

Versão Online ISBN 978-85-8015-093-3  
Cadernos PDE

VOLUME I

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE  
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE  
Artigos

2016

# RELATO DA APLICAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO

Ana Claudia Pasieznik Casini<sup>1</sup>  
Marcelo Alves de Carvalho<sup>2</sup>

**Resumo:** Atualmente o ensino da Física tem acontecido de maneira descontextualizada, pois percebemos professores mais preocupados em repassar grandes quantidades de conteúdos que enfatizam a resolução de problemas com foco nas situações matemáticas do que para a compreensão dos fenômenos físicos observados no cotidiano do aluno. Neste artigo apresentaremos os resultados obtidos a partir da aplicação de uma atividade didática que visa trabalhar com conceitos da termodinâmica, a partir de aspectos históricos e por meio da experimentação com a utilização de materiais de baixo custo. Faremos um relato sobre a metodologia utilizada e os resultados obtidos por meio deste trabalho que envolve os alunos do segundo ano do ensino médio em uma escola estadual da rede pública de ensino na cidade de Apucarana - PR. Observamos desde já que as atividades experimentais proporcionaram maior interesse dos alunos, pois estes perceberam os fenômenos em situações do dia-a-dia constituindo um momento rico no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Experimento. Termodinâmica. Máquinas térmicas. Calor. Temperatura.

## 1 – Introdução

O ensino da Física, ainda na atualidade, tem se apresentado de forma descontextualizada, com metodologias quase sempre ineficientes, baseadas no ensino tradicional e sem a devida preocupação de fazer as mínimas relações com o mundo real.

Percebemos também uma grande dificuldade encontrada pelos alunos no entendimento de alguns conceitos físicos da Termodinâmica quando a abordagem é feita com base mais teórica, especialmente voltada para a aplicação simples e direta de fórmulas, resultando em problemas de aprendizagem.

Por isso a importância de realização de experimentos envolvendo conceitos termodinâmicos como estratégia no ensino de Física, possibilitando ao aluno um maior entendimento dos fenômenos físicos cotidianos relacionados com este conteúdo.

É finalidade deste artigo, investigar se a utilização de experimentos de baixo custo relacionados à termodinâmica contribuem para melhorar o

---

<sup>1</sup> Aluna da disciplina de Física do Programa PDE 2016/2017 pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Londrina/PR. Professora da Rede Pública Estadual de Educação. Especialista em Educação Matemática e Ensino de Jovens e Adultos, [anaclaudiacasini@gmail.com](mailto:anaclaudiacasini@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, [marcelo@uel.br](mailto:marcelo@uel.br)

entendimento do aluno sobre as definições conceituais sobre o assunto. Também consideramos esta metodologia importante para que os alunos interajam com atividades experimentais e a partir dessa experiência construam significado para o que estudam. De acordo com Vilatorre,

(...) o laboratório ou experimento torna-se importante, como instrumento gerador de observações e de dados para as reflexões, ampliando a argumentação dos alunos. No experimento tem-se o objeto em que ocorre manipulação do concreto, pelo qual o aluno interage através do tato, da visão e da audição, contribuindo para as deduções e as considerações abstratas sobre o fenômeno observado. (VILATORRE, 2009, p.107)

Nesta perspectiva, a atividade experimental proposta envolveu, em sua montagem, princípios de funcionamento de uma usina térmica, cujo vapor de água se transforma em energia cinética/trabalho. A ideia inicial era que os os alunos percebessem que a Física não é uma ciência pronta e acabada mas sim uma ciência experimental fruto das investigações humanas, em permanente desenvolvimento, onde as descobertas e o conhecimento científico é comprovado a partir da experimentação.

Isso porquê, de acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná, a implementação de atividades experimentais e contextualizadas são estratégias para o ensino da disciplina de Física. Estas não só despertam o interesse do aluno mas também possibilitam uma modificação na prática docente, que a princípio é centrada apenas em teorias e fórmulas e contribuem de forma significativa para a aprendizagem do aluno em relação aos conceitos termodinâmicos envolvidos. Ou seja, permitem a criação de momentos ricos para o ensino-aprendizagem combinado com a evolução histórica, resultando assim na formação de cidadãos críticos em nossa sociedade.

## **2 – O ensino da Física por meio da experimentação**

Percebemos que o ensino da Física, atualmente, ainda tem se apresentado de forma descontextualizada. Uma boa parcela dos professores usa como material de apoio apenas o livro didático, não buscando novas estratégias que incentivem a participação dos alunos e aumentem seu interesse pelos conceitos e conteúdos ministrados nas aulas de Física.

Ao longo dos anos, o Ensino de Física pouco tem se alterado, desde a sua implantação, inclusive no Brasil:

[...] hoje, no início do século XXI, mais de cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas no Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada há cem anos: ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos. Questões voltadas para o processo de formação dos indivíduos dentro de uma perspectiva mais histórica, social, ética, cultural, permanecem afastadas do cotidiano escolar, sendo encontrada apenas nos textos de periódicos relacionados ao ensino de Física, não apresentando um elo com o ambiente escolar (ROSA & ROSA, 2005, p.06)

Além disso, de acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná para a disciplina de Física, os livros didáticos de Física para o Ensino Médio “privilegiam a resolução de ‘problemas de Física’ que se traduzem em aplicações de fórmulas matemáticas e contribuem para consolidar uma metodologia do ensino centrada na resolução de exercícios matemáticos” (PARANÁ, 1998, p.63), contribuindo para um ensino que pouco tem a ver com a realidade do aluno.

Em contrapartida a esse fato, a Física deve ser apresentada de forma contextualizada, capaz de conectar o conhecimento à realidade, contribuindo para a compreensão do mundo em que vivemos. Para isso, a prática de atividades experimentais torna-se uma estratégia relevante associando os conceitos termodinâmicos estudados em sala de aula com experimentos realizados pelos próprios alunos para que estes construam o conhecimento científico baseado também em suas próprias experiências.

No trabalho com experimentos, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008) enfatizam a importância dessas atividades para a compreensão dos fenômenos físicos por parte dos alunos, mas lembra que é “fundamental que o professor compreenda o papel dos experimentos na ciência, no processo de construção do conhecimento científico” (Ibid, p.71), apontando também que “uma demonstração experimental pelo professor, nem sempre precisa estar associada a um aparato sofisticado” (Ibid, p.74). Neste contexto o importante é o planejamento, a discussão e a reflexão em todo o desenvolvimento do experimento, propiciando a interpretação dos

fenômenos físicos e a troca de informações durante sua realização. Assim, possibilita ao aluno o despertar da vontade de adquirir um conhecimento que ainda não possui. O aluno deve saber fazer ligações entre o que aprende em sala de aula e o que exercita na prática diária.

Os experimentos auxiliam na compreensão de fenômenos e conceitos, além de estimular os alunos a empenharem-se em sua realização, ativando sua curiosidade. De acordo com Laburú, o experimento pode contribuir para incentivar alunos desmotivados e apáticos:

Na medida em que se passa a planejar experimentos com essa orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas. (LABURÚ, 2006, p. 384).

Em suma, os experimentos constituem uma prática pedagógica que possibilita a participação ativa dos estudantes na construção e desenvolvimento dos fenômenos e conceitos físicos, permitindo a eles perceberem que o conhecimento físico encontra-se em constante construção e evolução, com muito ainda a ser estudado, contribuindo para um maior envolvimento e comprometimento com seu processo educativo, possibilitando uma aprendizagem efetiva.

### **3 – Termodinâmica no ensino da Física**

A Física não é uma disciplina pronta e acabada, está em pleno desenvolvimento. Desde o início da humanidade, há sinais que o homem já observava e tentava entender e compreender os diversos fenômenos da natureza.

Sem dúvida o fogo despertou a curiosidade humana pois, ao atritar galhos secos o homem percebia que podia gerar fogo, e este, por sua vez, irradiava calor (ainda que não sabia o que era calor). Esta descoberta proporcionou ao homem não só uma vida termicamente mais confortável mas também auxiliava na preparação de alimentos. Com o passar do tempo veio a fundição, produzindo diversos materiais metálicos e cerâmicos. Com o estudo do calor, desenvolveu-se

a primeira máquina a vapor, dando origem a Primeira Revolução Industrial e, conseqüentemente, iniciou a parte da Física conhecida hoje como Termodinâmica, que estuda as relações entre calor (energia térmica) e trabalho.

### **3.1 – Termodinâmica e a invenção da máquina a vapor**

A Primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, teve como uma de suas características a substituição da atividade humana e animal pela máquina, em específico a máquina térmica (vapor). Esse fato resultou em um conjunto de mudanças tecnológicas causando grande impacto nas relações trabalhistas, produtivas, econômicas e sociais da humanidade.

Inventada pelo inglês Thomas Newcomen (1664-1729), com base nas ideias do inventor inglês Thomas Savery (1650-1715) e do físico francês Denis Papin (1647-1712), tinha como objetivo específico retirar água das minas de carvão inglesas. Esta foi aperfeiçoada por James Watt para um melhor aproveitamento de energia, aumentando seu rendimento e diminuindo o carvão utilizado.

Com o carvão sendo o principal combustível da máquina térmica, sua queima transforma a energia liberada em energia capaz de realizar trabalho, isto é, impulsionar máquinas e equipamentos que antes dependiam da força humana ou tração animal. Nas primeiras máquinas térmicas, o fogo aquecia a água até o ponto de vapor. Em seguida, com o acúmulo de vapor, a pressão aumentava empurrando o pistão que a colocava em movimento.

A máquina a vapor também foi aplicada no desenvolvimento de locomotivas, utilizada nas indústrias de aço e tecelagem, em substituição aos teares manuais, e é claro, em embarcações, impressão de jornais e automóveis. Em pouco tempo essas máquinas transformaram o mundo nos levando ao atual patamar tecnológico. Hoje são utilizadas nas usinas termelétricas para gerar energia elétrica. Sendo o seu movimento obtido pelo vapor de água a alta pressão, assim como nos reatores nucleares. Ao fazermos o estudo das máquinas térmicas, a premissa é trabalhar os conceitos e processos termodinâmicos.

### **Conceitos básicos da Termodinâmica**

Compreender os conceitos de temperatura e calor é fundamental para entendermos como ocorrem os processos térmicos que presenciamos. Eles são especificações que usamos em nosso dia a dia, quando nos referimos às diferentes sensações térmicas do ambiente em que nos encontramos. Porém, em nosso cotidiano, na nossa linguagem de senso comum, muitas vezes empregamos as palavras temperatura e calor de forma diferente daquela utilizada de modo científico na Física.

De acordo com a teoria cinético-molecular da matéria, todos os corpos são formados por partículas microscópicas (átomos e moléculas), em constante movimento, dependendo do seu estado de agregação. Este movimento é denominado de energia térmica.

Definimos a temperatura de um corpo como a medida do grau de agitação de seus átomos e moléculas, ou seja, sua energia cinética média (ou energia térmica). Quanto maior a temperatura de um corpo, maior a agitação de suas moléculas e maior sua energia interna. Quanto menor a temperatura de um corpo, menor a agitação de suas moléculas e menor sua energia interna.

Para medirmos a temperatura de um corpo ou sistema, usamos um instrumento de medida chamado de termômetro. Galileu Galilei (1564-1642) foi o primeiro a criar um instrumento para medir a temperatura. Existem vários tipos de termômetros: gases, mercúrio, álcool, resistência elétrica, termopar, radiação, bimetálicos, acústicos e magnéticos, dependendo da sua função. Estes desempenham papel importante nas indústrias, medicina, laboratórios científicos e outros.

As três principais escalas usadas para medir temperatura são: a Celsius, a Kelvin e a Fahrenheit. A escala Celsius é a utilizada por alguns cientistas e adotada oficialmente no Brasil, enquanto a Kelvin é denominada escala absoluta de temperatura, além de ser a unidade de referência no Sistema Internacional de Unidades

**Calor** é uma forma de energia em trânsito. É a energia térmica em trânsito entre dois ou mais corpos devido a uma diferença de temperatura entre eles. Esta diferença de temperatura, de maneira didática e simplificada, motiva o fluxo de energia térmica do corpo mais quente para o mais frio. No Sistema Internacional de Unidades, o calor é medido em joules (J).

O conceito de calor como forma de energia foi introduzida pelo engenheiro norte-americano Benjamin Thompson, também chamado Conde de Rumford (1753-1814) ao investigar o atrito entre peças metálicas usadas na fabricação de canhões.

Ele percebeu que a energia utilizada para perfurar os canos de um canhão era transferida para as peças provocando o aumento de suas temperaturas.

Quando a transferência de energia de um corpo para outro cessa, dizemos que eles atingiram o **equilíbrio térmico**, pois se encontram a mesma temperatura. Essa transferência de energia térmica ou calor nos corpos pode ocorrer de três formas distintas: condução, convecção e irradiação.

Na condução, o calor se propaga devido a agitação das moléculas, de partícula para partícula, mas sem que haja o transporte da matéria durante o processo.

Na convecção a transmissão de calor é feita por meio de correntes de convecção, ou seja, pelo movimento da matéria de uma região para outra. Só ocorre em fluidos, como os líquidos e os gases.

A irradiação é o único meio de propagação de calor que ocorre no vácuo e acontece por meio de ondas eletromagnéticas.

### **Princípio de funcionamento de uma máquina a vapor**

A máquina a vapor foi inventada com a finalidade de movimentar outras máquinas, utilizando como combustível o vapor de água, que por sua vez era gerado principalmente com o calor obtido a partir da queima de carvão. Ela tem seu princípio de funcionamento baseado na transformação da energia calorífica do vapor de água, produzido em uma caldeira, em energia mecânica.

Conta-se que foi Hierão de Alexandria, por volta do ano 120 a.C. quem primeiro explorou o vapor como força motriz. Sua invenção, a eolípila, consistia em uma pequena esfera oca de cobre, com dois caninhos torcidos, contendo água em seu interior. Montada sobre um tripé e colocada sobre o fogo, a água fervia e o vapor escapava pelos canos, colocando a máquina em movimento de rotação.



Os primeiros motores a vapor com utilização prática e industrial foram desenvolvidos por Thomas Savery e Denis Papin no final do século XVII. Denis Papin desenvolveu o primeiro motor de pistão que contava com um único cilindro que servia também como caldeira.

Em 1698, Savery desenvolveu uma máquina para drenar a água das minas. Esta possuía válvulas abertas, operadas manualmente e que permitiam a entrada do vapor em um recipiente fechado. Para condensar o vapor, despejava-se água fria no recipiente para resfriá-lo. O vácuo obtido era suficiente para aspirar a água através de um cano. Porém, esta máquina além de não ser muito eficiente, poderia explodir devido a utilização de vapor a alta pressão.

Em 1712, Thomas Newcomen inventou outra máquina para retirada da água proveniente de infiltrações nas minas. Esta, além de oferecer menor risco de explosões e de elevar a água, também poderia elevar cargas.

Em 1763, o engenheiro James Watt criou uma máquina que evitava o desperdício de vapor pela condensação, ou seja, minimizava as perdas de calor. Isto porque o condensador e o cilindro ficavam em recipientes separados. A temperatura do vapor no condensador seria mantida baixa (em torno de 37° C) e no cilindro seria mantida elevada, procurando alcançar o máximo de vácuo no condensador.

Em geral, podemos perceber que o princípio de todas essas máquinas usavam as propriedades de condensação (aquecimento e resfriamento) do vapor para obtenção de trabalho mecânico.

### **3.2 – Usinas térmicas**

Apesar do pouco uso das máquinas a vapor na atualidade, a energia térmica do vapor continua sendo bastante empregada nas centrais termoelétricas para movimento da turbina e nos reatores das usinas nucleares para produção de energia elétrica.

## **Usinas Termoelétricas**

A usina termoelétrica produz energia a partir do calor proveniente da queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão mineral, petróleo, gás natural, madeira, entre outros.

O funcionamento desta usina ocorre com a queima de combustível aquecendo a água armazenada em um reservatório. Essa água é então transformada em vapor com alta pressão, que será direcionado para fazer o movimento das turbinas ligadas ao gerador de eletricidade. Após ter movimentado as turbinas, o vapor é resfriado em um condensador e transformado novamente em água para ser reutilizada, iniciando assim um novo ciclo.

Suas principais vantagens são: podem ser construídas próximas a centros urbanos, diminuindo o custo com torres e linhas de transmissão; produzem energia elétrica durante o ano inteiro, independente das condições climáticas; são mais rápidas para serem construídas; é uma forma de obtenção de energia alternativa para países desprovidos de outras fontes de energia; ocupam áreas pequenas e apresenta nível de produtividade maior que as hidrelétricas.

Suas desvantagens são: as fontes de energia utilizadas não são renováveis; os combustíveis fósseis utilizados liberam grande quantidade de poluentes na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global através do efeito estufa e de chuvas ácidas; o custo final deste tipo de energia é mais elevado devido ao preço dos combustíveis fósseis e dos altos custos para sua construção.

No Brasil, as termoelétricas são utilizadas como fonte de reserva em casos de crise energética, principalmente quando a energia proveniente das usinas hidrelétricas fica comprometida com a escassez de chuva.

## **Usinas Nucleares**

A usina nuclear é um tipo de termoelétrica, porém utilizando o princípio da fissão nuclear para gerar calor. Nela são realizadas reações nucleares usando elementos radioativos, principalmente o urânio, com a finalidade de aquecer a água e produzir vapor para gerar energia.

Para evitar que o reator destas usinas emita radiação para o meio ambiente, suas construções são envolvidas por uma contenção feita de ferro armado, aço e concreto.

O funcionamento da usina nuclear envolve três etapas. Na primeira etapa ocorre a fissão do urânio gerando grande quantidade de calor. Este calor irá aquecer a água que fica dentro do reator. Na segunda etapa a água aquecida transforma-se em vapor, que sairá por canos, e movimentará as turbinas e, conseqüentemente, um gerador elétrico. Por fim, na última etapa, este vapor produzido é novamente transformado em água por meio de um condensador. Este é resfriado por meio de um sistema de refrigeração que bombeia água através de circuitos de resfriamento localizados dentro do condensador.

Suas vantagens são: não depende de fatores climáticos para funcionar; a poluição gerada é quase inexistente ao contrário do que ocorre nas termoelétricas; o combustível utilizado é barato comparado com outras fontes de energia, existindo grande disponibilidade de urânio na natureza; não ocupa grandes áreas e a quantidade de lixo produzida é pequena.

Suas desvantagens são: o custo de construção de uma usina nuclear é alto devido a tecnologia e segurança empregadas e a mão-de-obra especializada; o reator pode vazar ou explodir, liberando radioatividade na atmosfera e terras próximas, o que representa perigo para as pessoas que residem perto dessas usinas; gera grande quantidade de lixo radioativo, sendo necessários altos investimentos e processos de segurança para seu armazenamento.

#### **4 –. METODOLOGIA**

As atividades experimentais foram desenvolvidas no Colégio Estadual Nilo Cairo, na cidade de Apucarana, Estado do Paraná, com alunos pertencentes ao segundo ano do Ensino Médio, período matutino, no decorrer do primeiro semestre de 2017. Tais atividades fazem parte da Unidade Didática produzida no segundo semestre de 2016.

As ações desenvolvidas na aplicação do projeto seguiram as etapas descritas abaixo.

a) Apresentação do histórico da Termodinâmica, mais precisamente da máquina a vapor, por meio de vídeos<sup>3</sup>, a fim de que os alunos se interessassem pelo conteúdo a ser estudado e se sentissem motivados a aprender.

b) Desenvolvimento de uma atividade em grupo, sobre a data de criação e o país de origem das máquinas térmicas mais conhecidas, seguida da construção de uma linha do tempo constando as informações pesquisadas.

c) Aulas teóricas abordando conceitos básicos da Termodinâmica, o princípio de funcionamento da máquina vapor e a geração de energia elétrica nas usinas termoelétricas e nucleares. Para a abordagem das usinas térmicas também foram utilizados vídeos<sup>4</sup> sobre o funcionamento das mesmas e exposto as vantagens e desvantagens do uso de cada uma.

d) Resolução de situações problemas, como questões do ENEM, que proporcionam aos alunos um momento de verificação da aprendizagem.

e) Construção do experimento e funcionamento do mesmo, proporcionando a visualização, a interação e a criatividade dos alunos e ajudando-os a compreender os conceitos termodinâmicos estudados e sua ligação com o cotidiano.

f) Produção de relatórios sobre a atividade prática realizada, constando as dificuldades encontradas durante sua execução, as relações do experimento com os conceitos termodinâmicos envolvidos e as conclusões particulares de cada um.

g) Formação de Grupo de Trabalho em Rede – GTR, com a intenção de atender as normas do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), onde os professores tem a oportunidade de interagirem e refletirem sobre suas estratégias de ensino e metodologias, seus erros e acertos, bem como proporciona a troca de experiências.

---

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=QjTSUPPUP3g&list=PL8B177536E62239FD&index=2>

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=NAjkmJbdazo>  
<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>  
<https://www.youtube.com/watch?v=g97y-5XZVjY&t=43s>

## 5 – RESULTADOS OBTIDOS

A participação dos alunos nas atividades propostas durante a implementação das atividades descritas, constantes na Unidade Didática, foi surpreendente, principalmente nos questionamentos levantados. Alunos que não gostavam e não demonstravam interesse nas aulas de Física, apresentaram-se empolgados na realização das atividades sugeridas.

A exibição dos vídeos sobre o desenvolvimento da Termodinâmica e da máquina a vapor, bem como das usinas termoelétricas e nucleares, chamou a atenção dos alunos e despertou o interesse pelo conteúdo a ser estudado, além de resultar nestes um comportamento diferente daquele percebido nas aulas tradicionais.

A construção da linha do tempo, envolvendo as máquinas térmicas mais conhecidas, despertou o espírito de cooperação, uma vez que foi uma atividade realizada em grupo. Como resultado desta atividade, apresentamos a figura 1, que representa a construção da linha do tempo por um determinado grupo de alunos:

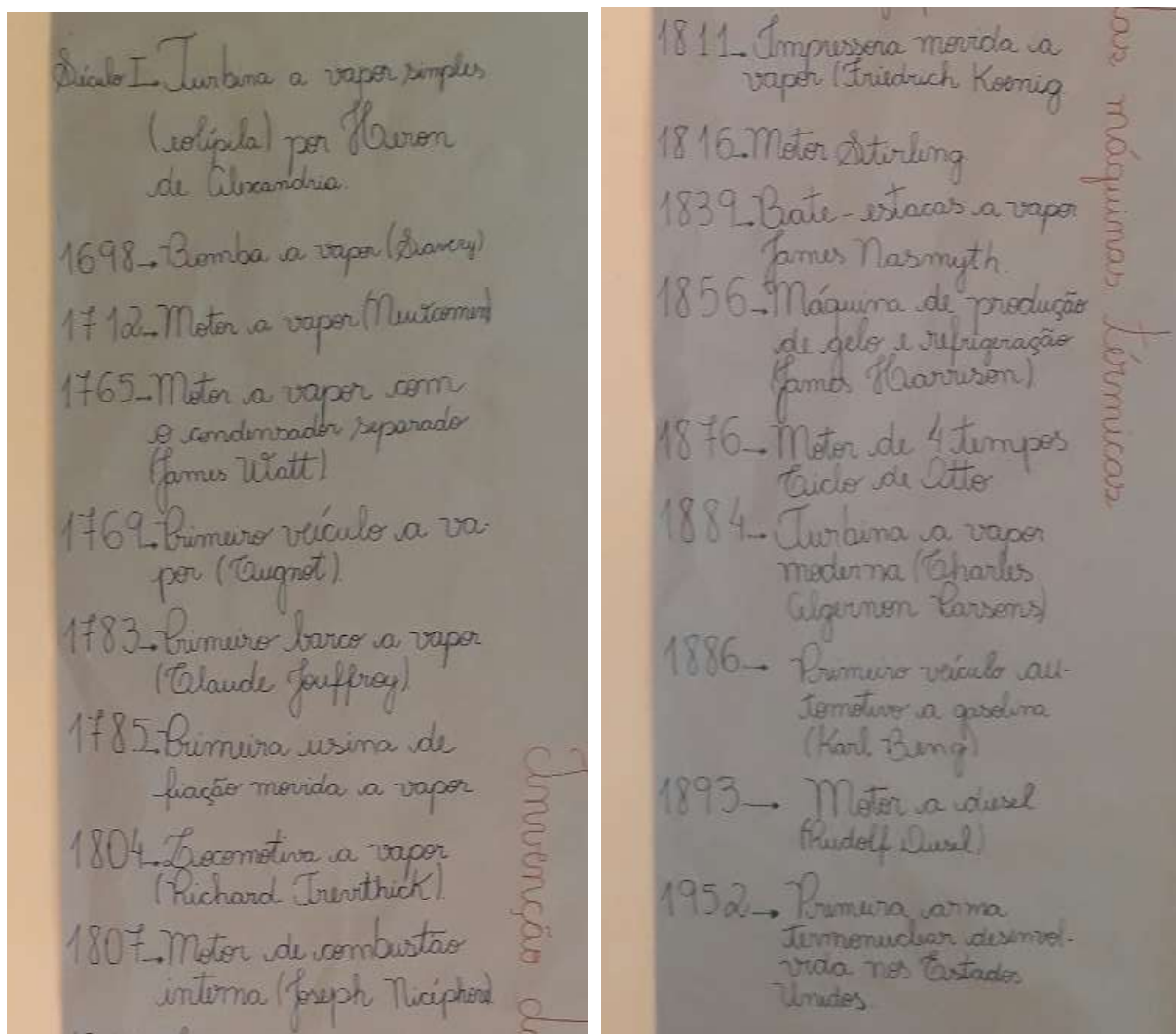


Figura 1 – Linha do tempo sobre máquinas térmicas, grupo 1.

Durante a elaboração da respectiva linha do tempo foi constatado, através do registro de campo, a intensa participação dos alunos, conforme relato:

*Nota de campo 1: Houve uma certa competição entre os grupos para saber qual grupo havia conseguido construir a maior linha do tempo. Isto é, qual grupo havia pesquisado a maior quantidade de máquinas térmicas inventadas e o ano da invenção. Isto despertou não só o interesse, mas a motivação pelo que viria a acontecer depois na realização dos experimentos. Depois de elaborados os trabalhos todos foram expostos para a turma em geral. Durante as aulas teóricas, percebemos que os alunos possuíam concepções prévias dos conceitos abordados, associando alguns deles aos fenômenos térmicos ocorridos no cotidiano.*

Para a realização do experimento, os alunos foram divididos em grupos e orientados pela professora em sua execução. A grande maioria dos

alunos demonstrou não só ansiedade por construir algo com as próprias mãos, mas também grande interesse na confecção e no funcionamento do experimento, facilitando a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos e uma aprendizagem significativa. Na sequência, a figura 2 mostra os detalhes do dispositivo experimental montado pelos alunos:



Figura 2 – Dispositivo Experimental construído pelos alunos.

Alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem, demonstraram confiança e satisfação no desenvolvimento da atividade experimental.

Na produção dos relatórios, os alunos apresentaram de forma satisfatória a descrição dos conceitos físicos envolvidos no experimento. Também conseguiram fazer uma comparação entre o experimento desenvolvido com a geração de energia elétrica por uma usina termoeletrica. Por fim, os alunos em suas citações particulares, colocaram que as atividades experimentais facilitam a compreensão do conteúdo trabalhado em sala de aula e que este trabalho deveria ser realizado mais vezes durante o ano.

*[...] a construção e realização do experimento ajudou-nos a compreender melhor como funciona uma máquina térmica. É mais fácil aprender na prática do que apenas com a teoria. Além disso nos envolvemos mais com este tipo de atividade do que somente com a explicação do professor em sala de aula. (E<sub>1</sub>)*

Também os professores do Grupo de Trabalho em Rede (GTR) consideraram este projeto relevante para o ensino de conceitos físicos associados a realização de experimentos, uma vez que contribui para o desenvolvimento do conhecimento científico dos alunos.

*As atividades experimentais podem contribuir no sentido de que nem todos os nossos alunos aprendem da mesma maneira. Uns conseguem construir o conhecimento apenas com base no teórico, mas outros necessitam da visualização e experimentação para alcançarem esse conhecimento. (P<sub>1</sub>)*

*No ensino da Física, quando se utiliza a investigação científica, a aprendizagem dos conteúdos é acompanhada de uma aprendizagem de procedimentos sobre os processos de apreensão e construção de conhecimentos. Isto poderá ser concretizado em atividades de ensino que nascem de uma necessidade de aprender desencadeada por situações-problema que possibilitem os sujeitos agirem como solucionadores de problemas. A termodinâmica apresenta possibilidades infinitas de utilizar a experimentação. Inclusive para demonstrar as leis da termodinâmica. (P<sub>2</sub>)*

Enfim, a partir do relato dos professores que participaram do GTR constatamos a importância da atividade experimental.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implementação das atividades presentes na Unidade Didática referente ao projeto **“Do vapor ao movimento: uma proposta de atividade didática para o ensino de conceitos da Termodinâmica”** transcorreu conforme o planejado. Observando os resultados desta implementação na escola percebemos que, ao utilizar diferentes metodologias para apresentar o conhecimento científico, os alunos foram mais participativos durante as aulas e o conteúdo trabalhado passou a ter significado para a vida dos mesmos. Isso porque, estes conseguiram fazer não só a relação entre teoria e prática como também verificaram as aplicações de conceitos físicos em nosso dia a dia.

Assim, concluímos que o resultado foi satisfatório tanto em relação a apropriação dos conhecimentos científicos como quanto a conscientização da importância da geração de energia pelo vapor nos dias atuais.

Por fim, destacamos que os professores do Grupo de Trabalho em Rede (GTR) apontaram este projeto como de grande importância para o ensino da Termodinâmica, uma vez que contribui para o desenvolvimento da criatividade, da capacidade de observação, da interação entre professor e aluno, na troca de ideias e, sobretudo, para o desenvolvimento de atitudes autônomas e cooperativas, proporcionando a construção do conhecimento científico.



## REFERÊNCIAS

ARTUSO, Alysso Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**: volume 2. 1ª ed. Curitiba: Positivo, 2013

BONADIMAN, HÉLIO e NONENMACHER, SANDREA E. B., O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. **Física um outro lado**: Calor e Temperatura. São Paulo: FTD, 2000

FILHO, Aurelio Gonçalves; TOSCANO, Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**: volume 2. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, p. 382-404, 2006.

MOREIRA, M. A., Ensino de Física no Brasil; Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V.22, n.1, março 2000.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica**. Curitiba: SEED, 2008.

ROSA, C. W., ROSA, A. B. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4, nº 1, 6, 2005.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e Avaliação em Física**. São Paulo: Saraiva, 2009. 166 p.