



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

O CONCEITO DE ENTROPIA E AS LEIS DA TERMODINÂMICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Jornandes Jesús Correia
(UESB)

Wagner Duarte José**
(UESB)

RESUMO

Os princípios fundamentais da Termodinâmica estão condensados em quatro leis: a Lei Zero define Temperatura e condições da sua medida; a Primeira Lei trata do Princípio da Conservação da Energia e define a Energia Interna; a Segunda Lei define Entropia e estabelece limitações de conversão de Energia Térmica em Trabalho; e a Terceira Lei aponta o sentido de uma mudança de estado, bem como limitações para a obtenção do Zero Absoluto. Considerando a Entropia uma grandeza de suma importância para a compreensão das Leis da Termodinâmica, investigamos a apresentação desse conceito em livros didáticos, bem como sua relação com as Leis da Termodinâmica. Verificamos que a Entropia é abordada geralmente de forma quantitativa nos livros pesquisados, preterindo um enfoque qualitativo que pudesse estabelecer uma melhor fundamentação das relações entre Trabalho, Calor, Energia e Entropia. Dificuldades desse nível podem comprometer a compreensão do professor de nível médio que, como consequência, compromete a qualidade do aprendizado das grandezas relacionadas às Leis da Termodinâmica.

PALAVRAS-CHAVE: Entropia. Leis da Termodinâmica. Livro didático.

INTRODUÇÃO

As Leis da Termodinâmica tratam, essencialmente, das condições de transformação da energia térmica de um sistema, bem como no sentido dessa transformação. A Lei Zero da Termodinâmica é uma lei qualitativa que define a Temperatura e as condições para calibrar o instrumento da sua medida. A Primeira Lei da Termodinâmica é uma lei quantitativa caracterizada pela introdução da

*Professor Pleno do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Grupo de Pesquisa Museu pedagógico: Didática das Ciências Experimentais e da Matemática (GDICEM). E-mail: jjcorreia57@gmail.com.

** Professor Titular do DCET da UESB, GDICEM. E-mail: wagjose@gmail.com.



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

função Energia Interna(U). A Segunda Lei, no aspecto qualitativo, tem várias redações distintas, mas que conduzem a um mesmo princípio, o de estabelecer as condições da validade da Primeira Lei. Finalmente, a Terceira Lei estabelece a condição para que a Entropia do sistema seja nula, ou garante que a variação da Entropia seja nula no Zero Absoluto.

Grandezas potenciais tais como Temperatura, Energia Interna e Entropia estão inseridas, de forma muito consistente nas três primeiras Leis da Termodinâmica. Além dessas grandezas de estado termodinâmico, funções de transformação, que são abordados frequentemente em livros didáticos utilizados por escolas do Ensino Médio em todo o país, estão presentes, tais como o Calor e o Trabalho.

Conforme verificado recentemente por Correia, Magalhães e Lima (2008, 2009), Correia e Magalhães (2009), Correia e José (2010, 2011), Correia, José e Silva (2011) e por Correia *et al* (2012), a abordagem destes conceitos está longe de ser conclusiva.

Considerando a estreita relação entre Temperatura, Trabalho, Calor, Energia e Entropia, é que realizamos uma pesquisa de cunho exploratório em livros didáticos de Física, destacando as diversas definições e abordagens do conceito de Entropia e sua relação com as Leis da Termodinâmica.

MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Costa (1971), todas as nossas percepções sensoriais estão ligadas a Energia, a qual, dentro da Termodinâmica, assume importância fundamental. Entretanto, sob o ponto de vista da Filosofia, o conceito de Energia é tratado com superficialidade, conforme se verifica em Máximo e Alvarenga (1997, p. 404):

A energia é um dos conceitos mais importantes da Física e talvez o termo “energia” seja um dos mais empregados na nossa



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

linguagem cotidiana. Assim, apesar de ser difícil de definir, em poucas palavras, o que é *energia*, você já está acostumado a usar este termo e já tem, então, uma certa compreensão do seu significado. [...] Na Física, costuma-se introduzir o conceito dizendo que “a energia representa a capacidade de realizar trabalho”. Acreditamos que isto constitui, pelo menos, um modo de começar o estudo de energia, como estamos fazendo agora.

Mesmo aparecendo com frequência em todos os campos da Física, a definição de Energia é apresentada de forma abstrata e introdutória nos livros didáticos de Física. Embora o termo “conceito” encerre em si uma lógica, essa lógica, às vezes, é relevada quando da elaboração de uma dada definição, seguindo um caminho tautológico e circular (CORREIA e JOSÉ, 2011), como é o caso da definição de Energia apresentada na citação acima.

Silva *et al* (2012), por outro lado, discutem sobre a necessidade da precisão quanto à transmissão dos conceitos. De pleno acordo, o Grupo de Pesquisa Museu Pedagógico: Didática das Ciências Experimentais e da Matemática (GDICEM), vinculado ao Museu Pedagógico Casa Padre Palmeira (MP), em sua Linha de Pesquisa “História, Filosofia e Epistemologia no Ensino de Ciências” vem pesquisando os conceitos de grandezas físicas em livros didáticos de Física, priorizando as grandezas envolvidas nas Leis da Termodinâmica. Lima, Correia e Magalhães (2008) e Correia e Magalhães (2009) pesquisaram o conceito de Calor em livros de texto e identificaram e também apontaram obstáculos epistemológicos envolvidos na definição de Calor. Correia e José (2010, 2011) pesquisaram o conceito de Trabalho de uma Força em livros de texto e concluíram que a definição de Trabalho apresentada focava essencialmente a sua representação matemática, necessitando de uma melhor discussão quanto ao seu significado físico. Correia, José e Silva (2011) pesquisaram o conceito de Energia Interna nos livros de Física de nível médio de ensino e verificaram que Energia Interna é tratada com superficialidade nas fontes pesquisadas. Em pesquisa

semelhante, Correia, José, Oliveira e Barros (2012) não encontraram uma conexão consistente entre o conceito de Entropia e sua representação matemática.

Entendemos que Entropia (S), introduzida por Clausius, a partir das idéias de Carnot, é uma grandeza de suma importância para a compreensão das Leis da Termodinâmica, que está fortemente relacionada à Temperatura (T) e Calor (Q) e Trabalho, quando é abordado o seu aspecto quantitativo por meio da equação

$$dS = \frac{\delta Q}{T}$$

Clausius ainda estabeleceu que, numa transformação reversível, a entropia do sistema é constante, cuja representação é

$$dS=0$$

e que, numa transformação irreversível, a Entropia do sistema aumenta, ou seja:

$$dS>0.$$

O aumento da Entropia está associado à condição do sistema receber Energia na forma de Calor.

Na Física, os conteúdos são apresentados com relativa uniformidade de sequência, que, no caso da Termodinâmica, define-se Temperatura, Trabalho, Calor, Energia Interna e Entropia. Apesar da consolidação do conhecimento não tenha ocorrido de forma linear, uma grandeza física é estabelecida como fundamental (primitiva) e, a partir dela, vão sendo definidas novas grandezas. O desafio é separá-las didaticamente, para que o estudante tenha uma compreensão de cada grandeza isolada. Entretanto, neste caso, elas são interdependentes.

Nesse sentido é que buscamos investigar a interconexão entre essas grandezas em livros didáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

A fim de verificar a abordagem do conceito de Entropia e sua relação com as Leis da Termodinâmica, elegemos aleatoriamente uma amostra de livros didáticos comumente utilizados em aulas de Física no ensino médio e muitas vezes comentados na formação inicial de professores, quando da realização de disciplinas ligadas à prática de ensino e/ou estágio supervisionado. Foram analisados livros didáticos dos seguintes autores: Bôas *et al* (2010), Bonjorno *et al* (2011), Máximo e Alvarenga (1997, 2010, 2011), Calçada e Sampaio (2008, 2010), Costa (1971), Fuque e Yamamoto (2010), Gaspar (2005, 2008), Oliveira (2010), Penteado e Torres (2005), Sant'ana *et al* (2010) e Young e Freedman (2008).

No capítulo sobre Energia, Calçada e Sampaio (1998, p. 212) definem o Teorema da Energia da seguinte forma: “O trabalho da resultante das forças que agem sobre um ponto material entre dois instantes é igual à variação da energia cinética do ponto material nesse intervalo de tempo”.

Entretanto, no capítulo anterior, sob o título de “Trabalho e Potência”, apresentaram o seguinte significado para Trabalho (*idem*, p. 188)

... notamos que a energia é transferida ao sistema ... ou transformada ... por ação de uma força, que realiza trabalho. Podemos, então, considerar o trabalho de uma força, como a medida da energia transferida ou transformada.

Ramalho (2012, p. 288), confirma a nossa tese de superficialidade quanto à abordagem do conceito de Energia ao afirmar:

Mas, afinal, o que é energia? Na verdade, é um conceito difícil de ser definido. Apesar disso, a ideia está tão arraigada em nosso cotidiano que praticamente a aceitamos sem definição. Assim, as considerações a seguir não trazem em si o objetivo de definir energia, mas sim de relacioná-la com outros conceitos físicos já estudados.

A questão é que os conteúdos não foram abordados sob o ponto de vista conceitual. Se Trabalho for definido como a variação de energia e Energia como a



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

capacidade de realizar Trabalho, essas palavras não passarão de um quebra-cabeça de pura tautologia (um fim em si mesmo), conforme havíamos verificado anteriormente (CORREIA e JOSÉ, 2011).

Por outro lado, por meio de uma pesquisa minuciosa, podem ser encontradas definições bem elaboradas, de modo que os professores podem utilizá-la em seu dia a dia, de forma a enriquecer o seu discurso em sala de aula. Um conceito muito consistente de Energia, atribuído a Lorde Kelvin e Planck, foi apresentado por Costa (1971, p. 28)

“energia de um sistema material em um estado, referido a um estado normal escolhido convenientemente, é igual à soma algébrica dos equivalentes mecânicos de todos os efeitos exteriores ao sistema, quando ele passa de um modo qualquer do primeiro ao segundo estado”.

Abordagem com esse rigor e com esta precisão está ausente nos livros de texto de física que foram analisados. O artifício adotado pela maioria dos autores de definir um a partir do outro, bem como de definir o outro a partir de um, está presente em todos os livros analisados, sendo que alguns deles são adotados por escolas públicas.

Entretanto, sabe-se que Temperatura, Calor, Trabalho e Energia estão fortemente relacionados, conforme cita Máximo e Alvarenga (1997, p. 589)

A ideia de que Calor é Energia foi introduzida por Rumford, um engenheiro militar que, em 1798, trabalhava na perfuração de canos de canhão. Observando o aquecimento das peças ao serem perfuradas, Rumford teve a ideia de atribuir esse aquecimento ao Trabalho que era realizado contra o atrito, na perfuração. Em outras palavras, a Energia empregada na realização daquele trabalho era transferida para as peças, provocando uma elevação em suas Temperaturas.

Entretanto, outros termos, além das grandezas potenciais e de



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

transformação aparecem relacionadas com os enunciados das Leis da Termodinâmica. Nesse sentido, ruídos podem dificultar o aprendizado quando a lei que trata de Entropia é associada a "Desordem" e a "Caos", uma vez que uma lei tem a intenção de estabelecer a ordem. Outro fator que pode causar desconforto ao aprendizado de Entropia é sua associação com "Irreversibilidade", pois a definição da equação matemática de Entropia se dá nas transformações reversíveis. Também pode causar estranheza associar Entropia com "Degradação de Energia", uma vez que a Primeira Lei estabelece a conservação de Energia e que, o que se conserva não degrada. Outra associação estranha e comum é estabelecer relação de Entropia com o Ciclo de Carnot, pois se sabe que o Ciclo de Carnot é para processos isotérmicos (além de adiabáticos) e nos processos termodinâmicos naturais a temperatura chega a um equilíbrio, logo não podem ser isotérmicos. Outro fato curioso é igualar $\frac{\delta Q}{T}$ à variação da Entropia de um sistema. Se o processo for irreversível essa igualdade deixa de ser válida.

Máximo e Alvarenga (1997) associam Entropia à Indisponibilidade de Energia, ressaltando que a Energia que se tornou não disponível foi em virtude da impossibilidade de se utilizar a mesma quantidade de Energia para o sistema retornar às condições iniciais e usam o mesmo argumento para associar Entropia à Irreversibilidade e Aumento da Desordem, bem como Degradação de Energia.

Suponha que uma certa massa de água quente seja misturada com uma porção de água fria. Como sabemos, este sistema, resultante da mistura, termina por alcançar uma mistura de equilíbrio, que tem o mesmo valor em qualquer ponto do sistema.

Evidentemente, antes de ser efetuada a mistura, teria sido possível fazer uma máquina térmica operar usando as massas de água mencionadas como fonte quente e fria dessa máquina. Isto é, a energia que foi transferida da massa de água quente para a fria poderia ter sido utilizada para realizar trabalho (energia útil). Entretanto, após a mistura, sendo atingida a uniformidade de temperatura do sistema, embora não tenha havido desaparecimento de energia, não é mais possível convertê-la em



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

trabalho. Vemos então que uma parte da energia tornou-se *indisponível*, em outras palavras, não podemos usá-la de forma útil.

Para aquela parte de energia continuasse disponível para a realização de trabalho, seria necessário que o sistema (suposto isolado) voltasse espontaneamente às condições iniciais, isto é, a mistura se separasse nas duas porções quente e fria primitivas. De nossa experiência diária, sabemos que isto nunca ocorre, ou seja, o processo que levou à homogeneização da temperatura é *irreversível*.

Outra maneira de analisar este processo consiste em observar que o sistema inicialmente encontrava-se em condição mais organizada, isto é, de maior ordem, com as moléculas de maior energia cinética média (água quente) separadas das moléculas de menor energia cinética (água fria). Depois que ocorre a mistura, o sistema torna-se mais desordenado, com as moléculas distribuídas aleatoriamente, havendo uma uniformidade da temperatura. (MÁXIMO e ALVARENGA, 1997, p. 650).

Embora as afirmativas possam parecer lógicas e de moderada facilidade de compreensão, não estabeleceu uma relação matemática para Entropia.

Oliveira (2010) afirma que é complicado traduzir o verdadeiro significado de Entropia sem o uso de equações matemáticas complexas. Entendemos que o termo “complexas” se deve ao fato que o público alvo seja do nível médio de ensino. Mesmo assim, foi nessa fonte que o tratamento dado à Entropia é que mais se aproxima do seu real significado.

Gaspar (2005, 2008) faz uma abordagem muito rica sobre fenômenos reversíveis e irreversíveis, impossibilidade de uma máquina térmica que operando em ciclos e retirar Energia Térmica de uma fonte e transformá-lo integralmente em Trabalho. Aborda ainda sobre o rendimento do ciclo de Ciclo de Carnot, Desordem, Probabilismo e Determinismo, Seta do tempo, Morte Térmica do Universo e Energia Aproveitável, mas não quantifica Entropia, nos mesmos moldes do tratamento dado a esses itens.

Máximo e Alvarenga (2011) discutem Trabalho como uma forma de Energia útil, Indisponibilidade de Energia, Irreversibilidade, Sistema Organizado,



Desordem de um Sistema, Degradação de Energia, Entropia, Variação Total da Entropia e Morte Térmica do Universo, baseado no princípio do aumento da Entropia. Ainda caberia, nessa fonte, uma discussão maior em torno de Entropia.

Bôas, Doca e Biscuola (2010) discutem Transformação Reversível e Irreversível, mas afirmam, sem discussão, que Entropia mede a Desordem de um Sistema.

Sant'ana *et al* (2010) associam a ordem do *moto continuum* com a ordem da Lei da Termodinâmica. Estabelecem uma relação muito interessante entre a Primeira Lei da Termodinâmica e o Princípio da Conservação, bem como a Segunda Lei e a Degradação da Energia. Afirmam que a Primeira Lei é quantitativa, enquanto que a Segunda é qualitativa. Tratam também do Grau de Ordenação e o associam muito superficialmente com Entropia, mas atribuem as limitações de tratamento aos propósitos do livro.

Calçada e Sampaio (2010) discutem as Transformações Espontâneas, bem como a impossibilidade de conversão integral de Calor em Trabalho e a impossibilidade de uma máquina térmica, que opera em ciclos, converter integralmente Calor em Trabalho. Em seguida relaciona Irreversibilidade de uma transformação a Ordem e Desordem. Tratam da Degradação de Energia, da Variação da Entropia e relaciona Flecha do Tempo com Morte Térmica do Universo. Embora abordem a semântica da palavra "Entropia", ficou carecendo de uma discussão quantitativa de Entropia.

Fuque e Yamamoto (2010) fazem uma discussão da Entropia sob a óptica da probabilidade, mas discutem muito pouco os aspectos matemáticos da Entropia.

Bonjorno *et al* (2011) começam abordando "Expansão Livre" como uma transformação para um estado menos Organizado. Em seguida afirmam que essa é uma típica situação de transformação para um estado de menor Ordem e que, como consequência, leva à Indisponibilidade de Energia e que a Energia



Indisponível torna-se Degradada. A sequência lógica é quebrada quando definem Entropia pela relação entre Calor e Temperatura.

Deve-se observar que Calor e Trabalho são funções de transformação e são grandezas de natureza quantitativa, são diferenciais inexatas que representam a Energia e que atravessam a fronteira do sistema quando esse sofre uma Transformação de Estado. Por outro lado, Entropia é uma grandeza extensiva e, além do mais, não atravessa fronteira entre sistema e meio. Surge um dilema, "como quantizar uma qualidade"? Nessa perspectiva, Entropia está no mesmo nível de compreensão de "Função de Estado da Mecânica Quântica", pois não sabe o que significa, mas associa-se com algo. Assim é **Entropia**, que é **associada com adisponibilidade da Energia para realizar Trabalho**. É por esse motivo que defendemos a tese que se não há clareza nos livros do que venha a ser Energia, Trabalho e Calor. Logo, com base nessa tese, a afirmativa em negrito fica incompreensível.

Entropia e o Princípio da Conservação da Energia estão em leis diferentes da Termodinâmica. Enquanto Energia útil é a medida da capacidade de um sistema de realizar Trabalho, variação de Entropia é a medida da possibilidade de um sistema de realizar Trabalho. Ou seja, enquanto uma trata da conservação, a outra trata da degradação da Energia útil, uma vez que, mesmo valendo o Princípio de Conservação Massa-Energia, com o passar do tempo, a Energia do universo vai se tornando cada vez mais indisponível para realizar Trabalho. Então a Entropia do universo aumenta. Associações dessa natureza são raras de serem encontradas em livros de texto.

Se Energia está para o determinismo e a Entropia está para o probabilismo, então Entropia deveria ser um conteúdo da Mecânica Estatística e não da Termodinâmica. Em suma, a Entropia está relacionada à medida da quantidade de energia que não foi convertida em trabalho mecânico, que é avaliada pela sua variação. A complexidade encontrada é que a forma apresentada aparenta um salto



entre a grandeza “variação de Entropia” e a “energia disponível para realizar Trabalho”, como no caso da expressão matemática

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$$

em que a variação da Entropia (S) aparece no primeiro termo da equação e no segundo termo, dentro da integral, aparece o Calor. Ou seja, o salto é que o Trabalho realizado aparece de forma implícita a partir do Calor (Q).

CONCLUSÕES

Após a análise de alguns livros de textos de nível médio de ensino, conclui-se que livros nessa categoria de ensino não conseguem expor de forma clara o real sentido da Entropia. Via de regra, os livros pesquisados apenas abordam algumas propriedades, limitando a alguns exemplos matematizados e simples, mas não estabelecem conexões entre as suas propriedades físicas e a sua quantidade.

Nossa sugestão é que os professores tratem Entropia de forma qualitativa, relacionando Energia com a primeira Lei da Termodinâmica e Entropia com a Segunda Lei, bem como a Irreversibilidade de Processos Termodinâmicos que obedecem à Primeira Lei devido à Segunda.

Concluimos ainda que não só os livros de nível médio de Termodinâmica, mas até os de nível superior, relacionados à graduação, não conseguem expor todos os pormenores da Entropia. Acreditamos que os autores preocupam-se em concentrar seus esforços na matematização da grandeza. Se o professor de nível médio fizer um estudo aprofundado da Mecânica Estatística, acreditamos que ajudará a melhorar a sua compreensão sobre Entropia. Leituras em livros de texto de nível superior de ensino ampliam a compreensão de uma grandeza, um conceito e de um fenômeno. Young e Freedman (2008), por exemplo, apresentam uma discussão consistente sobre Entropia.



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

A segunda lei da termodinâmica, conforme enunciada, possui forma bastante diferente das outras leis conhecidas. Não foi formulada em termos de uma equação ou relação quantitativa, mas sim em termos de afirmação de uma impossibilidade. Contudo a segunda lei da termodinâmica pode ser formulada mediante uma afirmação quantitativa usando-se o conceito de entropia. (YOUNG e FREEMAN, 2008, p. 293).

A Segunda Lei da Termodinâmica fora enunciada anteriormente da seguinte forma:

É impossível para qualquer sistema passar por um processo no qual absorve “calor” de um reservatório a uma dada temperatura e converter o “calor” completamente em trabalho mecânico de modo que o sistema termine em um estado inicial. (YOUNG e FREEMAN, 2008, p. 286, grifo nosso).

Em suma, há poucas definições que esclarecem o que venha a ser Temperatura, Energia, Calor, Trabalho, Energia Interna e Entropia. Se Entropia depende do entendimento de Funções Termodinâmicas, sejam essas funções de estado ou de transformação, como entender o que se explicou sobre Entropia, se não há uma conexão convincente entre as grandezas a partir da qual ela se relaciona? Uma justificativa para essas interrogações pode ser evidenciada na representação matemática da primeira Lei da Termodinâmica

$$dU = \delta Q - \delta\tau.$$

em que d representa uma diferencial exata, que é uma característica das variações das funções potenciais, enquanto que δ representa a variação de uma diferencial inexata, que está associada a função de transformação. U , por sua vez, é a Energia Interna e Q o calor envolvido na transformação do trabalho (τ) realizado pela força



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

sobre ou pelo sistema. Nesta relação matemática há muitas nuances que passam despercebidas em livros de nível médio.

Logo, embora não seja impossível, é um desafio apresentar uma proposta de texto para o nível médio de ensino, que visa relacionar os pormenores envolvidos na Primeira Lei da Termodinâmica, como os descritos acima, bem como relacioná-los com os da Segunda Lei, representada pela sua relação matemática.

REFERÊNCIAS

- BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. **Física**. 1ª Ed. São Paulo: Saraiva 2010. P. 137-138. Vol.2.
- BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. **Física Completa**. 1ª. ed. São Paulo: FTD, 2011. p. 369-370.
- CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Universo da Física** – Hidrostática, Termologia, Óptica. São Paulo: Atual, 2005. Vol.2.
- _____. L. **Universo da Física** – Hidrostática, Termologia, Óptica. São Paulo: Atual, 2010. Vol. 2. p. 316-319.
- CORREIA, J. J.; MAGALHÃES, L. D. R.; Lima, L. S. **Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor**. Sitientibus Série Ciências Físicas, 04: p. 1-10, 2008.
- _____. Obstáculos Epistemológicos Envolvidos no Conceito de Calor. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE-NORDESTE, 26, 2008, Recife. **Anais...** Recife: SBF. 2008. p. 1.
- CORREIA, J. J., MAGALHÃES, L. D. R. Obstáculos Epistemológicos na Transposição Didática do Conceito de Calor. In: VIII COLÓQUIO NACIONAL E I INTERNACIONAL DO MUSEU PEDAGÓGICO - As Redes científicas e o desenvolvimento da pesquisa: perspectivas multidisciplinares, 8, 2009, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: 2009. 1 CD.
- CORREIA, J. J.; JOSE, W. D. O Conceito de Trabalho de uma Força nos Livros Didáticos. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE-NORDESTE, 28, 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: SBF. 2010. p. 1.
- CORREIA, J. J., JOSÉ, W. D. O Conceito de Trabalho de uma força em livros didáticos. In: IX COLÓQUIO NACIONAL E II INTERNACIONAL DO MUSEU PEDAGÓGICO – Desafios epistemológicos das Ciências na Atualidade, 9, 2011, Vitória da Conquista, **Anais...** Vitória da Conquista: MP/UESB. 1 CD.
- CORREIA, J. J., JOSÉ, W. D., SILVA, H. O. X. O Conceito de Energia Interna nos Livros de Física de Nível Médio de Ensino. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE-



ISSN: 2175-5493

X COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

28 a 30 de agosto de 2013

- NORDESTE, 26, 2011, Mossoró. **Anais...** Mossoró: SBF. 2011. p. 1.
- CORREIA, J. J., JOSE, W. D., OLIVEIRA, L. M., BARROS, S. T. S. O Conceito de Entropia nos Livros de Nível Médio de Ensino. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE-NORDESTE, 30, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF. 2012. p. 1.
- COSTA, E. C. **Física Industrial** – Enciclopédia Técnica Universal. Tomo I, Termodinâmica, I Parte. Porto Alegre: Editora Globo, 1971. Enciclopédia Técnica Universal.
- FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física Básica**. São Paulo: Editora Atual. 1998.
- FUQUE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o Ensino Médio**. 1ª Ed. São Paulo: Saraiva 2010. p. 119-121.
- GASPAR, A. **Física**. 1ª Ed. São Paulo: Ática. 2005.
- _____. **Física** (Ensino Médio). 1ª Ed. São Paulo: Ática. 2008. p. 390-392.
- LIMA, L. S., CORREIA, J. J., MAGALHAES, L. D. R. Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor. **Sitientibus** - Série Ciências Físicas, Feira de Santana, v. 04, p. 03-10, 2008.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 4ª Edição, 2ª impressão. São Paulo: Editora Scipione, 1997. p. 650-654.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 4ª Edição, 2ª impressão. São Paulo: Editora Scipione, 2010. p. 123-126.
- _____. **Curso de Física**. 4ª Edição, 2ª impressão. São Paulo: Editora Scipione, 2011. p. 132-134.
- OLIVEIRA, M. P. P. *et al.* **Física em Conceitos** - pessoal, social e histórico: energia, calor, imagem e som. V. 02. FTD, São Paulo, 1ª Ed. 2010. P. 290-295.
- PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. **Física** – Ciência e Tecnologia. 1ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2005.
- RAMALHO, R. J.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. São Paulo: Moderna Plus, 2012.
- SANT'ANA, B.; MARTINE, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2010. p. 191-193. Vol. 2.
- SILVA, A.; C. G., SANTANA, C. C.; MORAES, F. G.; CORTES, G. O.; AGUIAR, I. P.; SILVEIRA, I. T.; MORORO, L. P.; BERTONI, L. M.; FERNANDES, Z. L.; MAGALHAES, L. D. R.; CORREIA, J. J. Museu pedagógico na escola: uma interlocução com os problemas do cotidiano escolar. **Estudos IAT**, v.2, p.159-169, 2012. Disponível em <<http://estudosiat.sec.ba.gov.br/index.php/estudosiat/article/viewFile/63/97>>. Acesso em: 05 abr. 2013.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Sears & Zemanky, Física 2** – Termodinâmica e Ondas. Pearson Education, São Paulo: 2008.