



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO  
AMBIENTE**

**LARISSA OLIVEIRA DOS SANTOS**

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ABORDAGEM  
PRÁTICA DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA  
PARA O SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO.**

Ariquemes- RO

2018

**Larissa Oliveira dos Santos**

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ABORDAGEM  
PRÁTICA DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA  
PARA O SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO.**

Monografia apresentada ao curso de  
Graduação em Física da Faculdade  
de Educação e Meio  
Ambiente – FAEMA, como requisito  
parcial à obtenção de grau de  
licenciada em Física  
Orientador: Prof. Me. Jhonattas  
Muniz de Souza.

Ariquemes-RO

2018

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA**

S2373p

SANTOS, Larissa Oliveira dos.

Proposta metodológica de abordagem prática da segunda lei da termodinâmica para o segundo ano do ensino médio. / por Larissa Oliveira dos Santos. Ariquemes: FAEMA, 2018.

33 p.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Física - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Prof. MSc. Jhonattas Muniz de Souza.

1. Proposta de Ensino. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Experimentação. 4. Lei termodinâmica. 5. Licenciatura em Física. I. DE SOUZA, Jhonattas Muniz. II. Título. III. FAEMA.

CDD: 530.

**Bibliotecário Responsável**  
**EDSON RODRIGUES CAVALCANTE**  
CRB 677/11

**Larissa Oliveira dos Santos**

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ABORDAGEM  
PRÁTICA DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA PARA O  
SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO.**

Monografia apresentada ao curso de  
Graduação em Física da Faculdade  
de Educação e Meio  
Ambiente – FAEMA, como requisito  
parcial à obtenção de grau de  
licenciada em Física  
Orientador: Prof. Me. Jhonattas Muniz  
de Souza.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador: Me. Jhonattas Muniz de Souza  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

---

Prof. Esp. Douglas Pereira do Nascimento  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof. Esp. Fábio Prado de Almeida  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 28 de Setembro de 2018.

Dedico a Deus, por ter me sustentado em todos os momentos e ter me proporcionado tanto aprendizado, e a minha Mãe, minha motivação diária.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, toda a Gratidão, por me fortalecer cada dia mais e proporcionar tantas oportunidades.

A minha Mãe, minha maior motivação de vida, toda a gratidão, por sempre estar do meu lado em todos os momentos de minha vida.

À minha irmã, Melissa, por sempre me incentivar e estar do meu lado.

Aos meus professores, grandes mestres, responsáveis por todo aprendizado adquirido nessa fase, exercício que levarei para sempre.

Ao meu orientador, Jhonattas Muniz de Souza, pelo apoio, incentivo, e por ter me guiado e compartilhado de seu conhecimento.

Aos meus colegas de sala, por ser meu suporte diariamente.

Ensinar não é transferir conhecimento,  
mas criar as possibilidades para a sua  
própria produção ou a sua construção.

Paulo Freire

## RESUMO

A termodinâmica é um ramo de estudo da física que analisa e quantifica a relação de troca de calor resultante do trabalho realizado por um sistema, seu estudo possibilita uma compreensão das fontes de energia e sua transformação. Com a problemática da falta de abordagem e prática dos conceitos termodinâmicos existentes no ensino de física, o estudo tem como objetivo elaborar uma proposta prática sobre o estudo da segunda lei da termodinâmica para as turmas do 2º ano do ensino médio por meio de uma metodologia experimental para melhor contextualização do componente. Elaborado através de uma revisão bibliográfica, utilizou-se de 23 artigos científicos, 2 livros e 1 monografia obtidos em repositórios digitais e na biblioteca da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA. Foi elaborado um modelo experimental e um guia para fabricação de motor à vapor para contextualização do conteúdo. Dessa forma, o estudo mostra a relevância da experimentação na aprendizagem dos educandos, proporcionando uma compreensão contextualizada da física em seu cotidiano.

**Palavras chave:** Proposta de Ensino; Aprendizagem Significativa; Experimentação; 2º Lei Termodinâmica.



## ABSTRACT

Thermodynamics is a field of study of physics that analyzes and quantifies the relation of heat exchange resulting from the work performed by a system, its study enables an understanding of energy sources and their transformation. With the problem of the lack of approach and practice of the thermodynamic concepts existing in physics teaching, the study aims to elaborate a practical proposal on the study of the second law of thermodynamics for the classes of the second year of high school through an experimental methodology to better contextualize the component. Elaborated through a bibliographical review, 23 scientific articles, 2 books and 1 monograph obtained in digital repositories and in the library of the Faculty of Education and Environment - FAEMA were used. An experimental model and a guide for steam engine manufacturing were developed for contextualizing the content. Thus, the study shows the relevance of experimentation in students' learning, providing a contextualized understanding of physics in their daily lives.

**Keywords:** Teaching Proposal; Significant Learning; Experimentation; 2nd Thermodynamic Law.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Turbina de Heron de Alexandria .....	21
Figura 2 - Máquina Térmica .....	21
Figura 3 - Processos cíclicos de um gás através do diagrama P x V .....	22
Figura 4 - Base de madeira .....	24
Figura 5 - Latinhas de alumínio .....	25
Figura 6 - Motor vapor caseiro .....	25

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CM	Centímetro
ML	Mililitro
MM	Milímetros
$\eta$	Rendimento de máquina térmica
$\emptyset$	Diâmetro
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares do Ensino Médio
$Q_1$	Calor
$T_1$	Temperatura
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
W	Trabalho

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL: .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 ENSINO DE FÍSICA SEGUNDO OS DOCUMENTOS OFICIAIS.....	16
3.2 TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A EXPERIMENTAÇÃO .....	17
3.3 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA .....	18
3.4 MÁQUINAS TÉRMICAS.....	20
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
4.5 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO PARA ABORDAR A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA .....	26
<b>4.5.1. Execução da proposta</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5.2 Discussão da proposta</b> .....	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>

## INTRODUÇÃO

A termodinâmica é um componente da Física que analisa e explica a relação de troca de calor em sistemas, resultante de fatores como pressão, variação de temperatura e volume. Souza, Dias e Santos (2013) afirmam que surgiu com a necessidade de aumentar a eficiência nas máquinas térmicas, e que contempla a ciência probatória relacionada a equipamentos que funcionam a partir do vapor d'água. O estudo que envolve as trocas de calor e de transformação de energia térmica em mecânica permite aos alunos uma compreensão mais ampliada do conceito de energia. A partir das máquinas térmicas e processos cíclicos é possível abordar a importante lei restrita e os processos de irreversibilidade. A falta de abordagem e contextualização deste importante tópico da física no ensino médio dificulta a compreensão da conservação de energia e dos processos energéticos decorrentes. (PCNEM, 2016).

São evidentes as dificuldades apresentadas nas escolas brasileiras, Libâneo (2017) explica que as políticas da educação já existentes estão bem consolidadas e fundamentadas, porém ocorrem problemas de base não resolvidas durante seu aproveitamento: falta de políticas educacionais de fácil aplicabilidade, salários baixos, degradação da profissional docente. O que podemos observar é uma intensa pesquisa da temática, propostas razoavelmente bem fundamentadas, porém um distanciamento dos pesquisadores com a realidade das escolas públicas e dos professores do país. Quanto às dificuldades na aprendizagem da Física, Carvalho, Zanatta e Leiria (2016) apontam variadas possibilidades que justificam seu insucesso, desde a formação dos professores, deficiência na flexibilidade dos docentes em trabalhar diferentes metodologias e a falta de associação dos conteúdos com o cotidiano dos alunos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) afirmam que é indispensável o estudo de fontes de energia térmicas e calor, se fundamentando na investigação das transformações de energia. Com necessidade de uma ênfase maior nos aspectos precisamente termodinâmicos, para que se tenha uma compreensão contextualizada do funcionamento das máquinas térmicas. Tendo ainda a possibilidade de se

envolver as transformações de calor, e sua correlação social e decorrentes consequências ambientais. Neste sentido, segue trazendo que o aprendizado da disciplina deve construir uma visão voltada para a formação cidadã, que seja capaz de formar um jovem apto a compreender e participar do mundo a sua volta mesmo que após a conclusão do ensino médio não venha a ter contato algum com o componente. (BRASIL, 2000).

Como afirma Vitor, 2012, a física é uma área de conhecimento necessariamente experimental, pois a metodologia proporciona ao educando visualização da prática do conteúdo teórico, dessa forma o aluno consegue absorver melhor a informação. Essa visão de um processo de ensino-aprendizagem que seja verdadeiramente expressivo aos alunos, levanta grandes discussões a cerca do ensino de ciências, pois o que muito se nota no ensino de física é um processo de decoração e repetição de listas de exercícios, sem incentivar o espírito questionador e curioso dos alunos. Para tanto, a proposta tem por finalidade demonstrar a relevância da experimenta o na aprendizagem dos alunos, e assim utilizar dessa metodologia para media o da aprendizagem dos princípios físicos que explicam a Segunda Lei da Termodinâmica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL:

Elaborar uma proposta prática sobre o estudo da Segunda Lei da Termodinâmica para turmas do 2º ano do Ensino Médio por mediação de uma abordagem experimental.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Mostrar a relevância da experimentação na aprendizagem técnica dos alunos.
- Reconhecer os princípios físicos que descrevem a Segunda Lei da Termodinâmica;
- Propor um experimento que esclareça a Segunda Lei da Termodinâmica.
- Evidenciar os conceitos teóricos de calor, trabalho e entropia de forma prática.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ENSINO DE FÍSICA SEGUNDO OS DOCUMENTOS OFICIAIS

O ensino e os métodos pedagógicos são objetos de estudo ao longo dos anos, o que se busca é o aperfeiçoamento das práticas docentes para facilitar a relação aluno-professor e conseqüentemente a aprendizagem. Como afirma Calheiro et al. (2017), as escolas em sua grande maioria ainda adotam uma didática onde o professor detém o saber e o aluno é apenas receptor do que é transmitido, seguindo um método tradicional de ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são propostas de Base Comum nacional regulamentado pela Lei de Diretrizes e Bases (9.394/96), com o objetivo de padronizar e definir competências a serem trabalhadas durante o ensino médio. Para Anjos (2013), a escola num todo, deve assegurar ao educando a prática de uma aprendizagem significativa, onde o ensino de Ciências tem por finalidade o entendimento do mundo atual a sua volta.

O ensino da física tem se realizado de forma de memorização e repetição de fórmulas matemáticas, como evidencia o Parâmetro Curricular do Ensino Médio (2016), privilegia a teoria e deixa de lado a parte prática, distante do cotidiano dos alunos, conseqüentemente resultando em um ensino de reprodução e com receitas de aprendizagem.

Segundo o Referencial Curricular do Ensino Médio de Rondônia (2013), é no decorrer do 2º ano do ensino médio que se devem trabalhar competências presentes no eixo temático de Calor, Ambiente e o uso de energia e suas tecnologias, a fim de organizar as habilidades necessárias para compreensão do calor, propriedades térmicas e dos materiais, e a eficiência das máquinas térmicas por meio da identificação do calor como transferência de energia. Segue alegando que a física é considera a mais básica das ciências naturais, pois possui uma abrangência muito ampla. É por meio do ensino desse componente que os alunos têm a oportunidade de entender a natureza e tecnologias que o cerca.

Dias 2016, mostra que os materiais alternativos e de baixo custo representam uma importante ferramenta pedagógica de ligação entre teoria e



prática, tornando as aulas práticas palpáveis e proporcionando ao educando uma aprendizagem expressiva, ligadas ao seu vivencial.

Rosa e Rosa (2012) explica que aprender requer uma pedagogia favorecedora para que o processo de ensino aprendizagem obtenha resultados. Não é só ouvindo, escrevendo ou memorizando que o aluno consegue absorver o conteúdo, é necessário que o aprendiz coloque em prática sua estrutura cognitiva e pensante, com o intuito de prepará-lo para refletir e tomar decisões em busca de conhecimento.

Segundo o PCNEM (2016) espera-se da escola a formação cidadã de um conhecimento científico que propicie a interpretação e compreensão de conjuntos, técnicas e equipamentos de uso doméstico e profissional. Assim proporcionando uma aprendizagem capaz de considerar o vivencial dos alunos.

### 3.2 TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A EXPERIMENTAÇÃO

São muitas as dificuldades enfrentadas pelos docentes no processo ensino-aprendizagem, e trazer o aluno para a aula e despertar sua curiosidade se torna cada dia mais desafiador. Anjos (2013) relata que as aulas de física são abordadas com destaque para as equações matemáticas enquanto os conceitos são deixados às margens e trabalhados de forma apressada, explica que o instrumento de cálculo serve apenas para dar ao estudante detrimento dos conceitos e aspectos fenomenológicos.

Como garante Calheiro et al. (2017), é durante o ensino médio que se deve levantar questões sociais associadas aos componentes de sala, afim de propiciar de um modo geral um olhar crítico e reflexivo dos alunos, pois é nessa fase que se constrói o agir responsável dos educandos.

Moreira (2017), explica que o ensino de Física e das ciências é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, pois treina o aluno para memorização e preparo para provas, sem levantar a importância do desenvolvimento do educando e aprimoramento de suas competências.

Seguindo as Teorias da Aprendizagem, a prática significativa defendida pelo psicólogo na educação, David Paul Ausubel, afirma que quanto mais sabemos mais aprendemos, ou seja, a assimilação acontece quando o aluno leva em consideração seus conhecimentos prévios e consegue atribuir significação aos elementos transmitidos. Moreira (2008) mostra que a aprendizagem é a organização e integração de um novo conhecimento a estrutura cognitiva, e o fator mais importante é aquilo que o aprendiz já sabe. Os subsunçores, que são as palavras chaves já predominantes no saber daquele educando, é que oportunizam a interação do conhecimento prévio, que se modifica à medida que vão interagindo. (Moreira, 2012).

Partindo da pressuposição de uma aprendizagem que dê sentido ao ensino transmitido em sala, a TAS se torna uma das teorias do construtivismo, isso por que segundo Valadares (2011), a Aprendizagem Significativa parte do princípio de uma aprendizagem contínua e construtiva, estabelecida num processo de aquisição a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, assim expondo a importância da estrutura cognitiva do educando.

Diante disso, Moraes e Junior (2014), ressaltam que os ensinamentos das ciências contribuem para compreensão no cotidiano dos alunos quando associados a elementos práticos, sejam em laboratórios ou com materiais alternativos em sala mesmo. Assim se comprova a importância da experimentação, pois é através da metodologia que o aluno associa tópicos teóricos, colocando-os em prática.

### 3.3 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

A origem da Segunda Lei da Termodinâmica está vinculada com o advento da Revolução Industrial entre os séculos XVII à XIX, com a mudança de sistemas de produção a partir de máquinas a vapor. O físico Sadi Carnot (1796-1832), inicia um estudo sobre a eficiência das máquinas operando sob condições ideais. Dias (2016) explica que o invento tecnológico utilizado tanto na indústria como no transporte teve grande importância na mudança de organização no sistema de produção, mudanças essas que impulsionaram a sociedade capitalista. Assim surgiu a necessidade de

explicar o processo de conversão de calor em movimento aplicado as máquinas térmicas.

Com destaque para o uso das máquinas a vapor, a sociedade se recorria com perguntas necessárias para seu crescimento econômico. Os conceitos fundamentais da termodinâmica, como calor, trabalho e entropia ainda não tinham estudos formais que pudessem estimular o movimento de produção fabril.

No livro Fundamentos da Termodinâmica, Borgnakke e Sonntag (2009) definem energia como um dos conceitos cruciais no estudo da termodinâmica, podendo ser determinada como a capacidade de se produzir um efeito, resultado. Vale ressaltar que a energia pode ser acumulada ou transferida de um sistema para outro, por exemplo, na forma de calor. Já o Trabalho e calor são formas de transferência de energia de um sistema, em que ocorre passagem de calor quando há diferença entre as temperaturas dos corpos num determinado sistema, e o trabalho é resultado da força necessária para que ocorra transferência de energia.

O conceito de entropia de um modo geral é definido como a desordem de um sistema, Barreto e Xavier (2016) explicam que o calor nunca pode passar de um corpo frio a um corpo quente, pelo fato de que a desordem, entropia do sistema, se mantém constante, aumentando gradativamente, e nunca diminuindo. Borges (1999) interpreta a entropia como uma medida de irreversibilidade de um sistema. O exemplo a seguir explica esse processo:

“Mexa o café de uma xícara com uma colher [...] esse processo espontâneo resulta no aumento de entropia. Também resulta no aumento de desordem atômica, sendo o movimento de rotação inicial das moléculas do café um estado relativamente ordenado” (Halliday e Resnick, 2009, p. 241).

Como explica Santos (2010), os conceitos de energia, calor, e entropia, são de difícil compreensão no que se refere a uma lógica para abordagem do assunto. Principalmente para se trabalhar a entropia, pois são exemplos de ordem microscópicas, de difícil associação. O estudo das leis da termodinâmica associado a máquinas térmicas oportuniza ao educando uma associação mais concreta dos tópicos vistos como impopular entre os estudantes, Sasaki (2009) explica que essa abordagem por meio de dispositivos experimentais, máquina a vapor caseira, por exemplo, instiga os alunos, por estreitar sua relação entre ciência e tecnologia, associando ao mundo cotidiano do educando.

Em conformidade com Reis e Bassi (2012), Carnot mostra que para que ocorra trabalho em um processo cíclico, é necessário que a máquina emita alguma quantidade de calor, assim fazendo troca por meio de absorção, estudo publicado em 1824 em seu livro “*Reflexões sobre o Poder Motriz do Fogo e sobre as Máquinas*”.

A máquina a vapor imaginada por Carnot, considerada a máquina térmica ideal, foi analisada antes mesmo da descoberta do conceito de entropia e a formulação da primeira lei da termodinâmica, onde o calor é utilizado com a maior eficiência possível para realizar trabalho útil, em que todos os processos são reversíveis e a transferência de energia é realizada sem perdas por efeito do atrito, por exemplo. (Halliday e Resnick, 2009).

A abordagem dos tópicos da termodinâmica permite com que os alunos consigam lidar com fontes de energia, processos e propriedades térmicas, o ensino deve abranger desde a evolução do processo de produção, as máquinas a vapor, transformações de energia, e formas de dissipação de calor. Deste modo, faz-se imprescindível a abordagem nas diferentes formas de produção de energia em nossa sociedade, proporcionando uma análise da necessidade e dos impactos recorrentes. Assim, o estudo dos fenômenos térmicos sinaliza como tema estruturador para a abordagem de fontes e produção de energia, ambiente e calor. (BRASIL, 2000).

### 3.4 MÁQUINAS TÉRMICAS

As máquinas térmicas são dispositivos que realizam trabalho a partir do calor, utilizam como fluido, a água, tanto na forma líquida como a vapor. Para que a máquina realize trabalho é necessário que a substância utilizada opere em ciclos, passando por uma série de processos termodinâmicos, chamados de tempos. (Halliday e Resnick, 2009).

Cardoso (2017), afirma que a máquina a vapor surgiu na Grécia Antiga, por Heron de Alexandria, e que era composto por duas esferas de cobre com canos, que continham água em seu interior, posicionada sobre o fogo, o vapor que saía dos orifícios faziam as esferas se movimentarem.

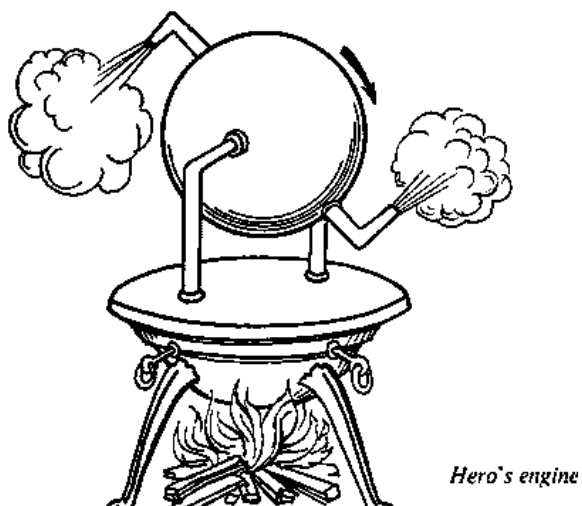


Figura 1 - Turbina de Heron de Alexandria

Fonte: Baldow e Junior (2010)

Gregio, 2016, cita que as máquinas térmicas são aparelhos que operam em ciclos, entre fonte quente e fonte fria, gerando trabalho a partir do calor absorvido da fonte de maior temperatura. O fluido de trabalho, a água, recebe calor  $Q_1$  da fonte quente, na temperatura  $T_1$ , assim realizando trabalho útil  $W$ .

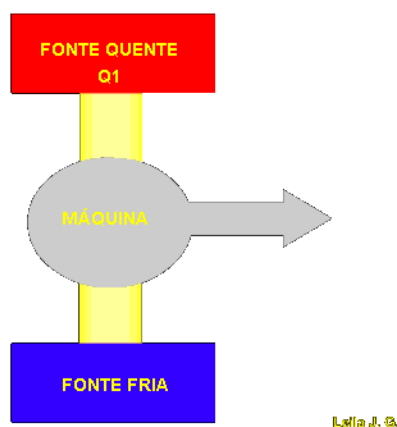


Figura 2 - Máquina Térmica

Fonte: Gonçalves (200-)

O enunciado de Kelvin-Planck sobre a Segunda Lei da Termodinâmica mostra que é impraticável uma máquina térmica apresentar 100% de eficiência, isso porque é impossível que um motor térmico opere em ciclo com uma determinada quantidade de calor e consiga produzir igual quantidade de trabalho. Como mostra a figura 3, o ciclo só produz trabalho se estiver com dois níveis de temperaturas (Borgnakke e Sonntag, 2009).

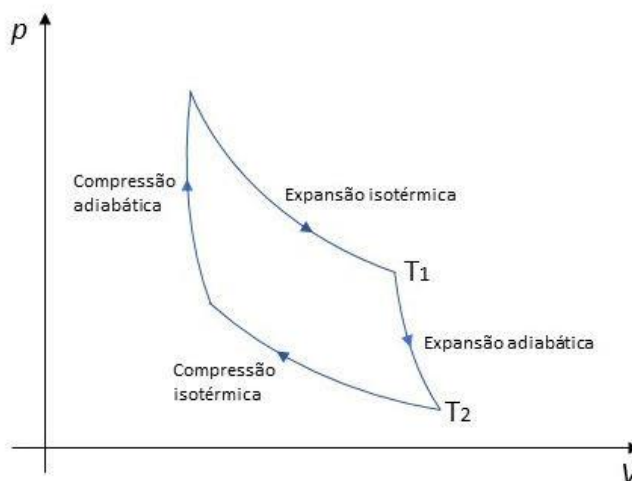


Figura 3 - Processos cíclicos de um gás através do diagrama P x V

Fonte: Gouveia (2017)

Barreto e Xavier (2016), explicam que quanto maior for o trabalho produzido com quantidade de calor, maior será o rendimento da máquina térmica. Segue mostrando que a transformação de calor em trabalho não ocorre integralmente porque parte do calor recebido se perde no ambiente, conseqüentemente ocorrem perdas de energia. O rendimento dessa máquina  $\eta$  pode ser comprovado através do quociente entre trabalho útil realizado  $W$  e quantidade de calor recebido  $Q_1$ .

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

## 4 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma proposta da inserção da Segunda Lei da Termodinâmica no ensino médio por meio de uma metodologia experimental. Foi elaborado por meio de revisão bibliográfica e elaboração de uma proposta prática. Utilizou de 23 artigos científicos nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect, Ministério da Educação (MEC) e Scielo, adquiridas também nos repositórios digitais: Revista do Professor de Física, Caderno Brasileiro de Física, Dipòsit Digital de documents de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Repositório Institucional Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Pedagogia em Foco, Repositório Digital da UFMS (MANANCIAL), Caderno de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Aprendizagem Significativa em Revista, Revista Chilena de Educación Científica, Repositório de Produção Científica e Intelectual da UNICAMP, Revista Iberoamericana de Educación, Repositório Institucional da UFRN, Revista Brasileira de Ensino de Física, Simpósio Nacional de Ensino de Física – CEFET-RJ, Repositório Institucional UFSCar – Universidade Federal de São Carlos, Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia e RI FURG – Repositório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande, além da complementação de 1 livro obtido no Google Acadêmico, 2 livros na biblioteca Julio Bordignon da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA) e 1 monografia obtida no REPINS FAEMA – Repositório Institucional, cujo período de busca se estendeu de 2000 a 2017, sendo compreendidos na Língua Portuguesa e Espanhola. Apresentando critérios de inclusão as seguintes palavras chave: Proposta, Aprendizagem Significativa, Experimentação e Termodinâmica.

Inicialmente, é proposto um breve debate sobre a temática, explanando os tópicos base para o estudo das fontes de calor. A partir dos descritores necessários para a compreensão da Segunda Lei da Termodinâmica, há uma ilustração considerando os comentários dos alunos em sala para entrosamento com os conceitos precisamente termodinâmicos e o funcionamento das máquinas térmicas a partir desses tópicos explicados anteriormente.

Com a abordagem voltada para os tópicos Calor, Energia, Trabalho e Entropia, é esclarecido a ocorrência desses componentes no funcionamento do

motor a vapor caseiro, que tem como critério para a seleção do experimento a ilustração de forma prática, ilustrando o processo de transformação de energia mecânica a partir do vapor d'água.

Para a montagem do experimento, houve uma atenção para os materiais utilizados, com objetivo de utilizar instrumentos de fácil acesso e manuseio. A tabela a seguir mostra a relação dos materiais e quantidade necessária para a montagem.

Tabela 1 – Relação dos materiais utilizados na montagem do experimento “Motor a vapor caseiro”

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Latinha de refrigerante	02
Fio de cobre – 0,1mm	0,5 metro
Prego – 18x27	4
Ventoinha de alumínio – 8 cm Ø	1
Seringa - 5mL	1
Base de madeira – 50x30 cm	1
Álcool Etílico	10 ml

Fonte: Larissa Oliveira (2018)

No primeiro momento, utiliza-se a madeira como base para o experimento, principalmente como suporte ao motor, após isso, posiciona-se os pregos, que servirão de suporte para a latinha de alumínio que será o reservatório de água, fluido utilizado para gerar trabalho, conforme ilustrado na figura 1 a seguir.



Figura 4 - Base de madeira  
Fonte: Larissa Oliveira (2018)



Após definir os pontos para apoiar a latinha de alumínio, é preciso que uma das latinhas esteja totalmente fechada, para que seja possível realizar um pequeno furo na sua extremidade, que se possa utilizar do mesmo para introduzir água. Conforme a figura 2 utilizou-se de uma seringa para adicionar a água após esvaziar a latinha.



Figura 5 - Latinhas de alumínio  
Fonte: Larissa Oliveira (2018)

Em seguida, apoia-se o fio de cobre na base da madeira para que sirva de suporte para a ventoinha, de forma que se movimente livremente. É imprescindível que se utilize de um recipiente para o álcool, de modo que fique posicionado em baixo no reservatório de fluido, com o objetivo de gerar calor naquela região. A figura 3 ilustra o motor montado, em funcionamento.



Figura 6 - Motor vapor caseiro  
Fonte: Larissa Oliveira (2018)

#### 4.5 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO PARA ABORDAR A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

Para apresentação da seguinte proposta o experimento selecionado para abordagem da temática, Segunda Lei da Termodinâmica, foi o motor a vapor caseiro. Para tanto, foi necessário à apresentação teórica dos conceitos propriamente termodinâmicos, e sua utilização no nosso dia a dia. A sugestão da experimentação tem por finalidade demonstrar a relevância da prática na fixação e contextualização dos conceitos físicos, além de demonstrar o processo de transformação de energia em trabalho de uma forma visual.

O experimento “Motor a vapor Caseiro”, aplicado por Cardoso (2017), tem como grandeza a contextualização dos conceitos termodinâmicos, como energia, calor, trabalho e entropia, além da importante temática do estudo dos fenômenos térmicos.

##### **4.5.1. Execução da proposta**

1º Passo: sugere-se a execução de um levantamento do conhecimento dos alunos por meio de um debate, de modo que os educandos possam expor seu conhecimento empírico a cerca da temática, termodinâmica.

2º Passo: Após essa avaliação diagnóstica, apresenta-se o protótipo do motor a vapor caseiro, identificando cada parte do experimento e o princípio de funcionamento.

3º Passo: através da execução do experimento motor a vapor caseiro, inicia-se a formalização dos conceitos termodinâmicos necessários para sua compreensão. Neste momento, propõe-se aos educandos que se organizem em grupo, variando de acordo com a quantidade de alunos existente em cada classe, para que realizem uma pesquisa em livros e sites de busca, dos conceitos chaves e sua aplicabilidade no funcionamento do experimento.

Conceitos chave sugeridos:

- I. Calor:
- II. Trabalho:
- III. Energia:
- IV. Entropia:

4º Passo: sucede uma explicação do funcionamento das máquinas térmicas, aplicado ao motor a vapor caseiro, ressaltando a seleção do experimento para visualização do componente teórico visto em sala.

5º Passo: sugere-se como trabalho avaliativo a confecção do motor a vapor pelos alunos, de modo que apresente a turma o protótipo, explicando de forma sucinta a montagem e o funcionamento, com o objetivo de proporcionar o manuseio e a visualização do experimento.

#### **4.5.2 Discussão da proposta**

Para exposição da proposta, apresentou-se a metodologia experimental para abordagem da Segunda Lei da Termodinâmica no 2º ano do ensino médio com a intenção de tornar a aprendizagem significativa e atraente aos educandos. Segundo Neves e Damiani (2006), aprendizagem não é apenas aquisição de novas informações, mas parte da associação do conhecimento já existente na memória através de um processo interno.

A física é uma ciência basicamente experimental, que dessa forma os alunos conseguem relacionar os componentes teóricos, assim associando e contextualizando a aplicabilidade do que está sendo visto em sala. A importância da experimentação está pautada no PCN de Física, que afirma que a metodologia experimental privilegia a construção do conhecimento pelo próprio educando, assim desenvolvendo seu hábito de investigar, portanto não tomando o conhecimento como verdade inquestionável.

O PCNEM mostra que o ensino de física tem se realizado por meio de apresentações matemáticas, através de fórmulas de forma dissociada à convivência dos alunos. Segue afirmando que a Termodinâmica é uma área de conhecimento

que seu estudo envolve as trocas de calor, e a transformação de energia térmica em mecânica. E que por meio do uso das máquinas térmicas, permite aos educandos a compreensão da conservação de energia de uma forma visual e contextualizada.

O Referencial Curricular do Ensino Médio de Rondônia (2013), garante que se deve trabalhar competências termodinâmicas no decorrer do 2º ano do ensino médio, pois o estudo da temática proporciona ao educando uma contextualizada compreensão do fenômenos térmicos.

Portanto faz-se oportuno proporcionar aos educando uma aprendizagem significativa, que proporcione entendimento do mundo atual a sua volta sem dispensar o conhecimento que o educando já possui, pois essa pré-informação existente no saber do educando, é base inicial para sua formação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino-aprendizagem de física sofre com a falta de interesse dos alunos com a disciplina. O que muito se nota nas escolas é a falta de contextualização e aplicação dos fenômenos. O método tradicional ainda se faz muito presente, com aulas fundamentadas em teoria e exercícios matemáticos.

A metodologia experimental é apresentada como alternativa pedagógica, com a finalidade de apresentar de forma prática o componente teórico visto em sala, de modo que os alunos consigam visualizar e assim promover uma aprendizagem significativa.

A termodinâmica é um componente imprescindível na aprendizagem dos alunos, pois esse componente proporciona uma compreensão contextualizada de calor e das fontes de energia.

O experimento apresentando como exemplo para abordagem da Segunda Lei da Termodinâmica, Motor a vapor caseiro, tem como eixo introdutório os componentes termodinâmicos de Calor, trabalho, entropia e energia; proporcionando ao educando uma contextualização e compreensão detalhada do fenômeno aplicado ao experimento.

Portanto, se faz muito importante proporcionar uma aprendizagem de fato prazerosa, que estimulem nos alunos a curiosidade e assim desenvolva jovens aptos para compreender e participar do mundo a sua volta.

## REFERÊNCIAS

ANJOS, Antonio Jorge Sena. Pesquisa Em Ensino De Física E Sala De Aula: Uma Reflexão Necessária. **XVI Semana de Física da Universidade Estadual de Feira de Santa, Caderno de Física da UEFS 11 (01 E 02)**, 2013. Disponível em: <[http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:rDZH4ZpHVSswJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:rDZH4ZpHVSswJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)>. Acesso em: 27 Fevereiro 2018.

BALDOW, Rodrigo; JÚNIOR, Francisco Nairon Monteiro. Os livros didáticos de física e suas omissões e distorções na história do desenvolvimento da termodinâmica. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 3-19, 2010. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170862>>. Acesso em: 10 Setembro 2018.

BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. Física Aula por aula: Termologia – Óptica – Ondulatória. 3º edição, São Paulo, 2016. Disponível em: <Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA>. Acesso em: 05 Março 2018.

BORGES, Ernesto P. Irreversibilidade, desordem e incerteza: três visões da generalização do conceito de entropia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 4, p. 453-463, 1999. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21\\_453.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_453.pdf)>. Acesso em: 21 Setembro 2018.

BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard E.. Fundamentos da Termodinâmica, tradução da 7ª edição americana, São Paulo, 2009. p. 79-180. Disponível em: <Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA>. Acesso em: 10 Agosto 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares do Ensino Médio**, 2016. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 06 Março 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 12 Setembro 2017.

CALHEIRO, Lisiane Barcellos; DEL PINO, José Claudio; GOMES, André Taschetto; GARCIA, Isabel Krey. Um estudo sobre a inserção de tópicos de física de partículas aos conteúdos clássicos do ensino médio. **Dipòsit digital de Documents de la UAB – Universidade Autònoma de Barcelona**, 2017. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/record/183252>>. Acesso em: 27 Fevereiro 2018.

CARDOSO, João Michels. O motor a vapor: uma proposta contextualizada e interdisciplinar. **Repositório Institucional Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL**, 2017. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/handle/12345/4294>> . Acesso em: 27 Agosto 2018.

CARVALHO, Hercília Alves Pereira; ZANATTA, Shalimar Calegari; LEIRIA, Talisson Fernando. O ENSINO DE FÍSICA NO ATUAL CONTEXTO DAS POLÍTICAS EDUCACIONAIS E DOS PARADIGMAS EPISTEMOLÓGICOS DA CIÊNCIA DO SÉCULO XX. **Pedagogia em Foco**, 2016, v. 11, n. 6, p. 116-134. Disponível em: <<http://revista.facfama.edu.br/index.php/PedF/article/view/229>>. Acesso em: 10 Agosto 2018.

DIAS, Edelson de Jesus Sá. EXPERIMENTOS DE QUÍMICA ORGÂNICA UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO. **Repositório Digital de monografias da Universidade Federal do Maranhão**, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/1422>. Acesso em: 12 Setembro 2018.

DIAS, Jaqueline Menezes. UM ESTUDO DA CONSTRUÇÃO DO—HABITUS NO ENSINO DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA. **Manancial – REPOSITÓRIO DIGITAL DA UFSM**, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/6765>>. Acesso em: 04 Abril de 2018.

GONÇALVES, Leila J. **Máquina a Vapor**, 200-. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/vapor.htm>>. Acesso: 10 Setembro 2018.

GOUVEIA, Rosimar. Ciclo de Carnot. **Toda matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ciclo-de-carnot/>>. Acesso em: 12 Setembro 2018.

GREGIO, Nivaldo de Oliveira . Termodinâmica, um tutorial para entendimento do conceito de entropia. **Repositório Institucional UFSCar**, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8285>>. Acesso em: 04 Abril 2018.

HALLIDAY, David; RESNICK, Jearl Walker. Fundamentos da Termodinâmica – Gravitação, Ondas e Termodinâmica, v. 2, 2009. p. 241,255, 256. Disponível em: <Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA>. Acesso em: 10 Agosto 2017.

LIBÂNEO, José Carlos. DIDÁTICA: Velhos e Novos Tempos. **Cortez Editora**, 2017. p. 61. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=q3MzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=related:0VYDpJ8z326TrM:scholar.google.com/&ots=bTYPgBts7c&sig=-zcmq4rjLTcLuvkC4Fleu2T6vDU#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 11 Agosto 2018.

MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. Experimentos didáticos no Ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 4, p. 61 a 67, 2014. Disponível em: <[http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ThopywxbqZEJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ThopywxbqZEJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)>. Acesso em: 28 Fevereiro 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25190>>. Acesso em: 27 Fevereiro 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, p. 41, 2012. Disponível em: <[http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:gv4TOK8obwYJ:scholar.google.com/+MAPAS+CONCEITUAIS+E+APRENDIZAGEM+SIGNIFICATIVA&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5&as\\_vis=1](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:gv4TOK8obwYJ:scholar.google.com/+MAPAS+CONCEITUAIS+E+APRENDIZAGEM+SIGNIFICATIVA&hl=pt-BR&as_sdt=0,5&as_vis=1)>. Acesso em: 27 Fevereiro 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. ORGANIZADORES PRÉVIOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 7, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESesp.pdf>>. Acesso em: 03 Abril 2018.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **RI FURG – Repositório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande**, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/3453>>. Acesso em: 27 Fevereiro 2018.

REIS, Martina Costa; BASSI, Adalberto Bono Maurizio Sacchi. A segunda lei da termodinâmica. **Repositório da Produção Científica e Intelectual da UNICAMP**, vol. 35, n. 5, p. 1057 a 1061, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/202524>>. Acesso em: 16 Agosto 2018.

RONDÔNIA. Secretaria da Educação do Estado de Rondônia. **Referencial Curricular de Rondônia**. 2013. Disponível em: <[http://www.seduc.ro.gov.br/curriculo/wp-content/uploads/2013/02/ENSINO\\_MEDIO1.pdf](http://www.seduc.ro.gov.br/curriculo/wp-content/uploads/2013/02/ENSINO_MEDIO1.pdf)>. Acesso em: 10 Setembro 2017.

ROSA, Cleci Werner; ROSA, Álvaro Becker. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais, **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 58/2, 2012. p. 12. Disponível em: <[https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:TK\\_e6gr3bt8J:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:TK_e6gr3bt8J:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)>. Acesso em: 27 Fevereiro 2018.

SANTOS, Zanoni Tadeu Saraiva dos. Ensino de Entropia: um enfoque histórico e epistemológico. **Repositório institucional – UFRN**, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/14221>>. Acesso em: 16 Agosto 2018.

SASAKI, Daniel Guilherme Gomes. Ensinando as Leis da Termodinâmica através de Simulações em Java sobre Máquinas térmicas. **Simpósio Nacional de Ensino de Física – CEFET-RJ**, 2009. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=\\_ensinandoasleisda\\_thermodi](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_ensinandoasleisda_thermodi)>. Acesso em: 04 Abril 2018.

SOUZA, Paulo Victor S.; DIAS, Penha M. Cardozo; DOS SANTOS, Filipe MP. Ensinando a natureza estatística da segunda lei da termodinâmica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 2502, 2013.



Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/profile/Paulo\\_Victor\\_Souza/publication/273108646\\_Ensinando\\_a\\_natureza\\_estatistica\\_da\\_segunda\\_lei\\_da\\_termodinamica\\_no\\_ensino\\_medio/links/5728a3ec08ae0acc4f4a9b89.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Victor_Souza/publication/273108646_Ensinando_a_natureza_estatistica_da_segunda_lei_da_termodinamica_no_ensino_medio/links/5728a3ec08ae0acc4f4a9b89.pdf)>. Acesso em: 15 Agosto 2018.

VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011. Disponível em:  
<[http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:1OIQfHhpobMJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:1OIQfHhpobMJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)>. Acesso em: 01 Março 2018.

VITOR, Danielle de Matos. Experimentação e mapas conceituais: uma proposta de aprendizagem significativa para a calorimetria. **REPINS FAEMA – Repositório Institucional**, 2012. Disponível em:  
<<http://repositorio.faema.edu.br:8000/handle/123456789/440>>. Acesso em: 17 Março 2018.