

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM HISTÓRIA DA CIÊNCIA: PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

[\[ver artigo online\]](#)

Bruno Gomes da SILVA¹

RESUMO

A História da Ciência (HC) é um recurso que pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de física. Pois esta contextualiza tópicos da disciplina com a vida dos educandos, situações reais de seu mundo cotidiano. Este trabalho tem como objetivo fornecer mais uma opção didática para professores de física e do ensino das ciências, quando o assunto for a Primeira Lei da Termodinâmica, pois o estudo refere-se à construção de uma sequência didática (SD) com a utilização da HC para a Primeira Lei da Termodinâmica. A metodologia utilizada no estudo foi de caráter qualitativo, no qual foi construída uma revisão da literária no banco de pesquisa eletrônico Google acadêmico, com um crivo metodológico de trabalhos publicados nos últimos 10 anos. O resultado obtido foi a construção de uma SD metodologicamente definida na teoria dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), com a utilização da HC, para o tópico da Primeira Lei da Termodinâmica.

Palavras-chave: Sequência Didática, História da Ciência, Primeira Lei da Termodinâmica.

TEACHING SEQUENCE WITH HISTORY OF SCIENCE: FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

ABSTRACT

The History of Science (HC) is a resource that can help in the teaching and learning process of the discipline of physics. Because this contextualizes topics of the discipline with the lives of students, real situations in their everyday world. This work aims to provide one more didactic option for physics and science teachers, when the subject is the First Law of Thermodynamics, as the study refers to the construction of a didactic sequence (SD) with the use of HC for the First Law of Thermodynamics. The methodology used in the study was qualitative, in which a literature review was built on the academic Google electronic research bank, with a methodological sieve of works published in the last 10 years. The result obtained was the construction of a methodologically defined SD in the theory of the Three Pedagogical Moments of Delizoicov and Angotti (1990), using CH, for the topic of the First Law of Thermodynamics.

Keywords: Didactic Sequence, History of Science, First Law of Thermodynamics.

¹ Professor no IEEAB-RS, EEEMSR-RS. Formado em Engenharia Civil (Anhanguera de Pelotas) e Licenciado em Física (Instituto Federal de Educação Sul-rio-grandense - IFSUL), Especialista em Ciências e Tecnologias na Educação (IFSUL), Mestre no Ensino das Ciências (Instituto Politécnico de Bragança de Portugal - IPB), Doutorando em Engenharia de Materiais (Universidade Federal de Pelotas – UFPel). brunoifsul@gmail.com.br



INTRODUÇÃO

Aprender a disciplina de física não é uma tarefa fácil. Pois ela exige que os alunos compreendam a matemática, que tenham facilidade na interpretação de textos, bem como um bom raciocínio lógico. Se além de todos esses empecilhos o aluno não possuir interesse na disciplina, ou esta for descontextualizada do seu mundo cotidiano, logo o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de física não ocorrerá.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (BRASIL, 2000) corroboram com a ideia que se não houver interesse dos educandos, não há conhecimento que possa ser aprendido por eles. Logo é importante aproximar os assuntos estudados a situações do cotidiano dos estudantes, afim de tornar o conteúdo estudado mais próximo de suas realidades cotidianas na busca de estimular o interesse dos alunos e atingir o processo de ensino e aprendizagem de um determinado conteúdo.

E para buscar atingir o interesse e a atenção dos alunos, a HC pode ser uma excelente aliada e facilitadora neste processo. Silva (2018a) afirma que a HC pode ajudar a tornar esse processo de aprendizagem mais fácil, tornando a disciplina de física mais acessível, corriqueira, no dia a dia dos alunos. Criando elos de ligação com os conteúdos estudados em sala de aula com os vivenciados em suas casas. Tornando a física uma ciência apenas, não mais a aquela estudada na escola, cheia de códigos, números e cálculos e a física fora da escola que os alunos de maneira empírica vivenciam todos os dias.

A HC mostra como cada pesquisador pensavam em cada época, como a sociedade a política interferiram na ciência, no seu funcionamento e nas grandes descobertas. Silva (2017a) elucida que as grandes descobertas não foi por acaso, que nenhum cientista trabalhou sozinho, bem como suas descobertas não surgiram do nada. Existiram suor e trabalho por de cada uma.

A HC faz com que os educandos construam uma compreensão mais abrangente sobre os conteúdos de física, que os educandos notem o sacrifício dos cientistas para conquistarem suas descobertas científicas. A HC mostra que os cientistas não trabalharam sozinhos e precisaram de ajuda em suas descobertas, trabalharam sustentados em conhecimentos preestabelecidos de outros cientistas. Concordam com estas ideias, autores como Silva (2015), Silva (2017b), Silva e Antonovick (2017), Silva (2018b), Silva, Pires e Manzke (2018), Silva, Latosinski e Marques (2018).

1. DESENVOLVIMENTO

Compreendendo sobre a importância da HC no ensino da disciplina de física, este trabalho possui como objetivo construir uma sequência didática (SD) para o ensino da física térmica, para a Primeira Lei da Termodinâmica.

Constituída de uma organização didática pedagógica na teoria dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990). Como também, a SD irá abordar conceitos teóricos da física, exercícios de fixação e respostas dos exercícios.

Na montagem da SD foi empregada uma metodologia de modo qualitativa, uma revisão da literatura que teve como crivo metodológico o banco elétrico de pesquisa Google Acadêmico e trabalhos publicados até dez anos.

1.1. Referencial Teórico

A SD é estruturada na Teoria dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), a Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. Possui seu início no primeiro momento pedagógico, a Problematização Inicial. Nesse momento serão apresentadas as questões problemas para os educandos refletirem sobre os conteúdos que serão abordados. Questões que elucidam ocasiões que os educandos são submetidos diariamente em suas vidas, com o objetivo de tornar mais próximo a eles os conteúdos de física. Esse primeiro momento pedagógico tem como finalidade instigar a curiosidade dos educandos sobre os assuntos que serão abordados no decorrer da aula.

Depois de o professor promover as questões problematizadoras será o instante do segundo momento pedagógico: a Organização do Conhecimento. Nesse segundo momento pedagógico serão abordados as leis e conceitos da Física, esses que constituem a base a compreensão do tema central e da problematização inicial. O conteúdo da física que está por de trás nas questões problemas serão discutidos, mas importante lembrar que as questões problemas ainda não serão respondidas nesse momento pedagógico.

Posteriormente então, está por vir o terceiro momento pedagógico, a Aplicação do conhecimento. Esse momento se volta para responder as questões problematizadora, bem como, a algumas abordagens mais aprofundadas com a situação dos estudantes em suas vidas diárias, novos exemplos e exercícios, reforçando os que foram abordados no início da aula, reforçando os que eles já estudaram para uma melhor compreensão e fixação dos conteúdos.

1.2. Sequência Didática

1.2.1. *Máquinas Térmicas e a Primeira Lei da Termodinâmica*

Calcula-se esta aula para um somatório de 90 minutos, ou dois períodos letivos, com o objetivo de discutir as concepções sobre as máquinas térmicas e a Primeira Lei da Termodinâmica, a partir de uma construção histórica da ciência, construindo conjuntamente com os estudantes um melhor entendimento sobre estes conceitos.

Caro professor, para dar início a essa aula da Primeira Lei da Termodinâmica, recomenda-se lançar a primeira questão problematizadora:

O que é energia?

Lembre-se, anote todas as respostas enunciadas pelos estudantes. Caro professor, você pode pedir a alunos que não responderam a avaliarem as respostas dos colegas. Porque o importante é fazer os alunos participarem, pois, segundo Freire (1975) essa ação estimula o aluno, conseqüentemente, faz com que ele compreenda melhor o conhecimento estudado.

Após este instante inicial, de estimular o maior número de alunos possíveis e promover uma discussão inicial sobre o assunto, lance novas questões problematizadoras. Lembre-se, ainda não é o momento de responde-las.

O que são máquinas térmicas?

Como funciona uma locomotiva a vapor?

Como funciona um motor de um carro?

Como funciona uma central termonuclear de urânio enriquecido?

Caro professor, não responda a essas questões problematizadoras ainda. Pois agora, será o instante de uma aula expositiva com o texto de apoio ao professor, O surgimento das máquinas térmicas e a mudança na sociedade.

Este texto de apoio ao professor irá situar o estudante sobre a sociedade inserida num contexto histórico e os fatores que influenciavam nas descobertas dos conhecimentos envolvidos sobre as máquinas térmicas e posteriormente a primeira lei da termodinâmica.

1.2.2. Surgimento das Máquinas Térmicas e a Mudança na Sociedade

Caro professor, não responda a essas questões problematizadoras ainda. Pois agora, será o instante de uma aula expositiva com o texto de apoio ao professor, O surgimento das máquinas térmicas e a mudança na sociedade.

Cerca de 100 anos d.C. Heron de Alexandria, da antiga Grécia, desenvolveu uma máquina, que devido ao aquecimento da água produzia vapor e este entrava em alguns orifícios fazendo rotacionar uma esfera de metal. Segundo Soares (2014), a invenção de Heron foi a primeira máquina desenvolvida pelo homem a transformar calor em trabalho mecânico.

Figura 1: Máquina de Heron



Fonte: Eolipila (2012).

Disponível: <http://eolipila.blogspot.com/2012/09/funcionamento-da-maquina-de-heron.html>.

Acesso em 21/08/2019.

Com o avanço da sociedade o homem possui cada vez mais a necessidade de utilizar de combustíveis fósseis para produzir energia para sua subsistência. Os combustíveis fósseis eram aproveitados em pequenas quantidades. De acordo com Fraga (2018) as condições ao uso em grandes quantidades eram complicadas, o lucro não sustentava o investimento. As minas de carvão eram alagadas pelas águas subterrâneas e precisavam da força dos animais para bombear a água para fora das minas.

Em 1698, Thomas Savery, militar inglês foi o primeiro a construir uma máquina a vapor comercial, para retirar água de minas de carvão, pois as fontes existentes na superfície estavam ficando escassas. Projetada para drenar as minas de carvão, prometia facilidade e economia para retirar a água.

De acordo com Pietrocola (2010) esta máquina produzida por Savery possuía um nome peculiar, na qual ele chamou de o amigo dos mineiros.

Figura 2: Thomas Savery



Fonte: APS News (2018).

Disponível: <https://www.aps.org/publications/apsnews/201807/history.cfm>.

Acesso em 21/08/2019.

A cerca de 1770 o inglês James Watt, desenvolve uma máquina térmica com um melhor rendimento e uma diversificação ao seu uso. Segundo Máximo e Alvarenga (2011) a máquina de Watt além da retirada da água das minas de carvão, servia para elevação de pesos e a geração de movimento contínuo. Transformava calor em trabalho mecânico. Em 1712, na Inglaterra, Thomas Newcomen construiu uma máquina a vapor operacional, com aperfeiçoamentos em relação a de Savery. De acordo com Fraga (2018) esta passou a ser utilizada na mineração de carvão usando de seu próprio combustível para produzir vapor e bombear a água para fora das minas de carvão, assim, permitindo a exploração por um custo muito menor.

Figura 3: Minas de Carvão na Revolução Industrial



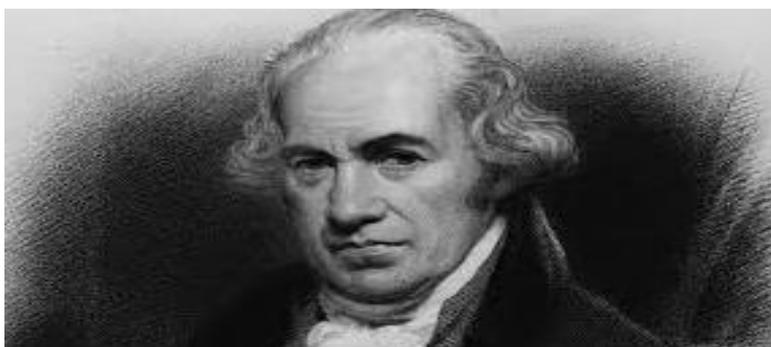
Fonte: Mundo Estranho (2018).

Disponível: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-eram-as-minas-de-carvao-na-revolucao-industrial/>.

Acesso em 21/08/2019.

Em já em 1775, a empresa Boulton and Watt lançou uma versão de máquina térmica mais eficaz. Esta foi aperfeiçoada ao longo das décadas, até o surgimento dos motores de alta pressão. De acordo com Fraga (2018) precisava-se de ferro para construir as máquinas a vapor e o uso do ferro também foi combinado com o carvão na criação do sistema ferroviário. A partir desse instante, a necessidade pela energia aumentou exponencialmente.

Figura 4: Watt



Fonte: Alamy (2018).

Disponível <https://www.alamy.com/james-watt-1736-1819-scottish-inventor-image179545357.html>.

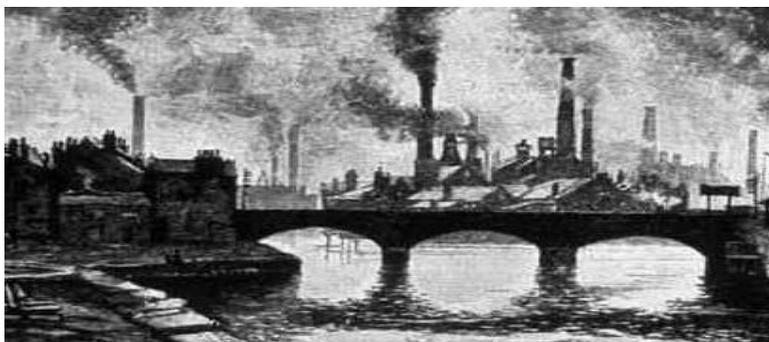
Acesso em 21/08/2019.

Em 1824 Sadi Carnot publica *Reflexões sobre o poder motor do Calor*. De acordo com Pietrocola et al. (2010) Carnot apresenta um modelo de funcionamento para essas máquinas, em que o importante era o fluxo de calor entre pontos de diferentes temperaturas, assim melhorando o rendimento das máquinas existentes.

Acarretando num avanço tecnológico sem precedentes. Segundo Pascoal (2016) a Revolução Industrial transformou a forma de habitar e trabalhar no mundo, moldou o modo de vida das sociedades modernas e urbanas.

Com mudanças nos rendimentos da forma de produção em grande escala devido a inserção das diversas máquinas na produção e na forma de organização das fabricas. Aumentou o êxito rural com concentração das pessoas nas cidades. Com as estradas de ferro e os barcos a vapor, as viagens se tornaram mais rápidas e com o avanço da tecnologia as fabricas aumentaram sua produtividade.

Figura 5: Revolução Industrial



Fonte: Info Escola (2019).

Disponível <https://www.infoescola.com/historia/revolucao-industrial/>.
Acesso em 21/08/2019.

Caro professor, após o instante de aula expositiva do texto sobre o surgimento das máquinas térmicas e a revolução na sociedade, é sugerido então que construa uma discussão com os estudantes sobre o ciclo de funcionamento das máquinas térmicas. Para o funcionamento de uma máquina térmica precisa existir uma fonte fria e uma fonte quente. Segundo Máximo e Alvarenga (2011) estas, são consideradas elementos externos a máquina térmica. Por exemplo, uma máquina a vapor queima combustível em uma fornalha.

A fornalha é a fonte quente neste caso, que faz a água ferver e se transformar em vapor que percorre ao longo de um caminho até chegar a um cilindro. Dentro do cilindro, o vapor empurra um pistão, e o pistão ao se mover faz rotacionar a roda. Quando o pistão atinge a extremidade do cilindro, a válvula de saída se abre, soltando o vapor, e o pistão, empurrado pela roda, volta a sua posição inicial, ocasionando com que o ciclo se inicie outra vez. Com isso o giro da roda se torna contínuo. Ou seja, neste caso, enquanto estiver combustível a queimar esta máquina térmica irá transformar esta energia fóssil em trabalho mecânico, de acordo com a figura a seguir.

Como funciona uma locomotiva a vapor?

Como uma máquina a vapor, utiliza a pressão do vapor para gerar movimento. A queima do combustível gera a combustão, que esquentam uma caldeira com água, produzindo vapor entra em uma válvula de admissão empurrando os pistões, e o movimento dos pistões da locomotiva se transmite para as rodas por meio de um sistema biela-manivela. Assim, transformando a energia gerada pela combustão em trabalho mecânico.

Figura 6: Locomotiva.



Fonte: Como Funciona (2018).

Disponível: <https://comofuncionaque.com/como-funciona-la-maquina-de-vapor/>.
Acesso em 22/08/2019.

Caro professor, após discutir com os alunos como é o funcionamento de uma locomotiva. Lance outra questão problematizadora: *Então com uma máquina térmica se transforma calor em trabalho mecânico. E como o homem chegou a esse entendimento?* Para responder a essa pergunta, sugere-se a leitura com os alunos, do artigo de Passos (2009), Os experimentos de Joule e a primeira lei da Termodinâmica. Publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 31, n. 3, 3603.

Com a leitura eles iram ter um entendimento de que, pode-se transformar calor em trabalho e que a energia se conserva. Irão compreender que este conceito se construiu ao longo da história e devido ao trabalho de vários cientistas ao longo dos anos. Surge então o momento de organizar o conhecimento e expor o conceito adequado do Princípio da Conservação de energia, mas primeiramente é preciso definir o conceito de energia Interna de um corpo. A energia interna de um corpo representa a soma das diversas formas de energia que os átomos e moléculas desse corpo possuem. De acordo com Máximo e Alvarenga (2015), para todo o processo que envolve transformação de calor em trabalho temos:

$$\Delta U = Q - W$$

Que a variação da energia total de um sistema é igual a quantidade de calor Q menos o trabalho realizado W . Este é considerado o Princípio da Conservação da energia, ao qual se dá o nome de **Primeira Lei da Termodinâmica**. Um exemplo, volte a imaginar a máquina a vapor, o Princípio da conservação de energia nos diz que a variação da energia total é igual a quantidade de calor restante menos o trabalho mecânico realizado.

Ex: Em um sistema ideal, se a quantidade de calor inicial fosse de 200 J. Suponha que 50 J fosse transformado a um trabalho mecânico, a variação da energia seria de 150 J, pois a energia se conserva. Caro professor, agora é momento de algumas aplicações da Primeira Lei da Termodinâmica. Será sugerido alguns exercícios de fixação, mas você pode incluir alguns de seu gosto, isso irá oscilar conforme o tempo restante de aula.

Exercício de fixação 1: Primeira Lei da Termodinâmica.

Suponha que um sistema passe de um estado à outro, trocando energia com a sua vizinhança. Calcule a variação de energia interna do sistema nos seguintes casos:

- A) sistema absorve 100 cal de calor e realiza um trabalho de 200 J.
- B) sistema absorve 100 cal de calor e um trabalho de 200 J é realizado sobre ele.
- C) sistema libera 100 cal de calor para a vizinhança e um trabalho de 200 J é realizado sobre ele.

Fonte: Máximo e Alvarenga (2015, p. 25).

As respostas aos exercícios de acordo com Máximo e Alvarenga (2015):

a) A variação da energia interna é dada pela primeira lei da Termodinâmica, isto é: $\Delta U = Q - W$. Nesse caso, temos $Q = 100$ cal. Seu sinal é positivo, porque se trata de calor absorvido pelo sistema. O valor $W = 200$ J, também é positivo, porque o trabalho foi realizado pelo sistema. Então: $\Delta U = 418 - 200 \therefore \Delta U = 218$ J. Esse resultado nos diz que a energia interna do sistema aumentou de 218 J. b) como no caso anterior, $Q = 100$ cal = 418 J e é positivo. Entretanto, temos agora $W = 2200$ J, pois o trabalho foi realizado sobre o sistema. Assim: $\Delta U = Q - W = 418 - (-200) \therefore \Delta U = 618$ J., portanto, a energia interna sofreu um acréscimo de 618 J, uma vez que tanto o calor fornecido ao sistema (418 J) quanto o trabalho realizado sobre ele (200 J) representam quantidades de energia transferidas para o sistema. c) temos, nesse caso, $Q = -100$ cal = -418 J e $W = -200$ J, pois o calor foi cedido pelo sistema e o trabalho foi realizado sobre ele. Logo: $\Delta U = Q - W = -418 - (-200) \therefore \Delta U = -218$ J. Vemos que a energia interna do sistema diminuiu de 218 J. Esse resultado poderia ser previsto, pois o sistema perdeu 418 J sob a forma de calor e recebeu apenas 200 J pelo trabalho realizado sobre ele (p. 25).

Caro professor, outra sugestão de exercício de fixação, que irá depender do andamento de sua aula e do tempo restante.

Atividade avaliativa 1: Trabalho para fazer em casa.

Explique o funcionamento de um motor de um carro, ou seja, uma máquina térmica a combustão interna.

Fonte: autor.

1.2.3. Aplicações da Primeira Lei da Termodinâmica

Caro professor, projeta-se uma aula com 45 minutos com o objetivo de discutir e reforçar as concepções sobre as máquinas térmicas e a Primeira Lei da Termodinâmica. Retomando a atividade avaliativa, as questões problematizadoras e adicionando exercícios de fixação. Caro professor, o primeiro instante é direcionado à retomada da atividade avaliativa da aula passada para entregar ao professor.

A respostas da Atividade avaliativa 1, de acordo com Máximo e Alvarenga (2011) a combustão e a explosão são empregadas ao nome desse motor, no qual o seu de funcionamento é decorrente do aproveitamento da energia liberada na reação de combustão de uma mistura de ar e combustível, cilindro do veículo. Motor de um carro, também nomeado de motor de quatro tempos.

Figura 7: Motor de quatro tempos.



Fonte: Mundo Educação (2019).

Disponível <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/funcionamento-motor-combustao-interna.htm>.

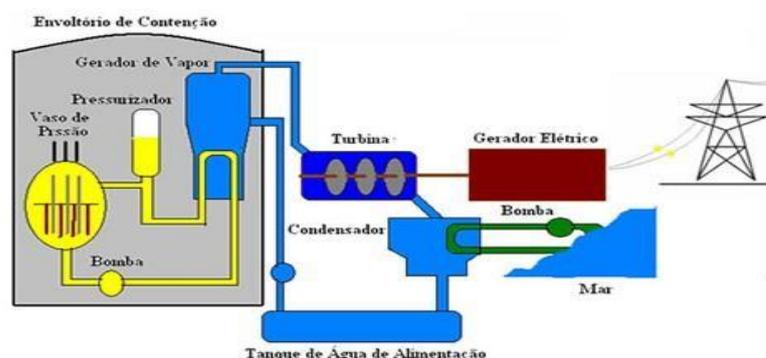
Acesso em 24/08/2019.

Primeiro tempo é a admissão. O pistão está em cima, a válvula de admissão abre e o pistão desce. A mistura de ar e vapor de gasolina entra pela válvula. O segundo tempo é a Compressão. O pistão sobe e comprime a mistura de ar e vapor de gasolina. O terceiro tempo é a combustão. Com uma descarga elétrica entre os dois pontos da vela de ignição. O quarto tempo é o Escape. Se reinicia o ciclo continuamente. A energia do combustível se transforma em trabalho mecânico.

Após, se volta a retomada de conceitos envolvendo a primeira lei da termodinâmica. E responder à questão problematizadora sobre o funcionamento de uma usina termonuclear, sempre relacionando o conteúdo estudado com a primeira lei da termodinâmica.

Como funciona uma central termonuclear de urânio enriquecido? Segundo o Brasil Escola (2019) produz energia elétrica a partir de reações nucleares, com enriquecimento de urânio. Normalmente, as usinas nucleares são construídas por um envoltório de contenção feito de ferro armado, concreto e aço, para proteger o reator nuclear de emitir radiações para o meio ambiente.

Figura 8: Usina termonuclear.



Fonte: Brasil Escola (2019).

Disponível <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-funciona-uma-usina-nuclear.htm>.
Acesso em 24/08/2019.

O urânio é colocado no vaso de pressão. Com a fissão, existe produção de energia térmica. A água aquecida transforma-se em vapor e movimenta a turbina de um gerador elétrico. A energia que é gerada através de todo o processo de fissão nuclear chega às residências por redes de distribuição de energia elétrica. Neste caso a energia do urânio é transformada em energia térmica. E a através do condensador a água é resfriada e direcionada ao oceano. Iniciando-se novamente outro ciclo.

O fato que a aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica mais fácil e mais usual no mundo inteiro são as máquinas térmicas. Elas estão presentes nos mais diversos materiais e máquinas que utilizamos em nossa vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi desenvolvida uma SD para o ensino da física térmica, para a Primeira Lei da Termodinâmica com a utilização da HC e, metodologicamente estruturada, na teoria dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990).

A SD construída aqui se torna mais um material didático pedagógico para professores de física e ciências da natureza para o tópico da Primeira Lei da Termodinâmica. Repleta de HC, pois a mesma é uma ferramenta frutífera para o ensino. Potencializa o processo de aprendizagem dos educandos, torna a física mais compreensível aos estudantes.

Ensinar a disciplina de física, é ensinar o estudante a pensar. É construir raciocínio lógico, é ensina-lo a lidar com as mais diversas situações que ocorrem na vida cotidiana do estudante. Aprender física não é fácil. Mas a HC pode facilitar esse processo, pois ajuda o estudante a entender como os conhecimentos foram construídos e onde foram aplicados em sua construção e isso, torna mais abrangente a cognição dos estudantes sobre a disciplina de física.

Se o processo de ensino e aprendizagem for descontextualizado os estudantes podem perder a vontade de aprender. Bem como, pode até gerar a desistência deles da escola, pois o “distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente responde pelo desinteresse e até mesmo pela deserção que constatamos em nossas escolas” (BRASIL, 2000, p. 22).

Então é preciso contextualizar ao máximo o ensino e, principalmente, no ensino de física, pois a disciplina possui notória dificuldade de aprendizagem dos estudantes, pois exige que eles saibam interpretar textos, que tenham raciocínio lógico e conhecimentos de matemática. É preciso que o professor conheça as necessidades dos alunos e a partir desses pressupostos desenvolva suas atividades educacionais.

Na busca de atingir o processo de ensino e aprendizagem no ensino de física, o professor busca fornecer ao educando uma base teórica científica afim que ele possa organizar e desenvolver o seu próprio conhecimento. A disciplina de física e o funcionamento da ciência, precisam ser compreendidas pelo educando como um processo que evoluiu ao longo dos anos e que é repleto de interferências políticas, emocionais, culturais, sócio econômicas, sociais e a HC é uma grande aliada para atingir esse processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALAMY. **James Watt**. 2018. Disponível <https://www.alamy.com/james-watt-1736-1819-scottish-inventor-image179545357.html>. Acesso em 21/08/2019.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ministério da Educação/Secretária de Educação Básica, Brasília, 2000.

BRASIL, Escola. **Como funciona uma usina nuclear**. 2019. Disponível <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-funciona-uma-usina-nuclear.htm>. Acesso em 24/08/2019.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: editora Cortez, 1990.

EDUCAÇÃO, Mundo. **Funcionamento de um motor a combustão interna**. 2019. Disponível: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/funcionamento-motor-combustao-interna.htm>. Acesso em 24/08/2019.

EOLIPILA. **Funcionamento da Máquina de Heron**. 2012. Disponível: <http://eolipila.blogspot.com/2012/09/funcionamento-da-maquina-de-heron.html>. Acesso em 21/08/2019

ESCOLA, Brasil. **Exercícios sobre máquinas Térmicas**. Exercícios de Física. 2019. disponível: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-maquinas-termicas.htm#resp-3>. Acesso 29/08/2019.

ESCOLA, Info. **Revolução Industrial**. 2019. Disponível: <https://www.infoescola.com/historia/revolucao-industrial/>. Acesso em 21/08/2019.

ESTRANHO, Mundo. **Como eram as minas de Carvão**. Super Interessante. 2018. Disponível: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-eram-as-minas-de-carvao-na-revolucao-industrial/>. Acesso em 21/08/2019

FRAGA, Mari. Tempo Fóssil: petróleo, arte e corpo na cosmopolítica do Antropoceno. **Revista Brasileira Estudo da Presença**. Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 31-62, jan./mar. 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

PASSOS, Júlio Cesar. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 31, n. 3, 3603. 2009.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA Beatriz. **Física: Frente A**. Editora Ática, V.2, 2. ed. São Paulo. 2015.

_____. **Física: Frente A**. Editora Ática, V.2, 2. ed. São Paulo. 2011.

NEWS, Aps. **Thomas Savery**. 2018. Disponível: <https://www.aps.org/publications/apsnews/201807/history.cfm>. Acesso em 21/08/2019.

PIETROCOLA, Maurício *et. al.* **Física em contextos: Energia, Calor, Imagem e Som**. v.2 editora FTD S.A. 1ed. São Paulo. 2010.

SILVA, Bruno G. **História da Ciência nos Livros Didáticos de Física do 1.º Ano do Ensino Médio no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências - Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Bragança, 2017a.

_____. **História da Ciência: Arquimedes**. Monografia de Especialização em Ciências e Tecnologias na Educação, Instituto Federal de Educação Sul-rio-grandense. Pelotas, 2017b.

_____. Ensino de Física: ciência e sua natureza. **Revista Semana Acadêmica**. ed. 119, vol. 1. Fortaleza, 2018a.

_____. Funcionamento da Ciência nos Livros Didáticos de Física. **Revista Semana Acadêmica**. Ed. 119, vol. 01. Fortaleza, 2018b.

_____. **Uma Análise de como a História da Ciência está sendo abordada nos Livros Didáticos de Física em relação à Lei da Gravitação Universal**. Trabalho de Conclusão de Curso Licenciatura em Física, pelo Instituto Federal de Educação Sul-rio-grandense. Pelotas, 2015.

SILVA, Bruno G.; ANTONOVICK, Janaina. O Princípio de Arquimedes no Livro Didático de Física. **Revista Educar Mais**, v.1, pp. 62-69. Pelotas, 2017.

SILVA, Bruno G.; PIRES, Maria. D.; MANZKE, Vitor. Hugo. B. História da Ciência nos Livros Didáticos de Física. **Revista Thema**, v.15, n.1, p. 34-43, Pelotas, 2018.

SILVA, Bruno G.; LATOSISNSKI, Elder S; MARQUES, Nelson L. R. Pseudo Histórias nos Livros Didáticos de Física: Arquimedes e Newton. **Revista Thema**, v.15, n.2, p. 399- 402, Pelotas, 2018.

SILVA, Geilson R.; ERROBIDART, Nádia Cristina G. Termodinâmica e Revolução Industrial: Uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência. **Revista História da Ciência e Ensino**. Volume 19, pp. 71-91. 2019.

SOARES, Tatiane Felix. **Livros didáticos e o desenvolvimento da termodinâmica: a Era das máquinas térmicas**. (Trabalho de conclusão de curso), Universidade Estadual da Paraíba, 2014.