

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM HISTÓRIA DA CIÊNCIA: A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR

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

Bruno Gomes da SILVA¹

RESUMO

Um problema existente no ensino de física, é o ensino descontextualizado. A História da Ciência (HC) é uma ferramenta que pode facilitar a aprendizagem da disciplina de física, dando elos de ligação para os estudantes e também ocasionando com que eles possam contextualizar mais o conhecimento estudado. O objetivo deste estudo é fornecer mais uma ferramenta para docentes de física poderem propor suas aulas, com a construção de uma sequência didática (SD) com a utilização da HC no ensino da física térmica. A metodologia utilizada foi de punho qualitativo, na qual foi construída uma revisão da literatura no banco de pesquisa eletrônico Google acadêmico, com um crivo metodológico de trabalhos publicados nos últimos 10 anos. O resultado está descrito no decorrer do trabalho.

Palavras-chave: Sequência Didática, Calor, História da Ciência, ensino de física.

TEACHING SEQUENCE WITH HISTORY OF SCIENCE: THE EVOLUTION OF THE CONCEPT OF HEAT

ABSTRACT

An existing problem in the teaching of physics is decontextualized teaching. The History of Science (HC) is a tool that can facilitate the learning of the discipline of physics, providing links for students and also allowing them to contextualize the knowledge studied. The aim of this study is to provide another tool for physics teachers to propose their classes, with the construction of a didactic sequence (SD) with the use of HC in the teaching of thermal physics. The methodology used was a qualitative one, in which a review of the literature was built in the Google academic electronic research bank, with a methodological sieve of works published in the last 10 years. The result is described in the course of the work.

Keywords: Didactic Sequence, Heat, History of Science, Physics teaching.

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), Especialista em Ciências e Tecnologias na Educação (IFSUL), Mestre no Ensino das Ciências (Instituto Politécnico de Bragança-Portugal), Doutorando em Engenharia de Materiais (Universidade Federal de Pelotas – UFPEL). brunoifsul@gmail.com.br



INTRODUÇÃO

O ensino que não possui preocupação com os interesses dos alunos, que apenas expõe exercícios de memorização e de repetição, os quais são, muitas vezes, descontextualizados geram desinteresse dos educandos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) enunciam que o ensino desta forma “*ao invés de se colocar como elemento central de desenvolvimento dos cidadãos, contribui para a sua exclusão*” (BRASIL, 2000, p. 12). Em relação ao ensino de ciências da natureza os PCN's orientam que a finalidade do ensino é aproximar o aluno da investigação científica e tecnológica, de concepções atuais do mundo físico e natural e na solução de problemas, gerar condições ao aluno organizar e construir o conhecimento.

Estudar física pode ser uma tarefa complexa para os estudantes do ensino médio, pois a disciplina exige dos estudantes conhecimentos prévios de matemática, raciocínio lógico, um bom entendimento do português para poder interpretar os problemas e propor resoluções. Se o ensino ainda for descontextualizado essa tarefa se torna ainda mais difícil. A História da Ciência (HC) é uma ferramenta que pode facilitar a aprendizagem da disciplina de física, dando elos de ligação para os estudantes e também ocasionando com que eles possam contextualizar mais o conhecimento estudado.

A HC abordada como a compreensão de que forma os pesquisadores pensavam e sobre como a sociedade e a política interferiam na ciência no que se refere a real assimilação do funcionamento deste processo, faz com que os alunos desenvolvam uma melhor percepção sobre os conteúdos estudados e permite que os educandos construam conexões mais qualificadas. Corroboram com estas ideias trabalhos como Ziman (1984), Bassalo (1992), Matthews (1994), Silva e Martins (2003), Pagliarini, (2007), Fernandes (2016), Martins (1990), Carvalho (2007), Cruz *et al.*, (1988), Silva (2017a,b), Silva e Antonovick (2017), Silva (2018a,b), Silva, Pires e Manzke (2018), Silva, Latosinski e Marques (2018), Silva (2015).

Outros trabalhos também reforçam a importância da HC no ensino em geral, no entanto não serão citados por haver um número muito extenso. Se for feita uma pesquisa restringindo-a apenas ao Google Acadêmico sobre a importância da HC para o ensino, o resultado será mais de 52 mil trabalhos científicos encontrados. Além desses, outros trabalhos ainda poderiam ser pesquisados em outros bancos eletrônicos de pesquisa, tais como Scielo, banco de periódicos da CAPES, entre outros.

1. DESENVOLVIMENTO

Visto a face da importância da HC no ensino de física, este trabalho buscou construir uma sequência didática (SD) para o ensino da física térmica, mais específico, abordando a parte da evolução histórica do conceito de calor. Mas aliado a esta perspectiva esse trabalho contempla uma organização pedagógica na teoria dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990). Bem como, a SD contempla parte teórica do conceito de calor como energia, exercícios e respostas desses.

Na construção da SD foi utilizada uma metodologia de punho essencialmente qualitativo, de caráter uma revisão da literatura e de crivo metodológico o banco elétrico de pesquisa Google Acadêmico, no qual foi limitado trabalhos até dez anos de publicação.

1.1. Referencial Teórico

O referencial teórico que sustenta e alicerça a SD é a Teoria dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), a Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Para um melhor entendimento, inicia-se então com o primeiro momento pedagógico, a Problematização Inicial. No qual são definidos os problemas e as questões que serão apresentadas aos alunos, situações vivenciadas pelos estudantes, com a finalidade de aproximá-los dos conhecimentos que serão estudados. Este momento pedagógico tem por objetivo despertar a curiosidade dos estudantes sobre o assunto.

Após o professor lançar as questões problematizadoras e despertar a curiosidade do estudante. É nesse instante que Delizoicov e Angotti (1990) definem que se deve começar o segundo momento pedagógico: a Organização do Conhecimento. Nesse segundo momento serão organizados os conhecimentos da Física que dão suporte ao entendimento do tema central e da problematização inicial. Os conceitos e leis abordados nas questões problematizadoras serão agora aprofundados.

Posteriormente à organização do conhecimento, surge então o terceiro momento pedagógico, a Aplicação do conhecimento. No qual se procura abordar e responder de forma gradual e sistemática, aos questionamentos que foram lançados no início da aula e aplicando os conhecimentos científicos anteriormente estudados e organizados.

1.2. Sequência Didática

1.2.1. Calor na forma de energia

Calcula-se esta aula para um somatório de 90 minutos, ou dois períodos letivos, com o objetivo de discutir as concepções sobre o calor, temperatura e as sensações térmicas desde a antiguidade até os dias atuais, construindo conjuntamente com os estudantes um melhor entendimento sobre estes conceitos.

Construir com os estudantes ideias sobre o calor a partir da questão problematizadora:
O que vocês entendem sobre a palavra calor?

Recomenda-se que todas as expressões enunciadas pelos educandos sejam escritas no quadro. Nenhuma expressão deve ser excluída do quadro, neste primeiro momento. Pois este, preza pela valorização nas falas dos educandos e proporciona um melhor retorno a eles, diminuindo o receio em participar da atividade.

Após isto, sugere-se lançar outras perguntas, como:

Será que o homem da antiguidade entendia sobre as sensações térmicas?

O que eles acreditavam que era o calor?

É importante frisar que antes de responder essas perguntas, sugere-se aos professores construir uma discussão com os alunos. Pode-se pedir que alguns alunos respondam as questões e pedir a outros alunos analisarem as respostas dos colegas.

Caro professor, não responda ainda a definição correta aos alunos, deixe eles discutirem e se possível, desperte a curiosidade deles com a dúvida temporária, explicando, que logo, será construída a definição correta. Esse diálogo contínuo entre professor e aluno, para Freire (1975) facilita no processo de ensino e aprendizagem.

Ainda, antes de responder as questões, recomenda-se caro professor, expor um instante de uma aula expositiva com o auxílio do Power Point o texto de apoio ao professor, Concepções sobre o Calor e as Sensações Térmicas na Antiga Grécia. Este retrata sobre as ideias dos gregos na antiga Grécia sobre as sensações térmicas, descrito a seguir do trabalho.

1.2.2. Concepções sobre o calor na antiga Grécia

A descoberta do fogo pelo homem, cerca de 700.000 anos atrás, mobilizou e despertou o ser humano a buscar um melhor entendimento sobre as sensações térmicas existentes no mundo. Segundo Silva (1995) o começo do uso e domínio do fogo, apesar de haver discussões, é atribuído ao homo erectus.

Figura 1: Descoberta do Fogo.



Fonte: GCN (2019).

Disponível: <https://gcn.net.br/noticias/214996/criancas/2013/06/a-descoberta-do-fogo-mudou-a-vida-do-homem>. Acesso em 08/05/2019.

A partir da descoberta do fogo, as civilizações existentes o produziram e o manusearam. Segundo Gomes (2012a) assim, dando novos formatos aos hábitos alimentares e ocasionando na confecção de ferramentas de subsistência e de resistência.

O homem da Grécia antiga acreditava que um elemento era o princípio de todas as coisas. Para Anaximandro por volta de 550 a. C. o *Ápeiron* era o princípio de tudo. Uma massa primordial, que continha forças como o quente e o frio, afluía um núcleo, o embrião do universo.

O frio e o úmido condensavam-se a construir a Terra e o seu invólucro de nuvens, enquanto o quente e o seco formavam os anéis de fogo que conhecemos como a Lua, o Sol e as estrelas. Conforme Silva (1995) o quente que se desprendia do fogo no céu, assim, secando a Terra e provocando a retração dos oceanos. Da camada quente de lodo acumulada sobre a Terra surgiu a vida. Na filosofia Jônica, havia a crença de que por trás de tudo havia um único elemento causador pelas inúmeras manifestações e transformações da matéria.

Silva (1995) afirma que Tales de Mileto 546 a.C. acreditava que esse elemento era a água, para Anaxímenes 525 a.C. era o ar e para Heráclito 470 a.C. era o fogo. Por volta do ano 492 a. C. na busca de uma compreensão significativa sobre as sensações térmicas.

Figura 2: Descoberta do Fogo.



Fonte: Wordpress (2018).

Disponível: <https://caadorasdeiluses.wordpress.com/2018/07/07/vestibenem-grecia-antiga/>.
Acesso em 08/05/2019.

De acordo com Fernandes (2016) Empédocles, acreditava que os quatro elementos da natureza água, fogo, terra e ar se regulavam devido a forças motrizes naturais. Estas forças se configuravam sendo atrativas e repulsivas, e essas, gradualmente equilibradas se conciliavam para a formação de todos os fenômenos da natureza. Empédocles possuía explicações para o dia e a noite, para o inverno e o verão. Todos esses envolvendo a ideia e a predominância do fogo. Segundo Sancho (2000), Empédocles possuía explicações para os eclipses solares, como a Lua se colocar entre a Terra e o Sol.

Figura 3: Empédocles.



Fonte: Filosofia na Escola (2019).

Disponível: <https://filosofianaescola.com/filosofos/empedocles/>.
Acesso em: 08/05/2019.

Outro filósofo importante da antiga Grécia, buscou o entendimento das sensações térmicas existentes no mundo, era Aristóteles de Estagira, região ao norte da Grécia. Discípulo da Academia Platônica fundou sua escola, no ano de 336 a. C, onde Aristóteles desenvolveu atividades investigativas sobre as sensações térmicas presentes no mundo. De acordo com Fernandes (2016) Aristóteles aceitava os quatro elementos da natureza como constituintes de todas as coisas do mundo.

Aristóteles acreditava que o calor estaria relacionado ao elemento fogo. Segundo Silva, Forato e Gomes (2013) Aristóteles explicava também que, o fogo e ar se deslocavam naturalmente para cima, já a terra e água se deslocavam naturalmente para baixo. Os Gregos acreditavam que o calor estava relacionado ao fogo.

Figura 4: Aristóteles.



Fonte: Toda Matéria (2019).

Disponível: <https://www.todamateria.com.br/aristoteles/>
Acesso em 09/06/2019.

Caro professor, após o instante de aula expositiva sugere-se realizar a Atividade em sala de aula 1, o tato como medidor de temperatura. Peça para os alunos responderem em uma folha e entregar ao professor como a primeira atividade avaliativa. Após a realização da atividade avaliativa, ainda não será o momento de explicar para os alunos se eles responderam a atividade avaliativa de forma correta.

Uma atividade avaliativa que pode ser realizada com os estudantes é o Tato como medidor de Temperatura: Como os Gregos da antiga Grécia, podemos utilizar nosso corpo como termômetro em várias situações presentes em nossa vida. Coloquem as mãos na classe e posteriormente no caderno. Explique Qual dos dois está mais quente? Qual dos dois está mais frio? O tato é um bom medidor de temperatura? Explique.

Essa é uma atividade simples para ser reproduzida em sala de aula, que faz com que os alunos reflitam sobre os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica. E com essa simples prática, eles podem se colocar no lugar dos Gregos da antiga Grécia e refletirem como eles compreendiam o mundo.

Após essa primeira atividade avaliativa, serão lançadas outras duas questões problematizadoras:

As concepções sobre as sensações térmicas permaneceram sempre iguais?

O que o homem acreditava sobre as sensações térmicas no século XV?

Para situar os estudantes sobre essas concepções, será direcionada o segundo instante de aula expositiva sobre o texto de apoio ao professor, Concepções sobre o Calor e as Sensações Térmicas no Século XV, descrito a seguir:

1.2.3. O calor e as sensações térmicas no século XV

Depois de Aristóteles, outro ponto importante da HC em relação aos conhecimentos sobre as sensações térmicas, foi no século XV. Este chegou trazendo mudanças, logo, também consequências. Devido à exploração dos continentes pela navegação, ocasionando na divulgação das ideias científicas ao longo do mundo.

Figura 5: George Stahl.



Fonte: Britannica (2019).

Disponível: <https://www.britannica.com/biography/Georg-Ernst-Stahl>.
Acesso em 10/06/2019.

No século XVII Stahl professor, médico e químico alemão define que o fogo e a água, atuam como solvente, e o ar intervêm enquanto agentes mecânicos, tornando possíveis as misturas, mas não as causando. O fogo coloca a terra flogística em movimento, o ar desloca os pedaços mais voláteis dos corpos, já a água desloca nas misturas as partes do soluto, de acordo com Greenberg (2009). Para Stahl, os elementos capazes de provocar a combustão seriam ricos em flogisto, a palavra em grego significa colocar fogo. Dizia que o flogisto causava o fogo.

Divulgação de ideias de filósofos da antiga Grécia, como também do mundo contemporâneo da época. Com o surgimento da imprensa no século XV, as descobertas científicas tiveram longo alcance. Os estudos sobre as sensações térmicas também foram evoluindo com as trocas de informações pela sociedade.

No século XVII surgem novas concepções em relação às sensações térmicas e uma delas é a do flogisto. Prado e Carneiro (2018) afirmam que as primeiras ideias em relação ao flogisto era que o princípio que regia sobre o fenômeno da combustão e da calcinação dos metais.

Neste século o homem buscava uma maior compreensão sobre o poder do vapor e da combustão. Buscava entender o funcionamento de processos em determinados elementos da natureza, como a madeira e o carvão. Stensmann (2014) entende que esse processo de queima, poderia compreender o calor necessário para a separação das substâncias de alguns metais. Stahl define a existência de três tipos distintos de terra, uma delas sendo a terra flogística, na qual está é leve e inflamável, que um material ao ser queimado perdia flogisto e se tornava restos. Stahl relacionava esses fenômenos de combustão com o calor.

Figura 6: Terra Flogística.



Fonte: Nowmaste (2014).

Disponível: <https://www.nowmaste.com.br/fire-2/>.

Acesso em 12/08/2019.

Para Silva, Forato e Gomes (2013) o processo de combustão para Stahl seria alicerçado na presença de substâncias combustíveis como o carbono e o enxofre, que quando aquecidas pelo fogo, geravam grande quantidade de calor. Devido à presença de um princípio inflamável flogístico. Porém, a teoria do flogisto não explicava tudo, existiam problemas nas explicações em relação à massa resultante do flogisto; do peso de alguns materiais que restariam após a queima.

Segundo Silva Forato e Gomes (2013) nesta época não eram definidos ainda os conceitos de massa e peso. Mas a sociedade estava diante a revolução industrial. Esta permitia experimentar e construir. Desenvolvendo-se inúmeras ferramentas com a finalidade de minimizar especulações e garantir êxito às pesquisas realizadas. A máquina a vapor revoluciona a indústria; o trabalho dos homens e cavalos foi trocado por máquinas. A cada dia sociedade precisava de máquinas com maior rendimento.

Diante dos problemas e controvérsias encontradas na teoria do flogisto. Os cientistas precisavam de uma teoria aceita por todos e de fácil utilização. O homem foi alterando o entendimento do conceito de calor de tal modo que, a certa altura, a única afinidade da teoria do flogisto, era o próprio nome. Assim, surge a necessidade de uma nova teoria para responder questionamentos existentes como, a conservação da massa e do peso. Surge a teoria do calórico.

Caro professor, após o segundo instante de aula expositiva com os alunos, será realizada a atividade 2 Comparativo das Concepções sobre as sensações Térmicas dos Gregos da antiga Grécia X O homem do século XV. Peça para os alunos responderem em uma folha e entregar ao professor.

Uma Atividade avaliativa 2, que pode ser realizada com os alunos é um comparativo das concepções sobre as sensações Térmicas. Peça ao aluno para descrever o que o homem compreendia sobre as sensações térmicas no século XV. E construa um comparativo com as ideias dos Gregos da antiga Grécia, sobre as sensações térmicas.

Para dar seguimento neste momento inicial afim de situar os estudantes sobre a construção histórica do conceito de calor, será redigido o terceiro instante de aula expositiva, com o texto de apoio ao professor, Concepções sobre o calor e Sensações Térmicas no Século XVIII.

1.2.4. O calor e as sensações térmicas no século XVIII

A teoria do calórico foi enunciada por Lavoisier (1743-1794) que conhecia os trabalhos de outros pesquisadores da época que também buscavam respostas sobre a combustão, e as dúvidas existentes da teoria do flogisto. De acordo com Silva Forato e Gomes (2013) Lavoisier reproduzia experimentos realizados por Stahl, Cavendish e outros a na busca de possuir suas próprias respostas. Ele publica suas conclusões em relação às observações dos experimentos na Académie Royale Sciences.

Figura 7: Lavoisier.



Fonte: Unicentro (2019).

Disponível: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/11/22/antoine-laurent-lavoisier-1743-1794/>.
Acesso em 12/08/2019.

Nestas publicações ressalta algumas divergências na teoria do flogisto. Lavoisier diz que na combustão são liberados o fogo e a luz, já na calcinação é produzido à própria matéria do fogo. Complementa que tanto a combustão quanto a calcinação só se concretizam na presença de ar puro. E ainda reforça que, está à massa sofre alteração após a combustão, como também na calcinação.

De acordo com Silva, Forato e Gomes (2013) Lavoisier ainda argumenta que na combustão ocorreria aumento de peso no corpo queimado oriundo da destruição ou decomposição do ar puro. Lavoisier foi um dos pesquisadores que mais argumentou, descreveu e levantou hipóteses sobre a necessidade de possuir outra visão para as pendencias da teoria do flogisto.

De acordo com Prado e Carneiro (2018) a ideia do flogisto era sobreposta, neste momento, por outra que explicava a formação da água e de fenômenos em que o aquecimento era discutido como em relação à combustão e calcinação. A ideia do calórico de Lavoisier vinha se sobrepondo sobre a teoria do flogisto, por ser plausível e responder questionamentos que a anterior não respondia.

A teoria do calórico permeou-se. Esta explicava que um fluido elástico, invisível, de peso desprezível, chamado de calórico não poderia ser criado nem destruído, havendo sempre uma conservação da sua quantidade. A teoria do calórico explicava grande parte dos fenômenos relacionados ao aquecimento dos corpos.

Porém, em 1798 a ideia de que o calor é energia foi enunciada pelo conde Rumford (1753-1814), engenheiro americano que trabalhando em uma fábrica de armas em Munique começou a se questionar sobre a teoria do calórico.

Figura 8: Conde Rumford.



Fonte: Graham (2019).

Disponível: http://www.cienciamao.usp.br/dados/coci/_grahamemconstrucao.texto.pdf.
Acesso em 12/08/2019.

De acordo com Máximo e Alvarenga (2011) Rumford perfurando peças de canhão percebeu que as peças se aqueciam. Percebeu que a energia empregada na realização daquele trabalho era transferida para as peças, assim, elevando suas temperaturas.

A princípio possuía-se como ideia que o calor estava sendo transferido das lascas metálicas resultantes da fricção. De acordo com Carvalho e Gomes (2017) Rumford destaca que se o calórico fosse liberado no experimento, conforme descrevia a teoria do calórico, em algum instante todo o calórico seria esgotado.

No entanto, o atrito entre a broca e o tubo de canhão poderia gerar calor interminável. Assim, por suas observações Rumford conclui que, um corpo não pode ser capaz de fornecer ilimitadamente uma substância material. O calor deve ser proveniente do movimento das partículas.

Assim, Joule parte na busca de desenvolver sua teoria a respeito do calor, o considerando como uma forma de movimento. De acordo com Queirós (2012) na busca de comprovar as ideias de Rumford, Joule efetua um experimento de fricção da circulação da água em tubos estreitos afim de analisar a produção de calor. Joule acreditava que onde uma força mecânica fosse gasta, um calor seria obtido da ação. Que os agentes da natureza não poderiam ser criados nem destruídos, assim contrariando a teoria do calórico.

Figura 9: Joule.



Fonte: Chemistry (2019).

Disponível: [//www.chemistryviews.org/details/ezine/11116708/200th_Birthday_James_Prescott_Joule.html](http://www.chemistryviews.org/details/ezine/11116708/200th_Birthday_James_Prescott_Joule.html).
Acesso em 12/08/2019.

Em 1844, Joule publica uma nota na qual debate os problemas encontrados na teoria do calórico. Retrata que o calor de fluidez, pode ser visto como uma força mecânica essencial para vencer a agregação das partículas no estado sólido. Já o calor de vaporização é encarado como uma força mecânica útil para sobrepor a condição de agregação dos átomos no estado líquido e, vencer a pressão atmosférica.

De acordo com Souza, Silva e Araújo (2014) para Joule o calor de combinação é semelhante à uma da força mecânica na qual se combinam os átomos e a eletricidade facilita no processo de conversão de calor, pois, é capaz de converter calor em força mecânica.

Joule se apoia nas concepções de Faraday, onde cada átomo possui uma quantidade de eletricidade. De acordo com Souza, Silva e Araújo (2014) Joule constrói uma nova definição para o calor. Acreditava que cada átomo possuía a mesma quantidade absoluta de eletricidade, a atmosferas de eletricidade contorna com enorme velocidade em torno do átomo; e que o movimento da atmosfera gerava um calórico.

Assim Joule altera seu modelo atômico, retratando que as atmosferas de eletricidade orbitam a matéria, definindo que o calor é gerado por consequência do movimento das atmosferas de eletricidade. Segundo Gomes (2012b) Joule não sabia calcular um valor com exatidão para o equivalente mecânico do calor.

Assim surge uma nova concepção em relação a natureza do calor. De acordo com Queirós (2012) Joule apoia-se em estudos de pesquisadores antecessores a ele, como Ampère, Faraday, Black, Rumford, utilizando-os para um entendimento da natureza do calor. Assim, construindo a ideia de que o calor é energia.

Caro professor, após o instante de aula expositiva do texto 3, a ideia que o calor é uma forma de energia está sendo construída. Então, agora é o momento de organizar o conhecimento.

É próprio para o momento citar alguns fenômenos que ocorrem a transferência de energia térmica, como por exemplo uma lâmina metálica sendo aquecida por uma chama, na qual a chama fornece calor a lâmina dilatando-a e provocando uma curvatura na própria; uma chaleira contendo água e à medida que a água vai sendo aquecida pela chama, a energia da chama vai se transferindo para as moléculas da água que se deslocam e vibram intensamente, assim, aumentando a temperatura da água e está pode se transformar em vapor.

Neste momento cabe a você professor, definir quantos exemplos são necessários para um melhor entendimento dos alunos as noções sobre o calor. O essencial nesse momento é expor aos estudantes a definição adequada de calor. De acordo com Pietrocola *et. al.* (2010) a definição de calor é:

“Calor é a energia na forma térmica que se transfere de um corpo para outro, ou, em outras palavras, a energia térmica em trânsito” (PIETROCOLA *et. al.*, 2010, p. 167).

Caro professor, reforce a ideia para seus alunos: o termo calor deve ser utilizado apenas para quando nos referimos a energia em trânsito. Quando ela está em movimento, se transferindo de um corpo para outro pela existência de uma diferença de temperatura entre os corpos.

A transferência de calor para um corpo, provoca um aumento na energia interna desse corpo, ocasionado assim num aumento na sua temperatura. A temperatura informa a quantidade de energia térmica de um corpo. Já o calor é a energia térmica que se transfere de um corpo para outro.

Compreendendo que o calor é uma forma de energia, no sistema Internacional de medidas (S.I) o calor é medido em Joules. Porém, o homem já utilizava desde o tempo da teoria do calórico, 1 caloria é a quantidade de calor que precisa ser transferida a 1g de água para que sua temperatura se eleve um grau célsius.

$$1 \text{ Cal} = 4,18\text{J}$$

Geralmente os alunos fazem confusão com conceitos de temperatura e calor, então, é importante reforça-los inúmeras vezes. Após, o instante de aula expositiva destes conceitos no quadro. Agora, é o momento de discutir sobre as questões que foram inicialmente lançadas:

O que vocês entendem sobre a palavra calor? Será que o homem da antiguidade entendia sobre as sensações térmicas? O que eles acreditavam que era o calor? As concepções sobre as sensações térmicas permaneceram sempre iguais? O que o homem acreditava sobre as sensações térmicas no século XV, XVII e XVIII?

Nesse momento os alunos já terão embasamento teórico para responder as questões iniciais. Caro professor, após discutir as questões com os alunos, se direciona o instante a reforçar as ideias com a atividade avaliativa 3. Sugere-se separar em grupos de 3 pessoas no máximo. Peça a eles responderem em uma folha com o nome dos 3 e que entregue ao professor. De um tempo para eles discutirem, e depois de eles entregarem a atividade avaliativa, discuta as respostas com eles. Uma atividade avaliativa 3 pode ser aplicada para organizar melhor o conhecimento sobre as concepções de calor, retiradas do livro Pietrocola *et. al.*, (2010):

1. Qual a diferença entre o antigo conceito de calórico e a formulação do calor como conhecemos hoje? 2. Como o ventilador nos refresca se aumenta a agitação do ar? 3. Uma moqueca de peixe servida numa travessa de barro permanece mais tempo quente do que outra servida numa travessa de vidro. Explique por que isso acontece. 4. Uma pessoa, cuja temperatura corpórea é da ordem de 36,5 0C sente frio ao pisar num piso de cimento numa manhã de inverno. Explique por que isso ocorre (PIETROCOLA *et. al.*, 2010, p. 168).

As respostas das questões para serem discutidas com os alunos estão descritas a seguir, conforme Pietrocola *et. al.*, (2010):

Resposta: 1-O calórico se constituía em um fluido que se transportava de um corpo para outro; atualmente, o calor é considerado a energia térmica que se transfere de um corpo para outro, não tendo, portanto, um caráter material. Resposta: 2- O ventilador circula o ar sobre a nossa pele e assim permite que mais calor flua do nosso corpo para o ambiente e assim nos sentimos mais confortáveis. Resposta: 3- O vidro conduz mais a energia térmica do que o barro, ou seja, o vidro é mais propenso a facilitar a troca de energia térmica do que o barro com o ar quente. Resposta: 4- O corpo perde calor para o chão. A sensação de frio é justamente a sensação de perda de calor (PIETROCOLA *et. al.*, 2010, p. 168).

Mais atividades dependendo do decorrer da aula e do tempo restante, para praticar com os estudantes:

Atividades Extras 1: Responda Verdadeiro ou falso. Caso Falso, justifique.

- () Uma feijoada quente esfria com o tempo, pois fornece calor para o meio.
- () Depois de receber calor um corpo fica mais pesado.
- () Quando um corpo esfria, sua energia térmica diminui.
- () Ao ser resfriado, um corpo cede calor.
- () Ao ser resfriado, um corpo recebe frio.
- () O calórico era um fluido que passaria de um corpo quente para outro frio.
- () O frio não existe sob olhar da ciência. É apenas uma forma de se expressar.
- () Calor é a energia térmica que no corpo contém.
- () Temperatura é a energia térmica em trânsito de um corpo para outro.

Fonte: autor.

Respostas ao verdadeiro ou falso: a -V, b - Falsa, aumenta a temperatura do corpo e o peso permanece o mesmo, c - V, d - V, e - Falsa, pois o corpo cede calor, f -V, g -V, h - Falsa, pois calor é a energia em transito de um corpo para outro devido a diferenças de temperaturas, i- Falsa, temperatura é a medida da energia térmica que um corpo contém, medida pelo grau de agitação das partículas de um corpo.

Caro professor, as atividades extras ficarão a rigor de você escolher devido o andamento de sua aula. Se sobrar tempo, pode aplica-las em sala de aula, se o tempo estiver limitado pode pedir para os alunos realizarem como atividades extraclasse.

Continuando na aula seguindo e calculando que seja um período na semana de 45 minutos, mas lembrando que ainda estamos no terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento, ainda é momento de fixar e trazer aplicações mais cotidianas a vida dos estudantes. Nessa outra aula terá como objetivo de discutir e reforçar as concepções sobre o calor, temperatura e as sensações térmicas. Retomando as atividades avaliativas, as questões problematizadoras e os exercícios de fixação.

Aula direcionada para a resolução de exercícios envolvendo o conteúdo apresentado até o instante. Caro professor, nesta aula é importante retomar e discutir com calma as atividades avaliativas realizadas, reforçar os conceitos de calor e temperatura. Discutir sobre as sensações térmicas, responder ao verdadeiro ou falso proposto na aula anterior e retomar todas as questões problematizadoras e da aula passada e construir uma discussão com os alunos com a finalidade de reforçar todas essas ideias. Após essa abordagem, sugere-se propor mais alguns exercícios de fixação de acordo com o tempo restante.

Se sobrar tempo, caro professor, pode aplicar aos estudantes uma segunda atividade extra: primeira questão retirada do livro Máximo e Alvarenga (2011) onde dois blocos idênticos, A e B, ambos de ferro, são colocados em contato e isolados de influências externas. A temperatura do bloco A é maior que a temperatura do bloco B. Depois de um certo tempo, o que acontece com a temperatura do bloco A e do bloco B?

A segunda questão retirada do vestibular da FATEC-SP, na qual aborda o calor sendo a energia que se transfere de um corpo para outro em determinada condição. Para essa transferência de energia é necessário que entre os corpos exista? Justifique sua resposta. E a terceira questão do vestibular da Cesgranrio onde dois pedaços de madeira estão, há longo tempo, em contato direto com um outro de mármore, constituindo um sistema isolado. Pode-se concluir que? Justifique sua resposta.

Respostas: primeira questão, o bloco de maior temperatura cede calor para o de menor temperatura, até que entrem em equilíbrio térmico. A segunda questão, que exista uma diferença de temperatura. E a terceira questão, os três estão à mesma temperatura, em equilíbrio térmico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já foi dito anteriormente esse estudo construiu uma sequência didática para o ensino da física térmica, no tópico calor na forma de energia, utilizando a HC e organizado nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990).

Em nenhum instante foi dito que esta sequência didática é a melhor forma de buscar o ensino e aprendizagem desse tópico, mas vale lembrar que, essa sequência didática é mais uma alternativa para buscar atingir o sucesso do processo de ensino e aprendizagem.

A HC é uma grande aliada e pode potencializar e facilitar o sucesso desse projeto. O ensino da física é complexo, pois para obter êxito nele, precisa ensinar os estudantes a pensar e conquistar raciocínio lógico para inúmeras situações divergentes. Além disso os estudantes para conseguir o sucesso nesse processo precisam gostar e possuir prévios conhecimentos matemáticos.

Por isso é muitas vezes difícil para os estudantes aprender conhecimentos da disciplina de física. Mas com o auxílio da HC da ciência, os estudantes conseguem construir elos de ligação com o conhecimento físico, matemático e raciocínio lógico. Conseguem construir a partir de uma aprendizagem cognitiva de um determinado conteúdo, seja, físico, matemático, de raciocínio lógico e histórico, interligando-os, os estudantes podem conseguir construir uma estrutura cognitiva de aprendizagem.

Pois o ensino que é descontextualizado pode gerar desinteresse e até mesmo o abandono dos alunos na escola. No ensino da Física, este processo não é diferente. Se as estruturas do ensino médio não se aproximarem da realidade vivenciada pelos alunos, isto poderá proporcionar o desinteresse dos mesmos e a desistência dos estudos.

Ao propor atividades didáticas que venham ao encontro do universo vivenciado pelos alunos, se constrói uma efetiva relação com os conhecimentos científicos, proporcionando como produto deste processo uma aprendizagem mais significativa.

Segundo Ausubel (1981) com base em sua teoria da Aprendizagem Significativa, para a aprendizagem se tornar significativa para o estudante, ele precisa que o novo conhecimento que lhe será proposto tenha algum sentido com o que ele já conhece. Que tenha algum vínculo, algo que possa relacionar com seus conhecimentos prévios.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. **Psicologia Educativa. Um ponto de vista cognoscitivo**. México: Editorial Trilas. 1981.

BASSALO, José Maria Filardo. A Importância do Estudo da História da Ciência. **Revista da SBHC**. n.8, p. 57. 1992.

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

BRITANNICA, Encyclopedia. **Georg Ernst Stahl**. 2019. Disponível: <https://www.britannica.com/biography/Georg-Ernst-Stahl>. Acesso em 10/08/2019.

CARVALHO, Bianca C.; GOMES, Luciano C. Análise Histórica do Conceito de Calor nos Trabalhos de Joule e Implicações para o ensino de Física. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. V 22 (3), pp.264-290, 2017.

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

FERNANDES Isabel Maria. **A Perspectiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências da Educação Básica: Estudo Comparativo entre Portugal e Espanha**. Tese de Doutorado, Valladolid: Universidade de Valladolid. 2016.

FILOSOFIA, Na Escola. Empédocles. **Filósofos**. 2019. Disponível: <https://filosofianaescola.com/filosofos/empedocles/>. Acesso em 10/08/2019.

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

GOMES, Luciano Carvalhais. A Ascensão e Queda da Teoria do Calórico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. 3: 1042 p. 1030-1073, dez. 2012a.

_____. **Representação social dos autores dos livros didáticos de Física sobre o conceito de calor**. Tese de Doutorado pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012b.

GRAHAM. **Os cientistas: a grande aventura da descoberta científica**. 2019. Disponível: http://www.cienciamao.usp.br/dados/coci/_grahamemconstrucao.texto.pdf. Acesso em 12/08/2019.

GREENBERG, Arthur. **Uma Breve História da Química: Da Alquimia às Ciências Moleculares Modernas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, p. 3-5.1990.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA Beatriz. **Física: Frente A**. Editora Ática, V.2, 2. ed. São Paulo. 2011.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching - The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge. 1994.

NOWMASTE. **Fire**. 2014. Disponível: <https://www.nowmaste.com.br/fire-2/>. Acesso em 10/08/2019.

PAGLIARINI, C. R. **Uma Análise de História e Filosofia da Ciência presentes em Livros Didáticos de Física para o Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, São Carlos Universidade de São Paulo. 2007.

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

PRADO, Letícia do; CARNEIRO, Marcelo C. O episódio histórico das teorias do Flogisto e calórico: Criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. **Revista História da Ciência e Ensino**. V.18, pp. 153-180. 2018.

SANCHO, J. M. **A Astronomia em já Grécia clássica**. Universidade de Chile. Curso EH28A. Faculdade de Ciências Físicas e Matemáticas. 2000.

SILVA Cibelle C.; MARTINS, Roberto A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65. 2003.

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, Dirceu. **Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos: no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura**. Tese de Doutorado Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1995.

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.

SILVA, Ana P. B; FORATO, Thais C. de M; GOMES, José L. de A. M. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 3, p. 492-537, dez. 2013.

STENSMANN, Berenice Helena W. **História do Conceito de Calor**. Mestrado Profissional em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Berenice/aula2.html. Acessado em: 18-jul-2019.

TODA, Matéria. **Aristóteles**. 2019. Disponível: <https://www.todamateria.com.br/aristoteles/>. Acesso em 10/08/2019.

UNICENTRO, Paraná. **Antoine Laurent Lavoisier**. GPET Física. 2019. Disponível: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/11/22/antoine-laurent-lavoisier-1743-1794/>. Acesso em 10/08/2019.

WORDPRESS. Caçadoras de Ilusões. **Vestibenem**. Grécia Antiga. 2018. Disponível: <https://caadorasdeiluses.wordpress.com/2018/07/07/vestibenem-grecia-antiga/>. Acesso em 12/08/2019.

ZIMAN, J. **An introduction to science studies the philosophical and social Aspects of Science and Technology**. 1984.