguns desses trabalhos, o objetivo das pesquisas e as metodologias aplicadas.

Mauro Rodrigues Alves Nogueira (2021), em sua dissertação de mestrado intitulada "Sequência didática para abordagem da Segunda Lei da Termodinâmica no ensino Médio", desenvolve um produto educacional com linguagem simplificada para auxiliar o professor de Física do ensino médio. Com foco na Segunda Lei da Termodinâmica, baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa, a metodologia aplicada foi a sala de aula invertida (*Flipped Classroom*), que permite aos estudantes uma maior autonomia na construção do conhecimento. A sequência didática proposta apresenta dois experimentos que fazem parte da evolução histórica dos conceitos relacionados à segunda lei da termodinâmica e ao desenvolvimento de máquinas térmicas. A aplicação se deu em duas escolas particulares do interior de São Paulo em duas turmas de 2º ano, ao final foi observado em ambas as turmas um envolvimento e curiosidade com as atividades desenvolvidas, o autor ressalva que "os alunos desenvolveram todas as atividades de maneira bastante engajada e com grande motivação." além dos experimentos e da contextualização histórica, foram aplicados dois questionários, um inicial e outro final que também mostraram resultados satisfatórios.

A dissertação de Wagner Costa Vieira (2020), "O ensino da termodinâmica sob as perspectivas ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e suas interdisciplinaridades", teve como objetivo desenvolver um produto educacional para facilitar o processo de ensino-aprendizagem de Física conforme as perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O produto educacional elaborado foi uma programação digitalizada no formato pdf, durante sua aplicação em sala foram utilizados recursos como simulações virtuais de aprendizagem, vídeos, textos e experimentações englobados em aulas expositivas onde o professor tinha o papel de mediar as aulas e não puramente de explicar tópicos e conceitos. Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, foram analisados os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de situações-problema do

cotidiano relacionados ao conteúdo da termodinâmica. As situações problemas foram base para todas as etapas de aplicação do produto educacional, e ao final foram retomadas e foi verificado o que os alunos conseguiram aprender através da interpretação e resolução dessas problematizações. Como resultado foi observado que a utilização de simuladores de demais recursos tecnológicos despertou nos estudantes uma predisposição para acompanhar os conteúdos, o que de acordo com o autor “mostra que o material de ensino estava se tornando potencialmente significativo para eles.”

Marco Antônio Linhares (2018), em sua dissertação: “Conceitos de termodinâmica através de experimentação: simulando uma máquina térmica em sala de aula”, apresenta um produto educacional embasado na teoria de aprendizagem de David Ausubel, complementada pelas teorias de educação de Novak, e a teoria de aprendizagem significativa de Marco Antônio Moreira. A metodologia aplicada se baseou na aplicação de experimentos e vídeos como instrumento auxiliar de ensino, aplicação e análise de questionários para verificar a evolução da aprendizagem. Os resultados obtidos concluíram que a metodologia aplicada aproximou os alunos das aplicações da Física no cotidiano, proporcionando maior interesse e interação dos estudantes, outro aspecto foi a identificação de “uma melhor identificação dos conhecimentos prévios dos alunos e seus efeitos nas suas aprendizagens.”

Robinei de Borges Souza (2019), em sua dissertação de mestrado, apresenta um estudo sobre uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com o título “Sequência Didática para o Ensino das Leis da Termodinâmica e Máquinas Térmicas”, a sequência didática criada é fundamentada na Teoria Aprendizagem de David Ausubel segundo Marco Antônio Moreira. Para trabalhar com o potencial significativo, a sequência didática foi elaborada associando o movimento de História e Filosofia da Ciência com Tecnologia, Ciência e Sociedade. Como recursos metodológicos potencialmente significativos foram utilizados textos, vídeos, animações, plataforma de aprendizagem virtual (Kahoot.it), experimento e jogo pedagógico. A análise do potencial da sequência didática mostrou que “por meio de uma abordagem qualitativa, que há indícios de aprendizagem e que o material elaborado é potencialmente significativo, visto o envolvimento e motivação da turma durante as atividades.”

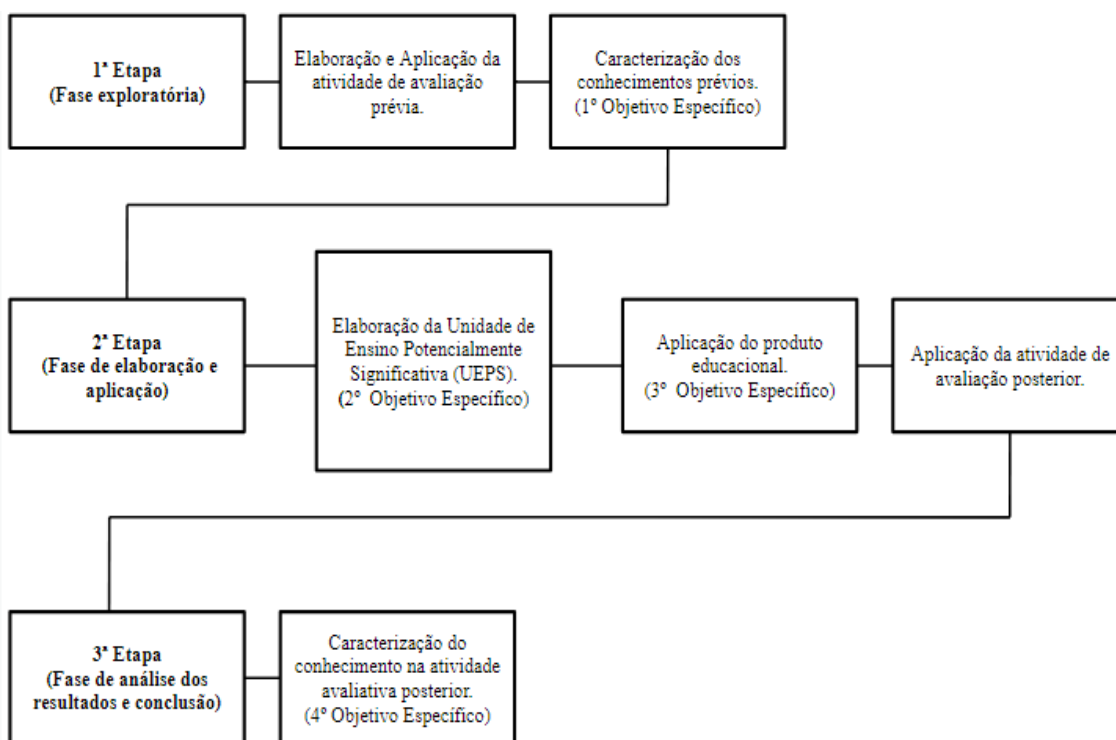
Assim, tomando como base as pesquisas citadas anteriormente, em que todas contribuíram para o ensino e aprendizagem da Segunda Lei da Termodinâmica, este

trabalho propõe desenvolver uma sequência didática como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) norteada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, visando demonstrar a equivalência entre os enunciados da 2ª lei da Termodinâmica, construindo um conhecimento sólido que seja significativo para os estudantes, abordando a construção histórica da segunda lei, seus impactos na ciência, suas contribuições para a história humana e na atualidade.

METODOLOGIA

A aplicação da proposta está embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa. E será norteada por meio da construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), onde será abordada a Segunda Lei da Termodinâmica. De acordo com o percurso metodológico presente na figura 01:

Figura 1- Fluxograma da metodologia.



Fonte: autora.

Essa unidade prevê aulas expositivas, práticas experimentais investigativas, além da introdução de alguns tópicos de História e Filosofia da ciência associados ao desenvolvimento dos enunciados das Leis da Termodinâmica. Para identificar os

conhecimentos prévios dos estudantes será aplicado um questionário de avaliação prévia. As aulas serão elaboradas enfocando aspectos da história da ciência que fazem parte da formulação da 2ª Lei da Termodinâmica, as práticas experimentais serão utilizadas para discutir e investigar sobre as concepções espontâneas sobre as máquinas térmicas, trazendo também a relação com equipamentos do cotidiano dos estudantes.

A primeira etapa da UEPS será a aplicação de um questionário que identifique os conhecimentos a serem considerados prévios que irão se relacionar com o entendimento da 2ª Lei da Termodinâmica. Já na segunda etapa, serão abordados fatos relativos à História da Ciência que foram expressivos na construção da Segunda Lei (LANDRI, 2018); (HÜLSENDEGER, 2007); (SCALON, 2006), (ROCHA et al, 2015) junto a uma abordagem experimental demonstrativa que se assemelha a um protótipo das primeiras máquinas térmicas, até demonstrar a equivalência dos enunciados (NUSSENZVEIG, 2002).

Na terceira etapa, como forma de avaliação, a proposta é que os estudantes sejam distribuídos em grupos de no máximo 5 integrantes, construam experimentos relativos a máquinas térmicas e expliquem os fundamentos de funcionamento. As apresentações dos estudantes serão gravadas, assim será feito uma análise qualitativa das discussões, observando a evolução dos conhecimentos prévios apresentados no questionário com as concepções apresentadas pelos estudantes após a sequência de aulas. A análise também levará em consideração a interação e participação dos estudantes durante as aulas expositivas. Então será possível apontar se houve mudança na estrutura cognitiva dos estudantes em relação aos conceitos apresentados e potencial da UEPS (LINHARES, 2018); (VIEIRA, 2020); (NOGUEIRA, 2021); (SOUZA, 2019). Por se tratar de uma pesquisa qualitativa a análise virá a partir de fatos, considerando a interação e participação dos estudantes durante as aulas expositivas e a apresentação experimental, envolverá técnicas de uma pesquisa descritiva, como por exemplo, a coleta de dados, juntamente com resultados das apresentações e da observação sistemática. Os dados estarão disponíveis compilados no formato de proposições, esquemas e argumentações.

REFERÊNCIAS

- BORGES, Andrea. Entropia e a segunda lei da termodinâmica. In: _____. **Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Biologia, Física, Química. Rio de Janeiro.** Fundação CECIERJ, 2013. p. 239-258.
- BOSS, Sérgio L. B. *et al.* **Ensino por investigação: relato de uma experiência pedagógica em termodinâmica.** In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros curriculares nacionais : ensino médio (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias). Brasília: MEC, 2000.
- CARVALHO, Ana M. P. de *et al.* **Termodinâmica um ensino por investigação.** São Paulo: FEUSP, 1999.
- HÜLSENDEGER, Margarete J. V. C. **A história da ciência no ensino da termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de física.** 2007.
- LANDRI, Cristian. **O caminho da Segunda lei da Termodinâmica.** *Physica e organum*, Brasília, vol. 4, n. 1, 2018.
- LINHARES, Marco Antônio. **Conceitos de Termodinâmica Através de Experimentação: Simulando uma Máquina Térmica em Sala de Aula.** 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, 2018.
- MONTEIRO, Marco A. A. **Proposta de Atividade para Abordagem do Conceito de Entropia.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n. 2: p. 367-378, ago. 2009.
- MOREIRA, Marco A. **O que é afinal aprendizagem significativa?.** Instituto de Física – UFRGS. 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>> . Acesso em: 29 de jul. 2012.
- MOREIRA, Marco Antônio. **Desafios no ensino de física.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 43, 2021.
- MOREIRA, M. A; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.
- NOGUEIRA, Mauro Rodrigues Alves. **Sequência Didática para Abordagem da Segunda Lei da Termodinâmica no Ensino Médio.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2020.
- NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica - Vol 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor.* 4ª ed. Edgard Blucher, 2002.
- ROCHA, J. F. M. *et al.* **Origens e evolução das ideias da física.** 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2015.

SANTOS, Marcos M. dos. **A História da Termodinâmica e suas Leis**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Licenciatura em Física, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012.

SCALON, Vicente L. **Termodinâmica Avançada**. FEB/UNESP - Bauru, 2006.

SILVA, Djalma N. da. **A termodinâmica no ensino médio: ênfase nos processos irreversíveis**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2009.

SOUZA, Robineide Borges. **Sequência Didática para o Ensino das Leis da Termodinâmica e Máquinas Térmicas**. 2019. 134 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

VIEIRA, Wagner da Costa. **O Ensino da Termodinâmica Sob a Perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Interdisciplinaridade dela Decorrente**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós- Graduação em Física. Maceió, 2020.