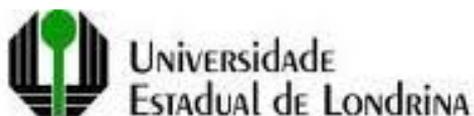


Versão Online ISBN 978-85-8015-094-0
Cadernos PDE

VOLUME II

**OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE
Produções Didático-Pedagógicas**

2016



Programa de Desenvolvimento Educacional - PDE

ANA CLAUDIA PASIEZNIK CASINI

**DO VAPOR AO MOVIMENTO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE DIDÁTICA PARA
O ENSINO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

LONDRINA – PARANÁ

2016

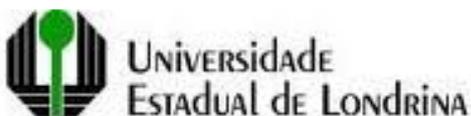
Programa de Desenvolvimento Educacional - PDE
ANA CLAUDIA PASIEZNIK CASINI

**DO VAPOR AO MOVIMENTO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE DIDÁTICA PARA
O ENSINO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

Produção Didático-Pedagógica
apresentado à Universidade Estadual de
Londrina (UEL) e à Secretaria de Estado
de Educação do Paraná (SEED - PR)
para o Programa de Formação
Continuada intitulado Programa de
Desenvolvimento Educacional (PDE), sob
a orientação do Professor Dr. Marcelo
Alves de Carvalho.

LONDRINA – PARANÁ

2016



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO: PRODUÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA TURMA PDE 2016

Título: Do vapor ao movimento: Uma proposta de atividade didática para o ensino de conceitos da Termodinâmica

Autor: Ana Claudia Pasieznik Casini

Disciplina/Área: FÍSICA

Escola de Implementação do Projeto: Colégio Estadual Nilo Cairo

Município da Escola: Apucarana

NRE: Apucarana

Professor Orientador / IES: Professor Dr. Marcelo Alves de Carvalho

Instituição de Ensino Superior: Universidade Estadual de Londrina - UEL

Resumo: O Ensino de Física tem se apresentado de forma descontextualizada, sem relações com o mundo real e aliado a falta de condições da maioria dos laboratórios nas escolas. Além disso, tem se mostrado matematizada, somando-se a isso a dificuldade de muitos professores de conseguirem desenvolver atividades experimentais por conta de uma formação deficiente e pela falta de interesse por parte dos alunos. Em busca de soluções para o problema, esta Unidade Didática apresentará a confecção e realização de experimentos, utilizando materiais de baixo custo como uma alternativa de melhorar o interesse e a aprendizagem do aluno sobre conceitos termodinâmicos, contribuindo também para a construção do conhecimento científico dos educandos.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentação; Termodinâmica; Usina térmica

Formato: Unidade Didática

Público-alvo: Alunos matriculados no 2º ano do Ensino Médio

APRESENTAÇÃO

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.

Observando a dificuldade encontrada pelos alunos na compreensão de conceitos básicos relacionados à Termodinâmica e a forma descontextualizada e matematizada como é ensinada na escola, esta Unidade Didática tem como objetivo facilitar o estudo de conceitos termodinâmicos por meio da elaboração de experimentos cativantes e de baixo custo. A atividade experimental que propomos envolverá, em sua montagem, princípios de funcionamento de uma usina térmica, cujo vapor de água se transforma em energia cinética/trabalho. Este experimento será realizado pelos alunos, divididos em pequenos grupos, como uma alternativa didática capaz de efetivar a relação teoria-prática. Assim, os alunos perceberão 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.

Após a realização desta atividade experimental serão retomados os conceitos termodinâmicos pertinentes ao mesmo como uma forma de aumentar as possibilidades de uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos envolvidos. Também serão propostos exercícios para a consolidação dos conteúdos abordados, sempre com o professor presente e fazendo as intervenções quando necessário.

ATIVIDADE 1

O INÍCIO DA MÁQUINA A VAPOR

Para iniciarmos o estudo sobre a Termodinâmica, mais precisamente das máquinas térmicas, é necessário que os alunos se interessem pelo conteúdo a ser estudado e se sintam motivados a aprender.

A exibição do desenho “*Assim que funciona – Vapor*” (TV Escola), com duração de aproximadamente 13 minutos, é ideal pois mostra a criação e a evolução da máquina a vapor em um parque temático chamado “Terra dos Mamutes”. Este parque, no início movido a tração animal (mamutes) é aos poucos substituído pela máquina a vapor, muito mais rápida, mostrando desde sua forma mais rudimentar, passando pela máquina a vapor de dois tempos e sendo aperfeiçoada com o tempo.

Após a exibição do desenho, o professor trabalhará a parte histórica da máquina a vapor, com foco nos conceitos básicos da Termodinâmica, o princípio de funcionamento de uma máquina térmica bem como as partes que a compõem, conforme sugestões apresentadas nesta Unidade Didática.

Outra sugestão seria a exibição do documentário “*500 anos: O Brasil império na TV. A modernidade chega a vapor (episódio 7)*”, com duração de 15 minutos, que também mostra a evolução da máquina a vapor mas em formato de animação. Ele retrata os efeitos e a mudança no Brasil com a Revolução Industrial.

Link dos vídeos sugeridos

Assim que funciona – Vapor:

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

500 ANOS O BRASIL IMPÉRIO NA TV - A MODERNIDADE CHEGA A VAPOR - EP. 07:

<https://www.youtube.com/watch?v=DMYTjEv26K0>

A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A 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), especificamente para 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.



Figura 1 - Máquinas da Revolução Industrial

Fonte: <http://blogdoenem.com.br/primeira-revolucao-industrial-historia-enem/>

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, 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, desenvolvemos o conhecimento dos conceitos e processos termodinâmicos.

A TERMODINÂMICA

Ao compreender como ocorrem os processos de transformação de energia, novos conhecimentos foram elaborados com base no estudo e na compreensão das máquinas térmicas, ajudando a criar o campo de estudo da Termodinâmica. Este tornou-se um dos mais importantes ramos do conhecimento da Física, que se aplica desde as máquinas a vapor até as modernas usinas nucleares.

Termodinâmica é a área da Física que estuda os processos que regem as relações entre trabalho e energia. É o estudo do calor e compreende modelos, fenômenos, propriedades e processos térmicos. Seu foco principal são as relações entre as energias térmica e mecânica e os processos de transferência de energia que são envolvidos para a realização de trabalho.

LOCOMOTIVA A VAPOR

A criação do motor a vapor contribuiu para o desenvolvimento da locomotiva a vapor, um veículo ferroviário que transforma energia térmica em movimento, constituindo um bom exemplo de aplicação prática das máquinas térmicas.

Em 1804, combinando a máquina de Watt e os transportes a carvão existentes na época, Richard Trevithick construiu a primeira locomotiva a vapor. No Brasil, a primeira locomotiva desse tipo inaugurou a Estrada de Ferro Petrópolis no ano de 1854 e foi chamada de Baroneza.



Figura 2 – Locomotiva a Vapor

Fonte: <https://br.pinterest.com/explore/locomotiva-a-vapor-904370393335/>

Nas locomotivas a vapor, os conceitos termodinâmicos envolvidos são empregados no funcionamento de sua caldeira. Nessa caldeira o vapor é transformado em energia mecânica, movimentando a locomotiva que traciona toda a composição.

APROFUNDANDO SEUS CONHECIMENTOS

Para aprender um pouco mais sobre a invenção da máquina a vapor, uma sugestão de atividade é trabalhar um pouco da história da criação das máquinas térmicas mais conhecidas com os alunos. Para isso, o professor deve dividir os alunos em grupos e pedir aos mesmos que realizem uma pesquisa sobre a data de criação e o país de origem das principais máquinas a vapor (locomotiva, carro, embarcações, maquinaria têxtil, etc.). Em seguida, eles devem construir uma linha do tempo onde constem as informações pesquisadas: tipo de máquina, data e país. Cada grupo apresentará para a turma seu trabalho e o professor, durante as apresentações, irá construindo no quadro a linha do tempo com as descobertas de toda a turma, concluindo assim esta primeira atividade.

ATIVIDADE 2

CONCEITOS BÁSICOS DA TERMODINÂMICA

Temperatura e Calor

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 pela Física.

Sugestão de texto

Para que os alunos tenham uma breve noção dos conceitos de temperatura e calor, o texto “Um interrogatório” parte do livro **Física do outro lado: Calor e Temperatura** de Aníbal Figueiredo e Maurício Pietrocola, aborda de maneira divertida estes conceitos. Neste texto, o próprio “Calor” explica que o frio não existe. O professor pode trabalhar o texto com os alunos em forma de dramatização e em seguida fazer uma discussão com os mesmos sobre os conceitos de temperatura e calor concluindo suas definições.

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).



Figura 3 – Representação do fluxo de calor

Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1095&evento=5>

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 nos líquidos e nos 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 1668, 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.

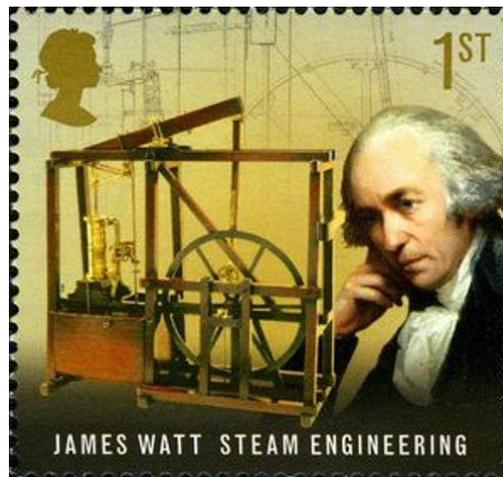


Figura 4 – James Watt e a máquina a vapor

Fonte: <http://www.geralforum.com/board/showthread.php/646780-os-grandes-revolucionarios-de-todos-os-tempos/page4>

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.

Sugestão de Atividade

Para que os alunos possam entender melhor o funcionamento de uma máquina a vapor, o professor pode propor aos alunos que façam um desenho da mesma, citando seus componentes e escrevendo suas respectivas funções.

APROFUNDANDO SEUS CONHECIMENTOS

1) (ENEM 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso quer dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes da

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

2) (ENEM 2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.

e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

3) (ENEM 2003) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece:

- a) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
- b) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
- c) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
- d) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
- e) na carburação, com a difusão do combustível no ar.

4) (ENEM 2007) Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- a) Óleo diesel.
- b) Gasolina.
- c) Carvão mineral.
- d) Gás natural.
- e) Vento.

5) (ENEM 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante:

- a) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.

- b) um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- c) o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- d) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- e) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

6) (ENEM 2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá:

- a) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- b) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- c) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- d) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- e) E com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

ATIVIDADE 3

USINAS TÉRMICAS

Apesar do pouco uso das máquinas a vapor atualmente, 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.

Sugestão de Vídeos

Para que o aluno possa entender a importância da geração de energia elétrica através do vapor, os links abaixo apresentam o funcionamento das usinas nucleares em Angra dos Reis, no RJ e da usina termoelétrica do Complexo Jorge Lacerda, localizada em SC.

Energia nuclear:

<https://www.youtube.com/watch?v=NAjkmJbdazo>

Energia nuclear em 2 minutos:

<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>

Usina Termoelétrica Sta Catarina:

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

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.

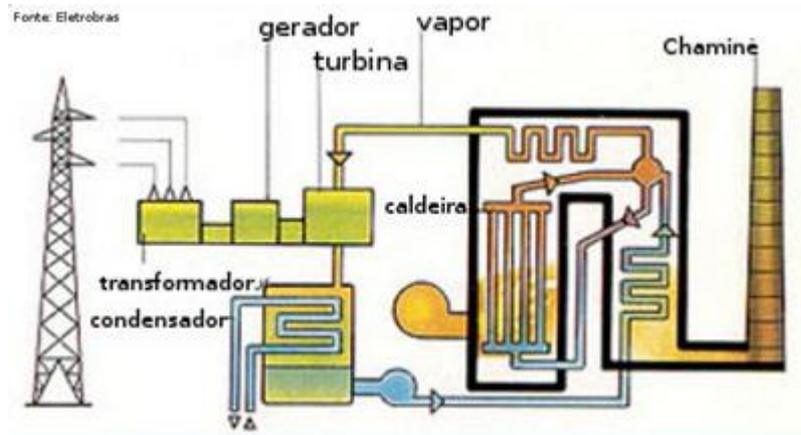


Figura 5 – Esquema de uma usina termoeletrica.

Fonte: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1702&evento=4>

Vantagens

- 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.

Desvantagens

- 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 termoeletricas 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 termoeletrica, 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.

Sugestão de Vídeo

O link abaixo explica como é realizado o ciclo do urânio desde sua extração até ser utilizado no reator nuclear.

https://www.youtube.com/watch?v=eWV1JVrR_oU

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.

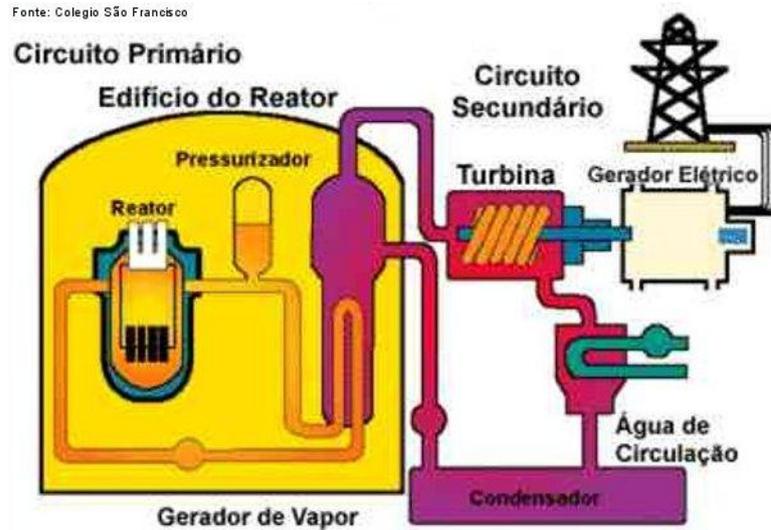


Figura 6 – Esquema de uma usina nuclear

Fonte: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/uploads/4/418energianuclear.jpg>

Vantagens

- 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.
- A quantidade de lixo produzida é pequena.

Desvantagens

- 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 vaziar 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.

No Brasil, a energia nuclear é produzida nas usinas de Angra I, Angra II e Angra III, instaladas no litoral do estado do Rio de Janeiro.

APROFUNDANDO SEUS CONHECIMENTOS

1) (ENEM 2006) O funcionamento de uma usina nucleoeletrica típica baseia-se na liberaçao de energia resultante da divisao do núcleo de uranio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissao nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de uranio, de forma a proporcionar uma concentraçao de apenas 4% de material fissil. Em bombas atômicas, são utilizadas concentraçoes acima de 20% de uranio fissil, cuja obtençao é trabalhosa, pois, na natureza, predomina o uranio nao-fissil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, utiliza-se, entao, como alternativa, o plutonio, material fissil produzido por reaçoes nucleares no interior do reator das usinas nucleoeletricas. Considerando-se essas informaçoes, é correto afirmar que:

- a) a disponibilidade do uranio na natureza está ameaçada devido a sua utilizaçao em armas nucleares.
- b) a proibicao de se instalarem novas usinas nucleoeletricas não causara impacto na oferta mundial de energia.
- c) a existencia de usinas nucleoeletricas possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.
- d) a obtençao de grandes concentraçoes de uranio fissil é viabilizada em usinas nucleoeletricas.
- e) a baixa concentraçao de uranio fissil em usinas nucleoeletricas impossibilita o desenvolvimento energético.

2) (ENEM 2013) Química Verde pode ser definida como a criaçao, o desenvolvimento e a aplicaçao de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geraçao de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). **Química Verde**: fundamentos e aplicaçoes.

São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluiçao do ar causada especialmente pelas:

- a) hidrelétricas.
- b) termelétricas.

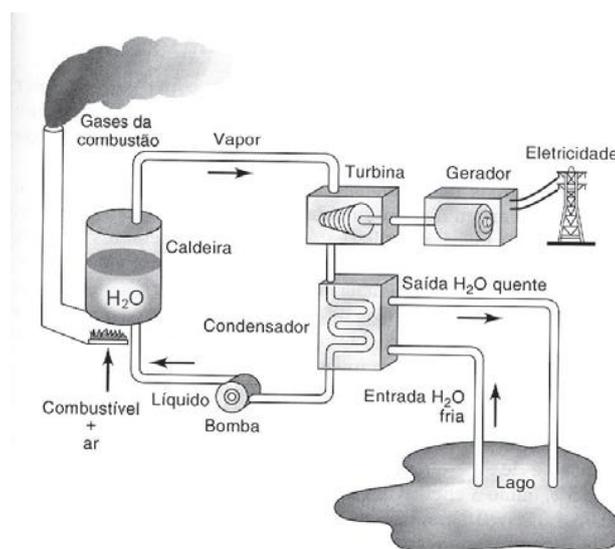
- c) usinas geotérmicas.
- d) fontes de energia solar.
- e) fontes de energia eólica.

3) (ENEM 2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- a) Fissão do material radioativo.
- b) Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- c) Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- d) Aquecimento da água líquida para gerar vapor-d'água.
- e) Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

4) (ENEM 2009) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



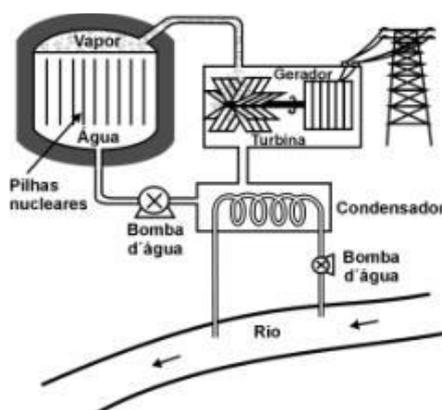
HINRICH, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente.**

São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

- Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
- Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.

5) (ENEM 2000) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.



A partir do esquema são feitas as seguintes afirmações:

- a energia liberada na reação é usada para ferver a água que, como vapor a alta pressão, aciona a turbina.
- a turbina, que adquire uma energia cinética de rotação, é acoplada mecanicamente ao gerador para produção de energia elétrica.
- a água depois de passar pela turbina é pré-aquecida no condensador e bombeada de volta ao reator.

Dentre as afirmações acima, somente está(ão) correta(s):

- I.
- II.
- III.
- I e II.
- II e III.

ATIVIDADE 4

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A prática de atividades experimentais em Física é uma estratégia importante para que possamos associar 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.

Assim, a proposta aqui é dividir os alunos em pequenos grupos para confeccionar um dispositivo que represente uma máquina térmica, utilizando materiais de baixo custo e o conceito de experimentos cativantes.

Experimentos Cativantes

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, que não só despertam o interesse do aluno mas, também buscam modificar a prática docente centrada apenas em teorias e fórmulas e contribuem de forma significativa para a aprendizagem do aluno em relação aos conceitos termodinâmicos envolvidos, constituindo um momento rico no ensino-aprendizagem combinado com a evolução histórica, formando cidadãos críticos em nossa sociedade.

A utilização de um experimento cativante nas aulas de Física toca a questão da motivação, envolvendo ainda mais o aluno com o saber, pois este tipo de atividade tem significado para o aluno. Segundo Pintrich & Schunk (*apud* LABURÚ, 2006), as atividades experimentais podem ser cativantes quando representam uma novidade para o aluno.

Assim, com base em experimentos de baixo custo e na proposta de experimentos cativantes é que desenvolveremos nossa atividade experimental.

Orientações ao professor

- Para a realização desta atividade, o professor deve iniciar com uma discussão sobre a montagem do equipamento e do material necessário. Para que fique mais fácil para o aluno entender o que será feito, sugerimos um vídeo que mostra o funcionamento de uma usina térmica rudimentar.

Link

<https://www.youtube.com/watch?v=GmwWIQ96BZE>

<https://www.youtube.com/watch?v=PIWqbUb9Pk0>

- Durante a realização do experimento, o professor deve intervir sempre que necessário.
- Após a conclusão do experimento, o professor deve oferecer a sistematização do conteúdo.

Experimento



Figura 7 – Esquema de uma máquina térmica

Fonte: <http://fisica-maniacos.blogspot.com.br/2011/10/construindo-uma-maquina-termica.html>

Materiais

- Uma lamparina pequena a álcool
- Uma lata de refrigerante vazia
- Uma tábua de madeira
- Durepoxi
- 4 pregos grandes para fazer o suporte da latinha
- Papel alumínio para a confecção do cata-vento ou um cata-vento pronto
- Fósforo
- Martelo
- Prego bem fino

Procedimentos

- Para a construção da caldeira, coloque um terço de água na lata de refrigerante vazia. Depois, tampe a abertura da lata com durepoxi. Faça um pequeno furo na tampa utilizando a ponta de um prego (o furo deve ter uma espessura bem fininha).
- Sobre uma tábua de madeira, fixe os 4 pregos fazendo um suporte para a latinha. Este suporte deve ter altura suficiente para que a lamparina seja colocada sob a caldeira e a caldeira encaixada na base de pregos.
- Apoie a caldeira horizontalmente na base de pregos.
- Abaixo da caldeira coloque a lamparina que servirá como fonte de energia térmica para a mesma.
- Para a construção da turbina, utilize papel alumínio para fazer um cata-vento. Uma dica é utilizar cataventos plásticos prontos que vem em doces.
- Coloque a turbina em uma armação, ajustando a altura para que coincida com o furo da caldeira.
- Coloque fogo na lamparina para a usina montada entrar em funcionamento.

Comentários

A realização deste experimento deve permitir ao aluno entender, na prática, como é o princípio de funcionamento de uma máquina térmica. Ou seja, que a pequena porção de água contida na latinha de refrigerante (caldeira), ao ser aquecida pela lamparina (fornalha), se transforma em grande quantidade de vapor. Este vapor, movimentará o cata-vento que aqui faz o papel da turbina.

Neste experimento simples, podemos observar o fogo como a fonte quente e o ambiente atuando como a fonte fria. Assim, sua realização ajudará o aluno a compreender os conceitos termodinâmicos estudados e sua ligação com o cotidiano.

Sugestão de Sites

Existem inúmeros sites que sugerem diversas atividades práticas utilizando materiais de baixo custo ou do dia a dia. Alguns deles são:

- Feira de Ciências
- Manual do Mundo
- ACESSA Física – Experimento
- Aerodescobertas, Física na Escola
- Atividades e Experimentos, Ciência à Mão
- Experimentos de Física para o ensino Médio e Fundamental com materiais do dia a dia – UNESP
- Física Experimental
- Ponto Ciências

APROFUNDANDO SEUS CONHECIMENTOS

Após a realização da atividade experimental pelos alunos, o professor deve pedir que cada um elabore um relatório sobre a atividade prática realizada. Neste relatório devem constar as dificuldades encontradas durante a execução da atividade, as relações do experimento com os conceitos termodinâmicos estudados e as conclusões particulares de cada um.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.

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

<http://www.tecnogeradores.com.br/blog/o-que-sao-e-quais-sao-usinas-termeletricas-brasileiras/>

http://www.suapesquisa.com/energia/energia_termoeletrica.htm

<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-termoeletrica.htm>

http://www.suapesquisa.com/energia/vantagens_desvantagens_energia_nuclear.htm

<http://www.geralforum.com/board/showthread.php/646780-os-grandes-revolucionarios-de-todos-os-tempos/page4>

<http://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/provas-gabarito-oficial-enem-2016.htm>