

TEXTOS, ANIMAÇÕES E VÍDEOS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO

Leila J. Gonçalves [leilavez@hotmail.com]

Eliane A. Veit¹ [eav@if.ufrg.br]

Fernando L. Silveira¹ [lang@if.ufrg.br]

¹*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Resumo

Neste trabalho enfocamos um hipertexto elaborado para a introdução de conteúdos de Física Térmica no Ensino Médio, incluindo muitas figuras, animações, vídeos e simulações interativas. Este material foi concebido para ser utilizado em atividades complementares às aulas expositivas e demonstrativas, em uma sala de informática que propicie a interação dos alunos com o material, especialmente com as simulações interativas. Este hipertexto, assim como um teste para avaliação dos conhecimentos dos alunos sobre Física Térmica, estão incluídos no Cd-Rom que poderá ser utilizado livremente por professores e alunos.

Palavras-chave: animações; Física Térmica; ensino de Física.

Introdução

Consideramos como importante razão para a inserção de novas tecnologias na vida escolar, o fato de que elas fazem parte do cotidiano do aluno e o fato de que é preciso que haja uma adequação das escolas e dos profissionais da área de educação na produção, desenvolvimento e aplicação de tais tecnologias. Caso isto não ocorra, o mundo escolar tornar-se-á completamente distante do mundo vivencial do aluno. Por isto, se a escola dispõe de condições físicas, deve aproveitar os meios disponíveis para modernizar suas aulas, principalmente quando não possui os recursos para um laboratório de Ciências.

Nas Ciências, em geral, e na Física em particular, vários conceitos requerem uma certa abstração e torna-se difícil para os alunos trabalhar com esses conceitos que, além de abstratos, muitas vezes não são intuitivos. Como a capacidade de abstração dos mais jovens é reduzida, poucos conseguem fazer a conexão dos fenômenos físicos com a vida real (Fiolhais e Trindade, 2003). Além do caráter abstrato de alguns conceitos físicos, a dificuldade enfrentada no uso da Matemática, pode fazer com que os estudantes se sintam entediados ou desmotivados por não possuírem expectativa no seu estudo (Medeiros e Medeiros, 2002). Acredita-se ainda que o aluno tenha dificuldade em interligar as equações utilizadas como modelo da realidade com a realidade à sua volta, o que também dificulta a aprendizagem.

Cabe ao professor, então, proporcionar meios de aprendizagem mais eficazes, procurando ajudar os alunos a vencerem as dificuldades, buscando, sempre que possível, atualizar seus instrumentos pedagógicos, pois falhas na aprendizagem de conceitos complexos e difíceis de intuir poderão ocorrer, com maior frequência, se forem apresentados somente de uma forma verbal ou textual (Fiolhais e Trindade, 2003). Alguns destes meios podem ser providos pelas novas tecnologias, como propomos neste trabalho.

Acreditamos que as novas tecnologias de informação e comunicação, com as multimídias – recurso didático que combina imagens, sons, textos, simulações e vídeos em uso simultâneo – se constituem em recursos auxiliares no aprendizado, visto que podemos obter conhecimento por meio da interatividade e através da visualização de modelos baseados na realidade, favorecendo a assimilação ou reformulação de conceitos de maneira mais eficiente do que a aula tradicional com quadro-negro e giz. Assim, a combinação de interação e entretenimento pode facilitar o ensino e a aprendizagem.

Creemos, ainda, que especialmente quando as experiências não podem ser realizadas, quer pela falta de condições físicas, quer pela falta de tempo hábil para tanto, as simulações devam ser introduzidas no sentido de ampliar as condições para uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos das mais diversas áreas. Porém, para facilitar a aprendizagem é necessário que o programa computacional tenha relação com o conhecimento prévio do aluno e apresente o conteúdo com clareza, ou pelo menos, num grau de subjetividade condizente com a estrutura cognitiva do usuário aprendiz. Além disto, o programa computacional educacional deve possuir boa qualidade de imagens, sons, textos, etc. de maneira que motive sua investigação e propicie a interatividade, de modo tal que favoreça uma reflexão a respeito dos conteúdos.

Vários conceitos físicos da Física Térmica não são bem compreendidos ou são confundidos pelos alunos; por exemplo, os conceitos de calor, temperatura, energia interna e entropia. Na maioria das vezes isto se deve ao conhecimento adquirido pelo aluno em sua vivência diária e pela própria linguagem empregada, que nem sempre corresponde à linguagem aceita pela comunidade científica (Axt e Brückmann, 1989). Por isto, as definições devem ser formuladas com precisão e as diferenças entre os vários conceitos trabalhadas cuidadosamente para que o aluno adquira os conceitos científicos.

Escolhemos como tópico de estudo a Física Térmica devido não só às dificuldades usualmente enfrentadas pelos estudantes na interpretação dos fenômenos desta área, mas também, porque são poucos os experimentos realizáveis nos laboratórios ou demonstráveis. Além disto, os fenômenos que envolvem a troca de calor e o funcionamento das máquinas térmicas permitem uma melhor compreensão do conceito de energia e seus aspectos relevantes, como sua conservação, produção e transformação. Podemos, ainda, discutir elementos da estrutura da matéria, incorporando conceitos de Física Moderna como a radiação de corpo negro.

Acreditamos que a substituição de uma aula tradicional de Física, com quadro-negro e giz por uma aula em um laboratório de Informática, pode servir como motivação para os alunos. Nas simulações interativas o aprendiz pode, através da alteração de parâmetros, verificar as possibilidades e limitações das suas hipóteses confrontando-as com o modelo físico apresentado, o que se constitui em um elemento potencialmente capaz de auxiliar na aprendizagem dos tópicos em estudo. Porém, compartilhamos das idéias de Medeiros e Medeiros (2002) e entendemos que demonstrações em aula ou experimentos devem ser realizados para a percepção e discussão do fenômeno em análise. Assim, mesmo quando utilizamos largamente a informática, optamos por fazer demonstrações de experimentos simples em sala de aula.

Tipicamente o período dedicado à Física Térmica no nível médio é de cerca de 16 horas-aula a 36 horas-aula, em escolas da rede pública do Rio Grande do Sul, o que torna indispensável que a seleção dos tópicos a serem abordados, bem como a sua profundidade, seja feita com muito cuidado. No hipertexto elaborado, estruturamos um conjunto de conceitos e tópicos da Física Térmica que entendemos apropriados para a introdução deste conteúdo no ensino médio.

Encontram-se muitas simulações interativas disponíveis livremente na *Internet* de excelente qualidade, por exemplo, Fendt (2003), Hwang (2003) e Pet Física UEM (2003), entre outras. Localizamos algumas simulações de qualidade, relevantes para o desenvolvimento dos tópicos de Física Térmica selecionados, e elaboramos textos e hipertextos explicativos, de modo a poder explorá-las apropriadamente. Quando não encontramos material livre apropriado, desenvolvemos nossas próprias animações, usando o programa da *Macromedia Flash*. Além de animações e simulações, utilizamos vídeos que mostram o funcionamento de demonstrações que construímos e realizamos em sala de aula ou no laboratório de ciências, para motivar os alunos em relação aos conteúdos de Física Térmica que seriam abordados durante o trimestre. Os vídeos foram usados como “conteúdo de ensino” mostrando determinado assunto, de forma direta, pois informam sobre um tema específico orientando a sua interpretação através dos *links* que levam a soluções (Moran, 1995).

Produto educacional

O nível do material desenvolvido é compatível com o de bons livros de ensino médio existentes no mercado (Luz e Álvares, 1997; Gaspar, 2001; GREF, 1998; Hewitt, 2002). Os conteúdos, que se constituem em pré-requisitos indispensáveis, também foram de algum modo abordados. O material educacional produzido foi projetado para aplicação em um trimestre letivo e consta do seguinte:

- um Cd-Rom, que contém textos, hipertextos, desenhos, fotos, vídeos, animações e simulações interativas que exploram os conceitos e aplicações mais relevantes da Física Térmica de nível médio abordáveis em um total de aproximadamente de 32 horas-aula. Tal material poderá ser utilizado por alunos e professores em atividades em classe como apoio para complementar a teoria e como facilitador no processo de aprendizagem, ou ainda como fonte de consulta. Poderá também auxiliar a disciplina de Química do ensino médio, visto que há conceitos comuns abordados pelas duas disciplinas. As fotos foram obtidas com câmara digital de objetos reais e os desenhos foram feitos a mão livre, gerados com o Flash MX ou obtidos em sítios que disponibilizam figuras livremente. As fotos e as figuras foram editadas com o Corel Photo Paint;
- experimentos simples para demonstração em aula;
- um teste constituído por 25 questões de escolha múltipla que envolvem os conceitos de calor, temperatura, energia interna. Este teste foi elaborado tendo por base um anterior, de Silveira e Moreira (1996), elaborado para o nível universitário. Foram incluídas questões que envolvem dilatação térmica e a segunda lei da termodinâmica, assim como foram excluídas questões que consideramos muito difíceis para o nível médio.

A escolha da elaboração do Cd-rom surgiu pela crença de que é necessária a produção de materiais que possam ser utilizados pelos professores. A falta de tempo para a produção desses materiais por um professor é um fator que não pode ser descartado, devido à sobrecarga de trabalho em busca de melhor remuneração. Ao mesmo tempo, um CD possui custo acessível e permite o transporte de grande quantidade de informações, sem ocupar espaço físico.

Hipertexto

O hipertexto foi elaborado com a linguagem *HTML (Hiper Text Markup Language)* que tem como vantagem o pouco espaço que ocupa e possui índices – menus – que permitem que o aluno localize um tópico específico e deste siga para outros assuntos referentes, conforme pode ser visto no endereço: <http://www.cref.if.ufrgs.br/~leila>.

É comum que textos na *Internet* sejam escritos de forma fragmentada ou reduzida. Procuramos expor os assuntos de forma direta e tomando cuidado com a linguagem empregada. Utilizamos termos usuais em livros textos do Ensino Médio para facilitar para os alunos a interpretação.

A cada término de um tema foi incluída uma pequena lista de exercícios com o objetivo de reforçar e analisar o ganho de conhecimento sobre o conteúdo. No total foram formuladas 71 (setenta e uma) questões (Gonçalves, 2005a).

Os conceitos fundamentais foram contemplados com pelo menos uma animação ou simulação interativa, além de exemplos e sugestões de demonstrações ou atividades práticas, possíveis de serem realizadas em sala de aula, e de fácil construção, tanto para o aluno quanto para o professor, sem a necessidade de se dispor de uma oficina.

No que concerne às atividades envolvendo os vídeos e as simulações interativas, com o objetivo de facilitar a dinâmica da aula, foram feitas orientações ou roteiros para os alunos.

Animações produzidas

Elaboramos animações com o programa *Flash MX*, que fornece elementos para desenvolver aplicações multimídia e que apresenta grande vantagem na pouca memória ocupada pelo trabalho final, facilitando a colocação de material na rede, sem ser lento quando se visualiza a animação, o que nem sempre ocorre com programas do tipo *Java Applets*.

Procuramos elaborar animações que fossem atrativas, intuitivas, com qualidade de imagens, claras quanto aos comandos a serem dados pelo aprendiz, de tamanho apropriado para uma tela de computador, com pouco texto para que o aluno acompanhasse a animação sem perda de atenção devido à leitura, relacionadas com o conteúdo do texto complementar e de fácil compreensão para o usuário que não acompanhe o texto. Produzimos 19 (dezenove) animações, sendo que 1 (uma) foi produzida pelo estudante de graduação em Física Pablo Darde (Darde, 2004).

As animações podem ser utilizadas basicamente de duas maneiras: como auxiliar do professor nas aulas expositivas complementadas e/ou complementares às explicações orais dadas pelo professor, que também será o orientador (guia); ou aliadas ao texto explicativo, servindo como fonte de consulta, para serem utilizadas pelos alunos individualmente quando conectados a Internet ou no Cd-Rom, inclusive fora do ambiente escolar.

De um modo geral todas apresentam uma interface com recursos simples que facilitam o entendimento do que deve ser feito pelo usuário, tornando a interação usuário-animação simples. As animações foram baseadas no texto e apresentam de modo dinâmico as situações e fenômenos discutidos no mesmo. São valiosas no sentido em que tornam ativos processos que não são visíveis na natureza ou que não são fáceis de descrever por meio de palavras, ou de representar um processo dinâmico que no quadro-negro seria uma imagem estática. Muitas delas, quando inanimadas, são semelhantes às figuras encontradas nos livros didáticos mais utilizados.

A seguir descrevemos algumas das animações utilizadas e os tópicos que podem ser abordados.

Temperatura e Energia Cinética: busca levar o aluno a observar o que a elevação de temperatura provoca em um sistema, esperando que ele perceba que a temperatura é uma medida da agitação dos átomos e/ou moléculas de um sistema e caracteriza o seu estado térmico, ou seja, a temperatura é proporcional à energia cinética média das moléculas, que por sua vez está relacionada à intensidade do movimento (a tela inicial desta animação pode ser vista na Fig. 1). A animação retoma a estrutura da matéria, como vista nos primeiros anos de estudo de Física e Química, ou seja, que toda matéria é composta por átomos e moléculas que se encontram em constante agitação. Não nos preocupamos com o modelo atômico discutido atualmente em Física Moderna de partículas, o que será contemplado na animação sobre a estrutura da matéria. Também retorna ao estudo de energia mecânica visto que, em virtude dos seus movimentos, as moléculas ou os átomos da matéria possuem energia cinética e, devido às forças de coesão entre elas, possuem energia potencial.

Adicionalmente introduz um novo conceito: temperatura, relacionando a elevação da mesma, provocada pela colocação de lâmparinas, ao aumento da velocidade das moléculas, que corresponde a um aumento de sua energia cinética.



Figura 1 – Animação: Temperatura e Energia cinética.

Lâmina bimetálica: após a compreensão das propriedades que influenciam na dilatação dos corpos e da importância do controle de temperatura, podemos observar de modo bastante simplificado, um circuito que possui uma lâmina bimetálica, como num termostato, preparado para desligar quando a temperatura aumenta até um valor crítico (veja Fig. 2). Também sugere discussões a respeito de diferentes materiais constituintes da lâmina.



Figura 2 – Animação: Lâmina Bimetálica.

Calor específico: analisado de forma qualitativa o calor específico foi apresentado como complementar aos conceitos de calor e capacidade térmica. Nesse caso, foi fornecida a mesma quantidade de calor a três substâncias diferentes, logo com três calores específicos diferentes, porém de igual massa, e verificou-se a variação de temperatura, como pode ser visto na Fig. 3.

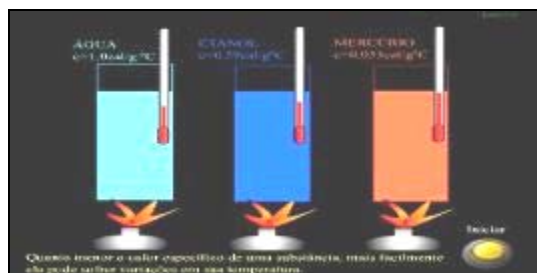


Figura 3 – Animação: Calor Específico.

Condução de calor nos sólidos: a animação procura retratar uma placa metálica que contém alguns “pregos” presos com cera (Fig. 4), a qual quando aquecida em uma das extremidades, conduz o calor de molécula a molécula, o que pode ser percebido pela troca de coloração da mesma. À medida que a placa é aquecida, a cera derrete, possibilitando a queda dos pregos, e fazendo com que a cor ao longo da placa seja a mesma. Com isto podemos nos reportar à estrutura da matéria, identificando os maus condutores e os bons condutores de calor, assim como retomar os conceitos de temperatura e energia cinética, equilíbrio térmico e calor.

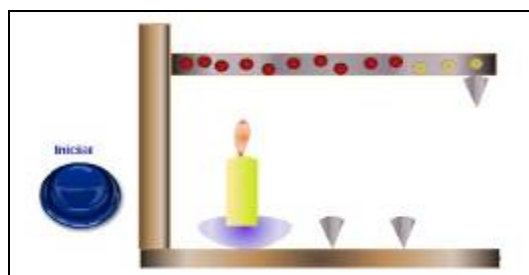


Figura 4 – Animação: Condução de Calor nos Sólidos.

Motor de combustão interna: essa simulação foi feita pelo aluno de graduação em Física, Pablo Darde (Darde, 2004) sob orientação do professor Fernando Lang da Silveira. No primeiro momento é possível ao estudante identificar as partes principais que compõem um motor de combustão interna do tipo Otto (isto é, que aspira uma mistura de ar e combustível). Conforme pode ser visto na Fig.5, a animação passa pelos quatro tempos do ciclo deste motor, podendo-se acompanhar as alterações nas variáveis de estado pelo gráfico pressão versus volume.

O estudo das máquinas térmicas permite a compreensão da conservação e degradação da energia e de suas fontes ou produção, além de ser uma aplicação sobre leis da termodinâmica, bem como dos processos irreversíveis. Os conceitos de agitação térmica, compressão, expansão e transformações gasosas também são explorados.

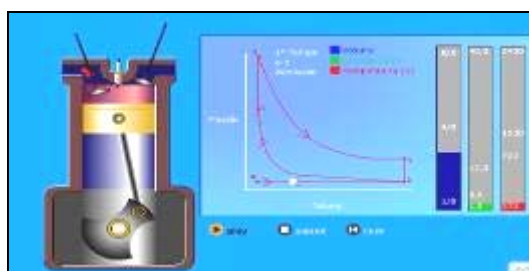


Figura 5 – Animação: Motor de Combustão Interna.

Experimentos e vídeos

Como organizadores prévios ou pseudo-organizadores (Moreira e Sousa, 2003) utilizamos 12 (doze) experimentos que foram demonstrados aos alunos no início do trimestre. Alguns foram construídos na oficina de Ensino do Instituto de Física da UFRGS e foram doados à escola. Os experimentos foram apresentados como introdução ao material de aprendizagem em si, possuindo um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade (Ausubel, 2002).

Com o auxílio do professor Fernando Lang da Silveira, 7 (sete) pequenos vídeos digitais foram gravados, sobre os tópicos de dilatação, propagação do calor e máquinas térmicas. Em alguns casos, em função do tempo de filmagem, foram feitos clipes, com a utilização do programa *Vídeo Wave III*. Esses vídeos também foram utilizados como pseudo-organizadores prévios, ou seja, com o objetivo de facilitar a aprendizagem de vários tópicos propiciando uma visão geral do conteúdo que posteriormente foi detalhado.

Ao término do vídeo, o aluno se depara com um conjunto de questões relativas ao fenômeno observado (em grande parte são as mesmas questões levantadas durante a demonstração dos experimentos). Algumas dessas questões sugerem que o aluno pense sobre a resposta; outras são *links* que o levam à solução da questão, dirigindo-o à visualização de uma animação correspondente ou similar ao fenômeno, quando for o caso.

A seguir, relacionamos alguns dos experimentos que foram filmados com tópicos que podem ser abordados durante a apresentação das demonstrações e juntamente com os vídeos.

A demonstração sobre dilatação dos sólidos, fotografada na Fig. 6, consiste em mostrar que a esfera que passava por um orifício em uma placa, deixa de passar quando aquecida. A seguir, aquecendo-se a placa com o orifício, novamente a esfera passa, o que também acontece quando a esfera volta à temperatura inicial. Esta demonstração pode ser explorada para discutir a influência da temperatura em corpos sólidos, relacionado-a a situações do cotidiano onde a dilatação é observada e retomar a relação entre temperatura e energia cinética média das moléculas.



Figura 6 – Experimento: Esfera Metálica.

Na **convecção dos fluidos** (vide a figura 7), uma vela é utilizada para se observar a convecção do ar, verificando-se que a chama de uma vela está sempre para cima, mesmo quando a vela se encontra inclinada, pois os gases quando aquecidos ficam menos densos que o ar a sua volta, subindo e levando a chama da vela, formando correntes de convecção. A má condutividade térmica do ar fica evidenciada quando conseguimos manter nossos dedos ao lado da chama. A partir dessa demonstração pode-se encaminhar o estudo do processo de convecção e as suas aplicações no cotidiano, como por exemplo, a circulação de ar na atmosfera, nos condicionadores de ar e nas estufas.



Figura 7 – Experimento: Chama de uma Vela.

Na demonstração sobre **turbina a vapor** (vide a figura. 8), o aluno observa que quando a água começa a ferver um jato de vapor sai pelo furinho feito na lata, fazendo a ventoinha girar. Desta forma se exemplifica a conversão de calor em energia mecânica. A lata com água é a caldeira de uma máquina a vapor e o álcool impregnado no giz é o combustível. Pode-se discutir o movimento causado pela rápida elevação da pressão de vapor da água no interior da lata, a relação entre energia cinética média das moléculas e temperatura, o princípio de funcionamento das máquinas térmicas, em especial de uma turbina a vapor, a conversão de energia, a degradação da energia, e as leis da termodinâmica.



Figura 8 – Experimento: Turbina a Vapor.

Simulações

As simulações *Applets* requerem que o aluno forneça ou altere as características físicas do fenômeno a ser estudado, tais como: massa, temperatura, volume, entre outras. Desta forma permite a interatividade, sendo o usuário o manipulador que testa sua expectativa e desenvolve o senso crítico, na medida que obtém de imediato a resposta a suas escolhas. E, ao se confrontar com erro, pode buscar novas alternativas, consultando o texto ou organizando os dados relevantes ou buscando em sua estrutura cognitiva o subsunçor apropriado. E assim, verifica o conhecimento adquirido na matéria estudada, o que dificilmente aconteceria se a aula fosse do modo tradicional. Utilizamos três *Java Applets*, com as devidas autorizações. A seguir, apresentamos a justificativa para o uso de uma das simulações, ilustrada na Fig. 9.

Essa simulação que reproduz de modo dinâmico, o que é descrito nos livros didáticos sobre o experimento de Joule para estabelecer a relação entre o calor e o trabalho mecânico. A simulação permite, então, verificar a quantidade de energia que é necessária para elevar a temperatura de uma certa quantidade de água e, utilizando o cálculo de Joule, pode-se chegar à relação entre a caloria e o joule. Para tanto, o aluno dispõe de um roteiro que visa facilitar a dinâmica da aula. Nosso roteiro é muito similar ao do autor Angel Franco Garcia, todavia como o idioma da simulação é outro, fomos mais minuciosos na sua elaboração.

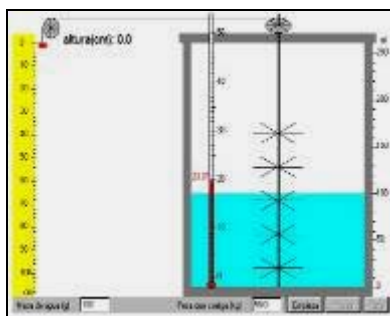


Figura 9 – Simulação: Experiência de Joule.

Conclusões

Neste trabalho apresentamos o produto educacional resultante do projeto de mestrado de Leila de Jesus Gonçalves junto ao Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS (Gonçalves, 2005b). O relato circunstanciado de uma experiência didática realizada com este produto consta na sua dissertação de mestrado (Gonçalves, 2005b).

O produto educacional consiste em: 1) um Cd-rom com o material multimídia, também disponível na web (Gonçalves, 2005a); 2) um teste de escolha múltipla a respeito, principalmente, dos conceitos de calor, energia interna, temperatura, dilatação térmica, formas de propagação de calor e leis da termodinâmica; 3) experimentos para demonstração em aula. Incluímos, também, textos elaborados pela Profa. Dra. Célia Maria Soares Gomes de Sousa (1980) que podem servir como pseudo-organizadores prévios para professores do ensino médio que venham a ministrar aulas sobre Física Térmica.

Este material educacional pretende proporcionar ao professor a possibilidade de desenvolvimento dos conteúdos de forma mais atual e dinâmica, de modo que seja possível aprofundar os conteúdos trabalhados na sala de aula convencional, despertando uma maior motivação nos alunos. Como uma alternativa na metodologia de trabalho, pode ser utilizado para complementar as aulas expositivas ou ser complementado por elas.

Para os estudantes, o material pode servir como auxiliar em sala de aula, despertando interesse e compreensão dos assuntos tratados e, também, como fonte de consulta fora do ambiente

escolar, para aprofundar o que aprenderam nas aulas. As animações produzidas, bem como as simulações *Java Applets*, estão incorporadas no material de modo a instigar o aluno a uma participação mais ativa do que apenas leitor.

Referências

AUSUBEL, D. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Paralelo Editora, 2002.

AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. O conceito de calor nos livros de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 128-142, ago.1989.

DARDE, P. *Máquinas térmicas a combustão interna de Otto*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termodinamica/motor.html>>. Acesso em: 06 jun. 2004.

FENDT, W. *Java-Applets zur physik*. Disponível em: <<http://www.walter-fendt.de/ph14d/>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272. set. 2003.

GARCIA, A. F. Física con ordenador: curso interativo de física em Internet. Disponível em: <<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2004.

GASPAR, A. Física. 2. ed. São Paulo: Ática, 2001. v. 2.

GONÇALVES, L. J. Física térmica. Disponível em: <<http://cref.if.ufrgs.br/~leila/>>. Acesso em: 02 set. 2005a.

GONÇALVES, L. J. *Uso de animações visando a aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio*. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005b.

GRAF, *Física*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HWANG, F. K. *NTNU virtual physics laboratory*. 2001. Disponível em: <<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/indexPopup.html>>. Acesso em: 12 abr. 2003.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. *Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo. v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MORAN, J. M. *O vídeo na sala de aula*. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/vidsal.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2004.

MOREIRA, M. A.; SOUSA, C. M. S. G.de. Organizadores prévios como recurso didático. In: MOREIRA, M. A. *Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 129-146.

PET física UEM. Maringá: Universidade Estadual de Maringá. Disponível em:

<<http://www.pet.dfi.uem.br/animacoes/index.html>>. Acesso em: 12 abr. 2003.

SILVEIRA, F. L. da; MOREIRA, M. A. Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 14, n. 1, p. 75-86, 1996.

SOUSA, C. M. S. G. de. *Pseudo-organizadores prévio como recursos instrucionais no ensino de física*. 1980. 203 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.