



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONCEITO DE CALOR

Jornandes Jesús Correia*
(UESB)

Lívia Diana Rocha Magalhães**
(UESB)

RESUMO

A cultura científica contribuiu para o surgimento de obstáculos epistemológicos devido ao uso de expressões como Geração, Transferência, Troca, Perda, Retirada, Corrente, Propagação, Condução, Escoamento, Irradiação e Fluxo de Calor. Com isso, erros conceituais são inseridos, comprometendo a compreensão do calor. Os livros didáticos, que são responsáveis pela transposição didática, têm contribuído para vulgarizar expressões inadequadas em suas definições, atribuindo características substancialistas ao calor. Entretanto, devido ao uso contínuo de termos como Calor Latente, Calor Sensível e Condutibilidade Térmica, constituíram-se verdadeiros obstáculos na mudança conceitual do calor. Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo analisar o conceito de calor, verificando a existência de obstáculos epistemológicos causados pela imprecisão do seu uso.

Palavras-chave: Epistemologia; Didática; Conceito de calor.

*Professor de Física do Departamento de Ciências Exatas (DCE) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), doutor em Física Atômica e Molecular pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), membro do grupo de pesquisa “Teorias do Ensino e da Aprendizagem das Ciências Experimentais e da Matemática”, ligado ao MP, com a linha de pesquisa “Origem e Evolução dos Conceitos em Física”.

**Professora de Políticas Educacionais do Departamento Filosofia e Ciências Humanas Exatas (DFCH) da UESB; doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Coordenadora Geral do Museu Pedagógico Casa Padre Palmeira (MP) e do grupo de pesquisa História das Reformas Educacionais e Trajetórias Geracionais.



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

INTRODUÇÃO

A noção de obstáculo epistemológico pode ser verificada com um estudo histórico do calor. A origem dos termos calórico e calor se confundem com temperatura. Um estudo minucioso desses termos podem ser encontradas em literatura específica que tratam da história da ciência, como Allard (1960 e 1967). Wilson (1967) trata da história da energia, mas traz um resumo dos postulados do calórico. Bassalo (1991) escreveu uma crônica do calor, tecendo um histórico da termometria. Bassalo (1992) continua com a sua crônica do calor, apresentando um estudo histórico da calorimetria.

Do ponto de vista da epistemologia, Axt e Brückmann (1989) analisaram o conceito de calor em livros de 8ª Série e constataram que não satisfazem aos requisitos do formalismo científico do calor. Costa e Hülsendeger (2004) fizeram um levantamento da concepção que alunos do ensino médio e superior têm sobre o calor e atribuíram as dificuldades para a aplicação de formalismos matemáticos aos seus conhecimentos prévios. Cindra e Teixeira (2004) discutiram a categorização das explicações (heterogênea, homogênea e batígena) desenvolvidas por Halbwacs, relacionando-a com o desenvolvimento histórico do conceito de calor e temperatura, enquanto que Amaral e Mortimer (2001) discutiram uma proposta de perfil conceitual (realista, animista, substancialista, empírica e racionalista) para o calor. Discutiu-se nestes trabalhos as concepções espontâneas que os estudantes apresentam sobre o calor, desenvolveu-se a história do calor, apresentou-se



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

dificuldades de aprendizagem para o conceito de calor, bem como dificuldades de aplicação de formalismos matemáticos para quantificar calor.

Correia et al (2008) apresentaram um trabalho sobre o conceito de calor, sugerindo a existência de obstáculos epistemológicos, propondo a superação da idéia substancialista do calor e também uma definição para o calor como sendo uma energia térmica em trânsito. Amaral e Mortimer (2001) embora tenham analisado as idéias relacionadas ao conceito de calor, à luz dos obstáculos epistemológicos, as suas análises restringem-se à classificação dos obstáculos (substancialista, animista e de primeira experiência).

Na sala de aula surgem muitas definições inadequadas. Pelo tipo de conhecimento apresentado pelos alunos sem a devida análise, tudo indica que vem sendo disseminada e provocada a repetição de incoerências ou inconsistências sobre o conteúdo estudado.

Pretende-se discutir como os obstáculos epistemológicos dificultam o entendimento da teoria e apontar que a cultura científica tem contribuído para que calor ainda seja definido com propriedade fluídica.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Segundo Bachelard (1996), “Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado” (p. 17) e que o ato de conhecer sempre supõe superar conhecimentos que estejam dificultando o entendimento do real. Os obstáculos epistemológicos são inerentes ao novo conhecimento, pois “É no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos” (p. 17). Amaral e Mortimer



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

(2001) destacam que obstáculos epistemológicos podem “ser a causa da inércia e estagnação e até regressão na busca do conhecimento”.

Andrade (2004) conceitua Teoria, Conhecimento, Ciência e Obstáculos e argumenta sobre a importância dos obstáculos epistemológicos à ciência e aponta que o Espírito Científico é a via de suas superações. Quanto ao conceito de obstáculos a destaca:

Obstáculo proporciona, de imediato, a idéia de dificuldade, de força oposta ao que se tenta fazer, de contra-mão, de entrave, de limitação. Contudo, é importante ressaltar ao mesmo tempo, pode despertar um sentimento de superação, de transposição de limites, o que viabiliza a procura pelo conhecimento científico.

Valendo-se da definição de obstáculo contida no dicionário de Filosofia de Nicola Abbagnano, tem-se que obstáculo é “o limite de uma atividade”. Neste mesmo diapasão, aponta-se a definição de Aurélio Buarque de Holanda, o qual apresenta como sinônimo de obstáculo “embaraço, impedimento, estorno, empecilho, barreira”.

Desta forma, comprova que a idéia de obstáculo proposta por Bachelard, realmente, coaduna-se com dificuldades inerentes ao processo de busca pelo conhecimento científico.

Recorrendo ainda a Bachelard (1996) diríamos que “Hábitos intelectuais que foram úteis e sadios podem, com o tempo, enterrar a pesquisa” (p. 19). É nessa perspectiva que passamos a problematizar um dos temas que invadiram nossa prática pedagógica no cotidiano, que é a imprecisão do conceito de calor.

À medida que fomos detectando esses problemas, elegemos a pesquisa sobre os livros didáticos de física utilizados durante os últimos quarenta anos e a rastrear como a teoria sobre o calor vem sendo transmitida.

Os alunos recorrem às expressões matemáticas que fazem uso de Calor Latente ou Sensível na certeza que não estão tratando do calor como uma substância. Entretanto recorrem ao uso de grandezas potenciais como a massa, o Calor Latente de



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

mudança de fase diferença de temperaturas para definir o calor como uma propriedade do corpo. Percebemos ainda que as suas idéias conceituais destoem de suas próprias análises, quando fazem o uso de expressões matemáticas. Além disso, há o uso de afirmações do senso comum, tal como “estou sentindo calor”.

O QUE É CALÓRICO

No século XVIII a Teoria do Calórico, registrada em 1779 (WILSON, 1967), concebeu o calor como sendo uma substância fluida invisível e imponderável. Viam-na também como sendo invisível e indestrutível, como pode ser observado na citação abaixo:

O calórico é um fluido elástico e suas partículas se repelem mutuamente;
As partículas do calórico são atraídas fortemente pelas formas de matéria e estas atraem as partículas do calórico com intensidades diferentes;
O calórico é indestrutível, ele não pode ser criado;
O calórico pode ser sensível ou latente (sentido ou armazenado respectivamente), onde no estado latente seria combinado “quimicamente” com partículas da matéria para mudar de sólido para líquido ou se líquido em vapor.

Sabe-se que até o início do século XIX, os cientistas acreditavam que a temperatura do corpo era proporcional à quantidade de calórico contida nele. De acordo com essas idéias, quando dois corpos com temperaturas diferentes eram colocados em contato, haveria passagem de calórico do mais quente para o mais frio.

DO CALÓRICO AO CALOR

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

Esses postulados foram questionados por Rumford. Eis o seu relato quando propôs derrubar a teoria do calórico:

Foi por acaso que me vi levado a realizar as experiências que vou relatar agora... Estando ocupado, ultimamente, em supervisionar a perfuração de canhões nas oficinas do arsenal militar de Munique, chamou-me a atenção o elevado grau de aquecimento de um canhão de bronze, atingido em tempos muito curtos, durante o processo de perfuração; bem como a temperatura ainda mais alta (acima do ponto de ebulição da água, conforme verifiquei) das aparas metálicas removidas pela perfuração.

Meditando sobre os resultados dessas experiências, somos naturalmente levados à grande questão que tem sido objeto de tantas especulações filosóficas, ou seja:

Que é calor? Existe um fluido ígneo? Existe alguma coisa que possamos chamar de calórico?

Vimos que uma quantidade muito grande de calor pode ser produzida pelo atrito de duas superfícies metálicas, e emitida num fluxo constante em todas as direções, sem interrupção, e sem qualquer sinal de diminuição ou exaustão (...) a fonte de calor gerada por atrito nessas experiências parece ser inesgotável. É desnecessário acrescentar que algo que qualquer corpo ou sistema de corpos isolado pode continuar fornecendo sem limites, não pode ser uma substância material, e me parece extremamente difícil, senão impossível, conceber qualquer coisa capaz de ser produzida ou transmitida da forma como o calor o era nessas experiências exceto o MOVIMENTO (NUSSENZVEIG, 2004, P. 167-168).

Outro cientista que contribuiu para o avanço nas pesquisas sobre calor e também da Termodinâmica foi J. Robert Mayer (1814-1878), que considerava o calor como uma forma de energia e que podia sofrer transformação em sua forma. Mayer chegou a propor a conservação da energia térmica, porém as suas idéias não foram aceitas na época. Coube a John Tyndall (1820-1893) o esforço para creditar a lei da conservação da energia a Mayer.

O CALOR E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

Quando é perguntado, por exemplo, o que é calor, quase sempre são obtidas respostas com atributos substancialistas. Máximo e Alvarenga (1997, p. 590), responde a esta questão da seguinte forma: “Calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude unicamente de uma diferença de temperatura entre eles”. Nesta citação, percebe-se certa ambigüidade, pois afirma que o calor não pode estar contido no corpo, mas este pode ser transferido. Ora, se algo foi transferido de um lugar para outro é por que esse algo já existia num lugar de origem.

Pesquisas realizadas sobre o calor, como a de Brückmann e Axt (1989) que originou o artigo intitulado “O Conceito de Calor nos Livros de Ciências”, encontra-se comparações de textos de seis livros diferentes de Química e Física da 8ª série, para discutir os atributos que caracterizariam uma conceituação formal do termo. Observamos também que Brückmann e Axt (1989), Bassalo (1992) e Cindra e Teixeira (2004) analisam historicamente a forma como o conceito foi sendo utilizado e como usam as equações para quantificar o calor, defendendo a tese de que calor é uma “energia que não pode estar localizada num corpo”. No entanto, é interessante observar que a definição de calor continua recebendo qualidades substancialistas. Então, passamos a considerar que há um “obstáculo epistemológico” que, do ponto de vista normativo, possivelmente esteja baseado em uma “cultura científica”.

Assim, passamos a constatar que há um tratamento inadequado na teoria do calor e a considerar que o maior obstáculo encontrado está nesta imprecisão.

DEFINIÇÃO DE CALOR NOS LIVROS DIDÁTICOS



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

A transposição didática, que é a transformação do saber científico em saber escolar, pode comprometer a qualidade dos conceitos. Máximo e Alvarenga (1997) afirmam que se um "... corpo é colocado em contato com outro, de temperatura mais baixa, haverá transferência de energia do primeiro para o segundo, energia esta denominada calor" (p. 590).

Do ponto de vista da análise conceitual, podemos afirmar que em vários trechos desse livro existem vestígios da teoria do calórico, uma vez que na transferência de algo de um corpo para outro significa dizer que este o que foi transferido estava contido no lugar de origem. Entretanto, na página 589 dessa mesma obra, os autores fazem um breve relato da teoria do calórico.

Máximo e Alvarenga (1997) apresentam uma figura (p. 590) que ilustra, de forma muito clara, a idéia do calor. Nessa figura os autores representam dois sistemas: o sistema 1, à uma temperatura T_1 ; e o sistema 2 à uma temperatura T_2 . Inicialmente foi afirmado que T_1 é maior que T_2 . Na interação do sistema 1 com o sistema 2 há transferência de energia do primeiro sistema para o segundo, energia essa denominada "calor" pelos autores. Devido a essa transferência de energia, a energia interna do sistema 1 diminui enquanto que a energia interna do sistema 2 aumenta, até atingir o equilíbrio térmico. Embora Máximo e Alvarenga (1997) tenham feito uma discussão muito rica sobre o calor, distinguindo-o de energia interna, eles ainda afirmaram: "É importante observar, ainda, que a energia interna de um corpo pode aumentar sem que o corpo **receba calor** (grifo nosso), desde que ele receba alguma outra forma de energia" (p. 590).

Essa ambigüidade de mostrar-se oposta à teoria do calor aceita no século XVIII, e de forma imperceptível retomá-la está presente em toda obra nos capítulos relacionados ao calor.



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

Gonçalves e Toscano (1997), por exemplo, definem o calor como o processo de transferência da energia térmica de um corpo para outro. Vale a pena destacar que calor não é um processo e sim uma energia em estado de transferência.

Vários livros pesquisados, tais como Gonçalves (1979), Calçada e Sampaio (1998), PARANA (1998) utilizaram em diversas situações termos como receber, ceder e trocar calor.

A Concepção substancialista do calor foi também detectada nos seguintes livros didáticos: ALONSO E FINN (1972), BONJORNO (1985), CHIQUETTO E PARADA (1986), COSTA (1971), GIUDICE NETO (1980), GOLDEMBERG (1970), GREF (2005), HALLIDAY (1977), MACEDO (1976), MORETTO (1982), NUSSENZVEIG (2004), OLIVEIRA (2005), OREAR (1976), PÁDUA (2006), RAMALHO JR (1986), RAMALHO JR (1993), SANTOS (1986), SEARS (1966), SEARS E SALINGER (1979), SEARS E ZEMANSKY (1976), TIPLER (1978), TOLEDO SOARES (1984), UENO E YAMAMOTO (1982), WYLEN (1973) E ZEMANSKY (1978).

DISCUSSÃO

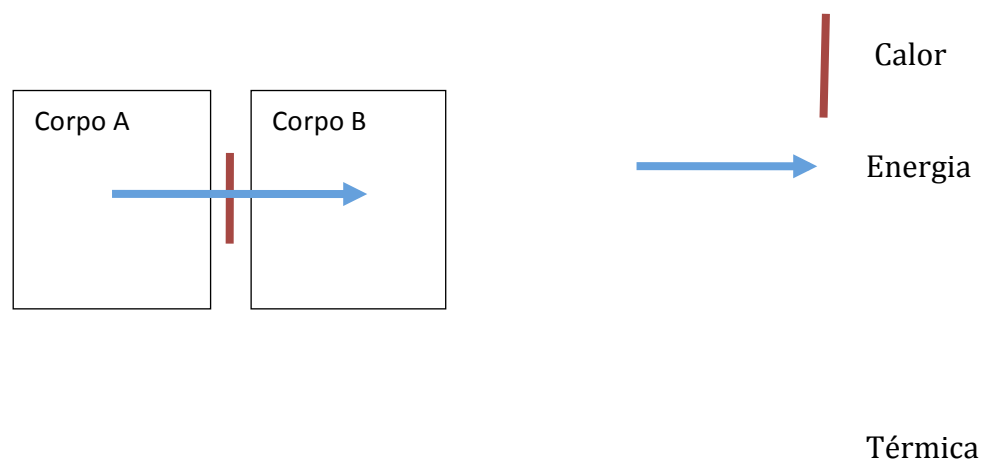
Para designar calor deve-se distingui-lo de energia térmica. A energia térmica é uma energia que se transfere de um corpo para outro. Definir calor como energia transferida pode dar origem a um grande problema, pois existem várias situações práticas em que parte dessa energia, devido à diferença de temperatura, tenha se transformado em outra forma de energia como, por exemplo, o Trabalho.

Outro problema é ter clareza do que venha a ser Energia, pois está entre os mais importantes da ciência, uma vez que Energia é inerente a todo fenômeno científico. Definir uma grandeza, a sua variação ou a sua transformação requer sutilezas que nem sempre são utilizadas de forma adequada. Torna-se muito mais

conveniente denominá-la, equacioná-la ou calculá-la. O conceito de calor se encaixa perfeitamente na categoria batígena (CINDRA e TEIXEIRA, 2004), pois para conceituá-lo lança-se mão de outros termos com o seu mesmo nível de complexidade.

Agora o problema é outro, o de definir Calor, que não é uma energia potencial, a exemplo da Energia Interna. Sejam dois corpos A e B, sendo a temperatura de A maior que a temperatura de B. A energia em forma de calor não pode ficar no corpo A, nem no corpo B. Essa energia térmica está em trânsito entre os corpos A e B. Na representação que se segue, a energia térmica está saindo de A e chegando em B, devido ao fato da temperatura do corpo A ser maior que a temperatura do corpo B. A seta está indicando que a energia térmica está sendo transferida de A para B e o calor está simbolizado por uma barra vertical representando a energia definida na fronteira entre os corpos A e B. A figura que se segue foi elaborada a partir da Figura 13.1 de Máximo e Alvarenga (1997). Entretanto, a seta nesta figura está representando a transferência de energia térmica, enquanto que na Figura 13.1 ela está representando o calor.

FIGURA 1





ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

Finalizando, expressões como Geração, Transferência, Troca, Perda, Retirada, Corrente, Propagação, Condução, Irradiação e Fluxo de Calor carregam erros semânticos que comprometem a compreensão, os livros didáticos, que são indispensáveis ao aprendizado e à difusão do conhecimento, têm contribuído na disseminação e vulgarização de expressões inadequadas na definição do calor.

A cultura científica associada ao prestígio de cientistas como Fahrenheit, Carnot, Galileu, Lavoisier, Laplace, Fourier, Kelvin e Black contribuíram para a aceitação da teoria do calórico. Foi necessário que outra plêiade de cientistas desmistificassem o calórico e dar um novo significado ao calor. Conde Rumford e Prescott Joule foram preponderantes nesse processo. Entretanto, devido ao uso contínuo de termos remanescentes da época em que a teoria do calórico era aceita, tais como “Calor Latente”, “Calor Sensível” e “Condutibilidade Térmica” constituem verdadeiros obstáculos epistemológicos na mudança conceitual do calor.

CONCLUSÕES

A teoria do calórico foi descartada de forma sistematizada nos idos do século XIX, mas a utilização de suas características mantém viva essa teoria, quando são atribuídas ao calor, em pleno século XXI, qualidades de uma função potencial.

Observa-se que o calor é normalmente definido como a energia que é transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre os corpos. Entretanto, após o equilíbrio térmico, essa quantidade energia que foi transferida pode não ser constatada, pois, no corpo, essa energia pode sofrer uma transformação. A energia em forma de calor só deve ser definida durante o processo de transferência.



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

Acreditamos que a cultura científica contribuiu para existência de obstáculos epistemológicos para que ainda sejam usados termos como Geração, Transferência, Troca, Perda, Retirada, Corrente, Propagação, Condução, Irradiação e Fluxo de Calor. O uso de termos como Calor Latente, Calor Sensível e de Condutividade Térmica contribuem para a concepção de calor como grandeza potencial. É possível que essas expressões ainda agreguem resquícios do calórico. Finalizando, calor é “a energia em transferência entre dois sistemas (ou corpos), devida exclusivamente à diferença de temperatura entre eles”. Com isso, o calor só deverá existir na fronteira entre corpos ou sistemas e não dentro deles. Portanto, a definição do calor precisa ser revista.

Os didáticos livros pesquisados continuam tendo a sua relevância para o processo ensino-aprendizagem, contudo é preciso superar os erros conceituais apresentados na teoria do calor.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, G. *et al.* **Historia Geral das Ciências: A ciência Moderna**: Tomo II. O século XIII. Vol. 3, p.94-98. São Paulo: Difusão Européia do livro, 1960.
- _____. **Historia Geral das Ciências: A ciência Contemporânea**: Tomo III O século XIX. Vol. 2, p.7-42. São Paulo: Difusão Européia do livro, 1967.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. **Física – Um Curso Universitário**, São Paulo: Edgard Blücher, 1972.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. **Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 3, pp. 5-18, Bauru, SP, ABRAPEC, 2001.
- ANDRADE, D. A. **A importância dos obstáculos epistemológicos para o desenvolvimento da ciência: a contribuição de Gaston Bachelard**”. *Pensar*, Fortaleza, v. 9, p. 45-49, fev. 2004.
- AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. **O conceito de calor nos livros de ciências**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, Vol.6, n.2, p. 128-142, ago. 1989.
- BASSALO, J. M. F. **A crônica do calor: Termometria**. *Revista de Ensino de Física*, Vol. 13, p. 135-161, jun. 1986.



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

-
- _____. **A crônica do calor: Calorimetria.** Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 14, n.1 p. 29-38, 1992.
- BONJORNO, R. F. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. **Física: Termologia, Óptica Geométrica e Ondulatória.** São Paulo: Editora FTD S.A., 1985.
- CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Termologia, Fluidomecânica e Análise Dimensional,** Editora Atual, São Paulo: 1998.
- CHIQUETTO, A. A.; PARADA, M. J. **Física,** São Paulo: Scipione Editora, 1986.
- CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. **Calor e temperatura e suas explicações por intermédio de um enfoque histórico.** In: MATINS, R. A.; MARTINS, L. A. C. P.; SILVA, C. C.;
- FERREIRA, J. M. H. (eds.). *Filosofia e História da ciência no Cone Sul: 3º Encontro.* Campinas: AFHIC, 2004, Pp. 240-248. (ISBN 85-904198-1-9).
- CORREIA, J. J.; MAGALHÃES, L. D. R.; LIMA, L. S. **Obstáculos Epistemológicos Envolvidos no Conceito de Calor.** XXVI Encontro de Físicos do Norte-Nordeste, Recife, 2008, p. 168-169. 1 CD.
- COSTA, D. K.; HÜLSENDEGER, M. J. V. C. **Concepções de Alunos de Ensino Médio sobre o Estudo do Calor.** IV encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que Fazem Investigação na Escola, 2004.
- COSTA, E. C. **Tomo I: Física Industrial. Termodinâmica – I Parte,** Porto Alegre: Editora Globo, 1971.
- COSTA, E. C. **Tomo I: Física Industrial. Termodinâmica – II Parte,** Porto Alegre: Editora Globo, 1971.
- GIUDICE NETO, L. D. **Física.** Volume 2, São Paulo: Editora FTD SA, 1980.
- GOLDEMBERG, J. **Física Geral e Experimental – 1º Volume,** São Paulo: Editora Nacional e Editora da USP, 1970.
- GONÇANVES, Dalton. **Física: Termodinâmica, Óptica, Ondas.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1979.
- GONÇALVES Fº, A.; TOSCANO, C. **Física e Realidade: Física térmica e óptica.** Vol. 2, Scipione, São Paulo: 1997.
- GRAF. **Física 2: Física Térmica e Óptica.** 5ª Ed. 3ª Reimpr., São Paulo: Edusp, 2005.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Física I.** Volume 2, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1977.
- MACEDO, H.; LUIZ, A. M. **Problemas de Termodinâmica Básica: Física e Química.** São Paulo: Edgard Blücher, 1976.
- MÁXIMO, A; ALVARENGA, B. **Curso de Física.** Volume 2, São Paulo: Scipione, 1997.
- MORETTO, V. P. **Física em Módulos de Ensino: Óptica, Ondas e Calor.** São Paulo: Ática, 1982.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica 2: Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor.** 4ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.



ISSN: 2175-5493

VIII COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO

09 a 11 de setembro de 2009

- OLIVEIRA, J. M. **Termodinâmica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.
- OREAR, J. **Física**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.
- PÁDUA, A. B.; PÁDUA, C. G. **Uma Coletânea de Problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- PARANÁ, D. N. S. **Física: Termologia; Óptica; Ondulatória**. Vol.2 6^oed. São Paulo: Ática, 1998.
- RAMALHO JR, F.; FERRARO, N. G.; TOLEDO SOARES, P. A. **Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica e Ondas**. Vol.2. 6^oed, São Paulo: Moderna, 1993.
- RAMALHO JR, F.; HERSKOWICZ, G.; SCOLFARO, V. **Elementos de Física**. Volume 2. São Paulo: Editora Moderna, 1986.
- SANTOS, J. I. C. **Conceitos de Física**. Volume 2. São Paulo: Editora Ática, 1986.
- SEARS, F. W. **Física I: Mecânica, Movimento Vibratório e Calor**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1966.
- SEARS, F. W.; SALINGER, G. L. **Termodinâmica, Teoria Cinética e Termodinâmica Estatística**. Rio de Janeiro. Guanabara Dois, 1979.
- SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. **Física: Calor, Ondas e Ótica**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1976.
- TIPLER, P. A. **Física**. Volume 1. Rio de Janeiro. Guanabara Dois, 1978.
- TOLEDO SOARES, P. A.; FERRARO, N. G.; SANTOS, J. I. C. **Aulas de Física 2: Hidrostática, Termologia, Óptica e Ondas**. São Paulo. Atual Editora, 1984.
- UENO, P. T.; YAMAMOTO, I. **Estudos de Física: Termologia, Óptica e Ondas**. São Paulo. Editora Moderna, 1982.
- WILSON, Mitchell. **A Energia**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1967.
- WYLEN, G. J.; SONNTAG, R. E. **Fundamentos da Termodinâmica Clássica**. São Paulo. Edgard Blücher, 1973.
- ZEMANSKY, M. W. **Calor e Termodinâmica**. 5^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A., 1978.