

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA:
TRANSFORMAÇÕES GASOSAS E LEIS DA TERMODINÂMICA

Acadêmico: Leonardo Bordignon Sluzala

Professor: Dr. Ricardo Francisco Pereira

Maringá

Junho/2016

Apresentação

A seguinte sequência didática foi organizada de modo a durar cerca de cinco aulas, com foco no conteúdo de transformações gasosas e as leis da termodinâmica através de abordagens da Filosofia e História da Ciência e discussões acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Justificativa

Entende-se que o conteúdo da termodinâmica apresenta um grande potencial na área da História da Ciência, ao relacionar o desenvolvimento científico com as questões sociais do capitalismo industrial do século XVIII, derrubando a imagem deformada do pensamento científico – que muitos alunos e a própria sociedade reproduz – de que a ciência é descontextualizada e socialmente neutra (GIL-PÉREZ et al., 2001). Ademais, o tema é pertinente quando se trata de abordagens do tipo Ciência, Tecnologia e Sociedade, relacionando o conteúdo em sala de aula com as tecnologias utilizadas nos automóveis atuais.

Objetivo Geral

- Proporcionar a aquisição do conhecimento das leis da termodinâmica através do estudo de máquinas térmicas.

Objetivos Específicos

- Relacionar as diferentes variáveis das transformações gasosas e do estudo da termodinâmica (pressão, volume e temperatura);
- Instigar uma investigação sobre as transformações gasosas através de experimentos;
- Revelar as circunstâncias do desenvolvimento da termodinâmica através de estudo da História e Filosofia da Ciência;

- Promover o aprendizado do funcionamento básico dos ciclos termodinâmicos mais conhecidos e suas aplicações reais em sistemas de motores a combustão.

Público Alvo

Alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Metodologia

A primeira atividade apresenta uma metodologia baseada no ensino por investigação através de um experimento com questionários, os quais é sugerido a separação da turma em grupos. Na segunda atividade pretende-se, através de aula expositiva, mostrar a conjectura da época que marcou o nascimento do estudo sistematizado da termodinâmica, mas sem centrar a aula somente no professor, de modo que o docente esteja aberto a questionamentos e estimule a curiosidade dos estudantes. Na terceira e quarta atividades realizadas, também segue-se numa aula de caráter mais expositivo, desta vez, esperando menor participação dos alunos. Esta busca, além de relacionar os conhecimentos adquiridos, fornecer uma perspectiva do funcionamento dos motores reais de combustão interna e refrigeradores. Finalmente, a última aula pretende formalizar os conceitos trabalhados nas três atividades anteriores e elucidar as proposições que limitam a construção de máquinas térmicas e regem seu funcionamento.

Papel do Professor

Na atividade inicial, o professor deve manter um papel de mediador, orientando o processo de aquisição do conhecimento através do experimento e, somente ao final da aula, sintetizar os fenômenos que os próprios alunos puderam observar. Nas aulas seguintes, cabe ao professor, mesmo através de uma aula mais expositiva, estimular os alunos a pensarem de maneira crítica sobre o nascimento de uma teoria científica, as relações CTS e HFC e o desenvolvimento tecnológico proveniente do estudo da física.

Esquema de Organização da Sequência Didática

ATIVIDADES	TEMAS	Nº DE AULAS
Atividade 1	<ul style="list-style-type: none"> • Transformações gasosas; • Lei de Boyle-Mariotte; • Lei de Charles; • Lei de Gay-Lussac • Lei geral dos gases ideais; 	1
Atividade 2	<ul style="list-style-type: none"> • História da Termodinâmica; • Revolução industrial; • Máquinas a vapor; 	1
Atividade 3	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas Térmicas; • Ciclo de Carnot; • Diagrama $P \times V$; • Ciclo Otto; • Ciclo Diesel; • Refrigeradores; 	2
Atividade 4	<ul style="list-style-type: none"> • Lei Zero da Termodinâmica; • Primeira Lei da Termodinâmica; • Segunda Lei da Termodinâmica; 	1

Atividade 1 – Transformações Gasosas

Papel do professor

Nesta atividade inicial, o professor deve manter um papel de mediador, orientando o processo de aquisição do conhecimento através do experimento e, somente ao final da aula, sintetizar os fenômenos que os próprios alunos puderam observar.

O que se espera

Através desta atividade, o aluno será levado a estabelecer relações entre as variáveis pressão, volume e temperatura, duas a duas, e, em seguida, caberia ao professor reunir as hipóteses na lei geral dos gases ideais.

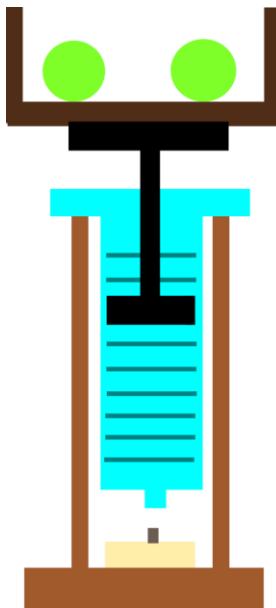
Material didático-pedagógico

- Experimento com seringa, bolas de gude e vela;
- Questionário;

Encaminhamento da Atividade 1

Reunir os alunos em grupos de quatro pessoas e apresentar o experimento de transformações gasosas e instruções detalhadas de como os alunos deverão proceder com o questionário e o experimento. Em seguida, promover a manipulação do aparato pelos alunos e as respostas no questionário. Ao final da aula, discutir com os alunos as perguntas e relembrar conceitos de pressão, temperatura e volume. Depois, formalizar as Leis de Boyle-Mariotte ($P \cdot V = k$), Charles ($\frac{V}{T} = k$) e Gay-Lussac ($\frac{P}{T} = k$), chegando, por fim à Lei Geral dos Gases Ideais ($\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P V}{T}$), discutir com os alunos também o que seria o conceito de um gás ideal.

• Experimento



Ao lado a montagem do experimento com uma seringa (em azul e êmbolo em preto) abrigada em uma base com pedaço de vela (em bege) e um compartimento acima para inserir bolinhas de gude (em verde).

Figura 1: Montagem experimental.

Questionário

1. Coloque algumas de gude no compartimento acima da seringa e observe o volume ocupado pelo ar. Em seguida, sobre a quantidade de bolinhas, o que aconteceu com o volume? (Responda também quantas bolinhas foram colocadas inicialmente e quantas foram depositadas no final).
2. Observe qual o volume ocupado pelo ar dentro da seringa. Chame o professor para que ele acenda a vela. O que aconteceu com o volume do gás alguns segundos após a vela ficar acesa? (Lembre-se de apagar a vela logo que o volume mudar, a fim de não danificar o experimento).
3. Aguarde um tempo após o processo do item 2, a fim de que o experimento resfrie. Chame o professor novamente para que ele acenda a vela. Desta vez, mantenha o dedo no êmbolo da seringa forçando para que o ar dentro dela tenha o mesmo volume. Conforme a temperatura aumentava, o que acontecia com a pressão que você precisava fazer para manter o êmbolo no mesmo lugar?

Atividade 2 – História da Termodinâmica

Papel do professor

Cabe ao professor, neste momento, apresentar as condições pelas quais o desenvolvimento do estudo da termodinâmica surgiu e quais os aspectos sociais e econômicos que demandaram o esforço da pesquisa nessa área por meio da História e Filosofia da Ciência.

O que se espera

A expectativa é de que o aluno compreenda que o nascimento de teorias científicas não são ao acaso, do contrário, são apoiadas em necessidades sociais e tecnológicas do momento em que foram desenvolvidas.

Material didático-pedagógico

- Texto de apoio “Uma Breve História das Máquinas Térmicas” (BASSALO, [200-?]);

- Experimento demonstrativo da Eolípila (PAULOTEE, [201-?]);

Encaminhamento da Atividade 2

Através de aula expositiva, apresentar aos alunos o experimento da Eolípila (PAULOTEE, [201-?]), a fim de que ele se torne um tema central no debate da evolução das máquinas térmicas e o desenvolvimento tecnológico e da pesquisa em termodinâmica ao longo da história.

Atividade 3 – Máquinas Térmicas

Papel do professor

Cabe ao professor, nesta parte da aplicação da sequência didática, indicar a linguagem científica adequada para explicar o funcionamento das máquinas térmicas – como fonte quente, fonte fria e trabalho – e contextualizar suas aplicações na atualidade, como, por exemplo, o caso dos motores a combustão interna, amplamente utilizados nos automóveis, e os refrigeradores. O professor também deverá adentrar em aspectos mais técnicos referentes à performance dos motores atuais e do ciclo ideal de Carnot.

O que se espera

Nesse contexto, o aluno deve terminar a aula relacionando o gráfico $P \times V$ com o trabalho gerado pelos ciclos termodinâmicos estudados e sabendo com clareza diferenciar os motores de quatro tempos (ciclo Otto) e de Diesel (ciclo Diesel), além de noções básicas do funcionamento de um refrigerador.

Material didático-pedagógico

- Texto de apoio do livro “Conexões com a Física” (SANT’ANNA, 2010, p. 178-190);
- Animação Ciclo Otto (LAPLACE, 2015);
- Animação Ciclo Diesel (WAHAB, 2016);
- Texto de apoio do livro “Leituras de Física” (GREF, 1998);

Encaminhamento da Atividade 3

Expor o processo das transformações cíclicas, o significado físico dos gráficos $P \times V$, o que são as linhas isotermas e adiabáticas e os processos do ciclo de Carnot contextualizados nas transformações gasosas estudadas na atividade 1. Utilizar como apoio os materiais listados na sessão ‘material didático-pedagógico’. Contextualizar o conteúdo estudado através da explicação dos motores de quatro tempos (ciclo Otto) e motores a diesel (ciclo Diesel) e mostrar suas discrepâncias ao longo de seus ciclos no gráfico $P \times V$.

Atividade 4 – Leis da Termodinâmica

Papel do professor

Formalizar os conceitos trabalhados nas outras atividades e facilitar o entendimento das Leis da Termodinâmica, revisando os estudos anteriores sobre trocas de calor e equilíbrio térmico.

O que se espera

Deve ficar muito claro para o aluno as limitações trazidas pelas leis da termodinâmica, principalmente quanto à impossibilidade de se construir um motor-perpétuo, além do entendimento das características de conservação de energia da primeira lei e de degradação da energia na segunda lei.

Material didático-pedagógico

- Texto de apoio do livro “Leituras de Física” (GREF, 1998);
- Vídeo “Perpetual Motion Machines” (VEPROJECT1, 2011)

Encaminhamento da Atividade 4

É sugerido ao professor iniciar a aula com uma revisão do conteúdo de trocas de calor e relembrar a condição para que dois corpos atinjam o equilíbrio térmico e qual a quantidade de energia transferida entre eles. Este tópico é renomeado como a Lei Zero da Termodinâmica. Também é indicado que se revise a lei da conservação da energia mecânica e se discuta com os alunos quais as variáveis equivalentes no estudo da termodinâmica e, em seguida, apresentada a Primeira Lei da Termodinâmica.

Por fim, mostra-se aos alunos o vídeo “Perpetual Motion Machines” (0'30"-1'00" e 3'08"- 4'00") e discutir se as máquinas ali construídas são reais ou não, e quais os aspectos que poderiam atrapalhar o movimento, impedindo com que estas máquinas funcionassem. Dentro dessa questão, é exposta a Segunda Lei da Termodinâmica e suas implicações limitadoras da degradação da energia.

Referências

BASSALO, José Maria. **Uma breve história das máquinas térmicas**. Seara da Ciência: Curiosidades da Física. Disponível em: <<http://www.searadaciencia.ufc.br/folclore/folclore246.htm>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, p. 125–53, 2001.

GREF. **Leituras de Física**. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Instituto de Física. Universidade de São Paulo: 1998. v. 4 p. 73-108.

LAPLACE. **Ciclo Otto**. Departamento de Fisica Aplicada III. Universidad de Sevilla. Última modificação em 2015. Disponível em: <<http://laplace.us.es/wiki/images/8/8e/Motor-4-tiempos.gif>>. Acesso em 19 jun. 2016.

PAULOTEE. **Máquinas Térmicas: Como fazer uma latinha giratória !**. Instructables. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/M%C3%A1quinas-T%C3%A9rmicas-Como-fazer-uma-latinha-girat%C3%B3ria/>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

SANT'ANNA, B. et al. **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2010. 1. ed. v. 2. p. 142-209.

VEEPROJECT1. **永久機関 Perpetual motion machines Part1**. Youtube. 5'55". 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=287qd4ul7-E>>. Acesso em 19 jun. 2016.

WAHAB, S. B. B. A. et al. **The Diesel Cycle**. Universiti Tun Hussein Oonn Malaysia. Emaze. 2016. Disponível em: <<https://userscontent2.emaze.com/images/fe52eb23-e5c8-4169-adff-df8f4f49099b/dc10b231a672596c1a776da44c05f0a5.gif>> Acesso em 19 jun. 2016.