



AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS E ANIMAÇÕES NO ESTUDO DA TRANSMISSÃO DO CALOR

Denise Borges Sias*

Rejane Maria Ribeiro Teixeira**

Resumo

Neste trabalho apresentamos atividades que envolvem o uso de novas tecnologias no ensino de Física Térmica. Através de um relato de experiência mostramos a aplicação de uma atividade experimental sobre reflexão e absorção da luz utilizando um sistema de aquisição automática de dados, denominado CBL (do inglês, Calculator Based Laboratory). Assim como, de um hipertexto sobre transmissão do calor contendo animações e teste interativo desenvolvidos em Flash MX. O material instrucional desenvolvido foi aplicado a duas turmas de ensino médio do CEFET-RS, em aulas regulares do primeiro trimestre letivo de 2005, constituindo parte de um trabalho mais amplo elaborado para o ensino de Física Térmica dentro desta abordagem diferenciada.

Palavras-chave: aquisição automática de dados, animações em Flash MX, transmissão do calor, teorias da aprendizagem significativa e da interação social.

AUTOMATIC DATA ACQUISITION AND ANIMATIONS IN HEAT TRANSFER STUDIES

Abstract

In this work we present some activities concerning the use of new technologies applied to the thermal physics teaching. We show, as a didactical experience report, an experimental activity application on light reflection and absorption by matter via a data acquisition system named CBL (Calculator Based Laboratory). In addition, we employed a hypertext about heat transfer presenting some animations and an interactive quiz; both developed by using the Flash MX software. The elaborated instructional material was applied to students of two high school regular classes in 2005's first quarter. This material comprises itself as a part of a main work in thermal physics teaching developed in the same differentiated approach basis.

Keywords: automatic data acquisition, Flash MX animations, heat transfer, meaningful learning and social interaction theories.

I. INTRODUÇÃO

Problemas como alunos desmotivados e um grande número de reprovações são comuns em nosso ensino. Esta situação não é diferente no ensino de Física. Apesar de ser esta uma disciplina que nos permite compreender muitos dos fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano, a grande maioria dos alunos que estudam Física em nível médio não consegue relacionar os conteúdos apresentados na sala de aula com o seu

* Professora do CEFET-RS – Mestre em Ensino de Física - IF/UFRGS. denise@cefetr.rs.tche.br

** Professora do IF/ UFRGS – Doutorado em Ciências - IF/ UNICAMP. rejane@if.ufrgs.br



dia-a-dia. Em virtude disso acabam associando a disciplina a um tipo de "matemática mais complicada", não conseguindo alcançar o nível de abstração necessário.

Neste contexto, cabe ao professor de Física a tarefa de procurar combater as dificuldades de seus alunos, proporcionando-lhes experiências de aprendizagem eficazes, procurando atualizar, tanto quanto possível, os instrumentos pedagógicos que utiliza.

Levando em conta a especificidade experimental da Física, a realização de atividades de laboratório assume grande importância. Entretanto, é necessário refletir um pouco a respeito de como utilizar tais atividades de forma que possam realmente contribuir para uma aprendizagem significativa. Realizar experiências em que o aluno permaneça a maior parte do tempo coletando dados, construindo tabelas e gráficos, sem ter uma preocupação maior em explorar conceitualmente o fenômeno em estudo, tornam-se pouco efetivas em promover mudanças conceituais nos estudantes (Borges, 2002, p. 296).

Na busca por um laboratório mais eficiente para o ensino de Física, a utilização da aquisição automática de dados pode, sem dúvida, contribuir muito (Fiolhais; Trindade, 2003; Haag et al., 2005; Thornton, 1987; Trumper, 2003; Impedovo, 1999; Aspetsberger; Aspetsberger, 2002; Adie, 1998, dentre outras). Desse modo, através da utilização de sensores e de *softwares* apropriados, o aluno tem a possibilidade de medir em tempo real grandezas como temperatura, pressão, força, velocidade, aceleração, etc. Uma das vantagens deste sistema é que os dados coletados já lhe são apresentados em forma de gráficos e/ou tabelas, liberando o aluno deste trabalho muitas vezes maçante. Com isso resta um tempo maior para que ele possa se dedicar à exploração e entendimento do fenômeno em estudo.

Da mesma forma, o uso de materiais hipermídia pode contribuir muito para a motivação e a aprendizagem do aluno. A interação proporcionada por este tipo de material permite que o próprio aluno conduza seu aprendizado em determinado assunto. O uso de imagens e animações, impossíveis em um texto impresso, também contribui facilitando a aquisição dos conceitos em estudo. Como exemplo, Gonçalves (2005) faz um relato do uso de animações visando a aprendizagem significativa na Física Térmica em nível médio.

Neste trabalho relatamos a aplicação de um material instrucional que compreende experimento com utilização da aquisição automática de dados e material hipermídia sobre transmissão do calor contendo algumas animações e um teste interativo desenvolvidos em Flash MX¹. Todo este material foi concebido buscando levar o aluno a uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos, procurando dar condições para que este tenha uma maior compreensão e envolvimento com a Física, evitando assim a simples aprendizagem mecânica de conteúdos. As atividades aqui relatadas foram realizadas em aulas regulares por duas turmas do primeiro ano do ensino médio do CEFET-RS², no primeiro trimestre letivo de 2005.

II. Referenciais Teóricos

Este trabalho possui como referenciais teóricos a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a teoria da interação social de Lev Vigotski. Ambas as teorias são classificadas como cognitivistas, ou seja, preocupam-se em estudar como ocorrem e quais os mecanismos envolvidos na construção da estrutura cognitiva do indivíduo. A seguir será feito um breve comentário sobre cada teoria, evidenciando os pontos essenciais que fazem destas referenciais teóricos para este trabalho.

¹ Flash MX da Macromedia.

² Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas, situado na cidade de Pelotas, RS.

II.1. A Teoria de David Ausubel

O conceito chave desta teoria é o de aprendizagem significativa:

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou, simplesmente, “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (Moreira, 1999b, p. 11)

A partir dessa interação entre uma nova informação e a estrutura de conhecimento específica do indivíduo, o conceito *subsunçor* sofre uma re-elaboração, desenvolvendo-se e tornando-se mais amplo, aumentando assim sua capacidade de se relacionar a novas informações. Sendo assim, os *subsunçores* são diferenciados para cada indivíduo. Essa diferença se dá de acordo com as experiências de aprendizagem de cada um.

Opondo-se à aprendizagem significativa está a aprendizagem mecânica que ocorre quando a nova informação não possui interação com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, o novo conceito não possui ligação com *subsunçores* específicos. No entanto, para Ausubel, a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa podem ser vistas como dois extremos de um contínuo. (Moreira, 1999a, p. 153-154)

Apesar de ser cognitivista, Ausubel reconhece a importância da experiência afetiva. Com base nisso acreditamos que a busca de uma aprendizagem realmente significativa em Física pode ser auxiliada pelas novas tecnologias, pois, através destas pode-se facilitar ao aluno o entendimento de conceitos assim como a relação entre os mesmos. O fato de colocar o aluno em uma postura menos passiva, envolvendo-se e comprometendo-se mais com a construção do seu conhecimento, poderia levá-lo também a apresentar um envolvimento afetivo maior com a aprendizagem desta disciplina.

II.2. A Teoria de Lev Vigotski

Esta teoria encontra-se baseada na premissa de que para se compreender o desenvolvimento cognitivo do indivíduo deve-se considerar o contexto social e cultural no qual ele se encontra, ou seja, o desenvolvimento cognitivo é fortemente influenciado pelo meio.

Segundo a nossa concepção, o verdadeiro curso do desenvolvimento do pensamento não vai do individual para o socializado, mas sim do social para o individual. (Vigotski, 1998, p. 24)

Neste caso, as relações sociais transformam-se em funções mentais superiores (pensamento, linguagem) através da mediação do uso de instrumentos e signos. O instrumento é utilizado para fazer alguma coisa e o signo é algo que possui significado. (Moreira, 1999a, p. 110-111)

Para analisar o aprendizado escolar, Vigotski determina dois níveis de desenvolvimento. O primeiro é chamado de nível de desenvolvimento real e está relacionado a ciclos de desenvolvimento já completados pelo indivíduo. Neste caso, normalmente é admitido como indicador do desenvolvimento de uma criança, atividades que esta consegue realizar sozinha sem qualquer ajuda externa. O segundo, nível de desenvolvimento potencial, é definido por solução de problemas sob orientação



de um companheiro mais capaz. À distância entre esses dois níveis Vigotski atribuiu um conceito considerado por ele de fundamental importância, chamado zona de desenvolvimento proximal, considerando atividades que uma criança consegue realizar com ajuda de outros como um indicativo maior do seu estágio de desenvolvimento do que aquilo que consegue realizar sozinha.

Dessa forma, o ensino para ser bom, segundo Vigotski, deve estar à frente do desenvolvimento cognitivo do aprendiz. Neste caso, a zona de desenvolvimento proximal é onde ocorre a aprendizagem, provocada pela interação social. Ao aprender, o indivíduo redefine os limites dessa zona.

O papel do professor, segundo esta teoria, está em ser o mediador, o companheiro mais capaz que através da interação com seus alunos, por meio do diálogo, tem a tarefa de fazer com que seus alunos compartilhem os mesmos significados que este. Dessa forma, espera-se que um ensino bem sucedido seja aquele no qual se criem várias situações que despertem os alunos para o assunto em estudo, levando-os a uma intensa interação não só entre si, mas também com o professor. Neste sentido, o presente trabalho propõe, através da introdução das novas tecnologias no ensino de Física, criar condições para uma aprendizagem mais eficaz dos conceitos físicos. Acredita-se, então, que tais atividades, devidamente orientadas, possuem uma grande potencialidade para atingir este objetivo, na medida em que propiciem espaço para as interações sociais.

III. Contexto

As atividades aqui relatadas foram desenvolvidas no CEFET-RS, instituição na qual uma das autoras deste artigo, D.B.S., trabalha com a disciplina de Física para o ensino médio.

Na área destinada ao ensino de Física do CEFET-RS é possível encontrar uma sala denominada “sala ambiente”, criada recentemente e assim denominada por ser um espaço onde se pretende que o ensino ocorra através de atividades diferenciadas e, por este motivo, é mobiliada de forma a possibilitar o trabalho em grupo pelos alunos. Em seu interior podem ser encontrados 15 computadores conectados a internet, televisão 29”, vídeo, retroprojektor, equipamentos para aquisição automática de dados e calculadoras gráficas. Esta sala é destinada não só ao ensino de Física, mas também ao ensino de Matemática, dispondo de alguns *softwares* e materiais para o ensino desta disciplina.

O sistema utilizado para a aquisição automática de dados é do tipo CBL³ que são equipamentos constituídos por dispositivos de aquisição automática de dados conectados a calculadoras gráficas. Tais dispositivos, associados a sensores apropriados, possibilitam a medida de diferentes grandezas físicas⁴. Atualmente existem disponíveis no CEFET-RS, dentre outros, sensores de movimento, de pressão, de força, de temperatura e de intensidade luminosa. Na Figura 1 é mostrado o sistema CBL, constituído pelo dispositivo de aquisição automática de dados, pela calculadora gráfica e por sensores.

³ CBL, do inglês *Calculator Based Laboratory*. Este dispositivo é produzido pela empresa Texas Instruments.

⁴ Os sensores utilizados são produzidos pela empresa Vernier.



Figura 1 - Sistema CBL. Em (a) temos a calculadora gráfica e o dispositivo de coleta automática de dados, e em (b) alguns sensores como o de temperatura, o de pressão em gases e o de intensidade luminosa (mostrados da esquerda para a direita).

As calculadoras gráficas disponibilizam alguns programas que permitem tanto a visualização em tempo real dos dados coletados, quanto a realização de algumas análises estatísticas como as que são possíveis de serem feitas em planilhas eletrônicas. O dispositivo de coleta automática de dados possui uma memória onde podem ser salvos os dados do experimento realizado. É possível, também, conectar a calculadora ao microcomputador e, através de *software* apropriado, transferir os dados coletados para serem analisados, por exemplo, em uma planilha eletrônica.

O sistema CBL pode ser utilizado tanto pelos, alunos na realização de experimentos em grupos, quanto pelo professor, em experimento demonstrativo em que toda a turma acompanhe simultaneamente a coleta de dados. Nesta segunda possibilidade de uso dispõe-se de um dispositivo que, conectado ao sistema CBL, permite a projeção da tela da calculadora através de um retroprojetor. A Figura 2 ilustra esta utilização.

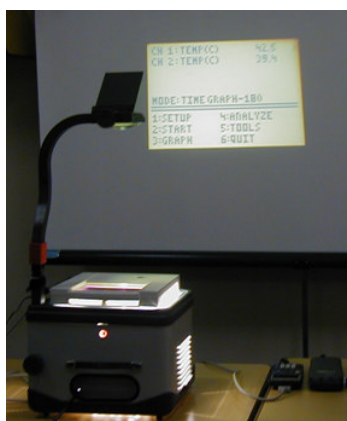


Figura 2 - Visualização da tela da calculadora através de um

IV. Material Elaborado

O material instrucional relatado neste artigo refere-se ao assunto “Transmissão do Calor” que é parte integrante da área da Física denominada Física Térmica. Optamos por trabalhar este conteúdo diferentemente dos demais⁵, buscando melhor explorar os recursos disponíveis na sala ambiente. Para isto elaboramos uma atividade experimental utilizando o equipamento de aquisição automática de dados (CBL) juntamente com uma

⁵ Embora nos outros assuntos referentes à Física Térmica o sistema de aquisição automática de dados (CBL) também tenha sido muito utilizado.



página na Internet contendo animações e teste interativo desenvolvidos por uma das autoras, D.B.S., em Flash MX disponível na página da disciplina (Sias; Ribeiro-Teixeira, 2006a). Uma versão preliminar deste material foi confeccionada como produto de um curso de extensão promovido pelo CINTED – UFRGS intitulado Projeto e Desenvolvimento de Material Educacional em Flash MX e faz parte da coletânea de objetos educacionais do projeto CESTA - CINTED – UFRGS (Sias, 2006a). A Figura 3 mostra a página inicial onde é apresentado este conteúdo.

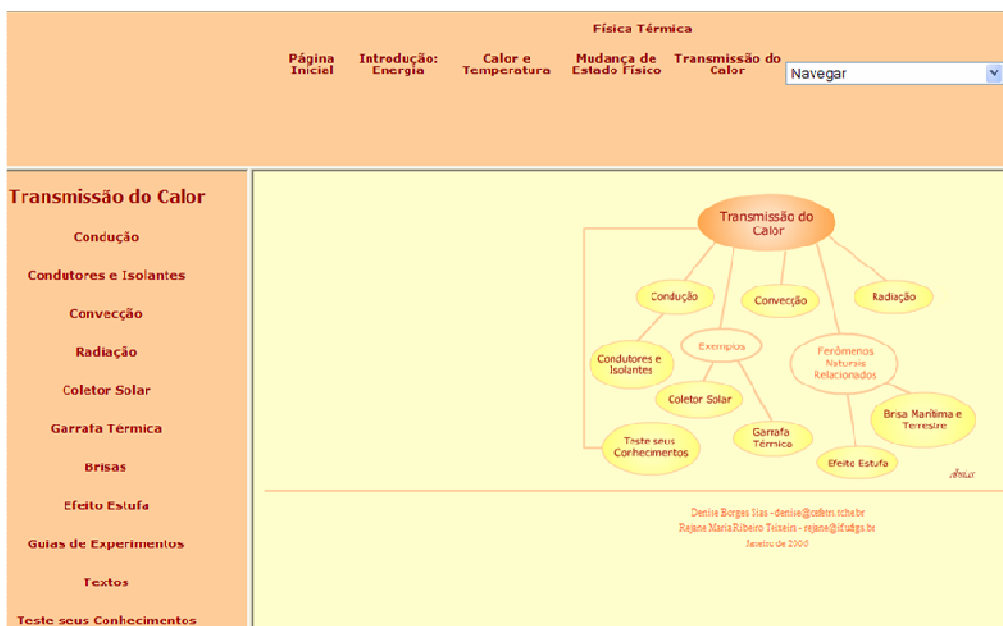


Figura 3 - Página de abertura sobre transmissão do calor

Durante a elaboração deste material tivemos a preocupação em contextualizar a Física apresentada, relacionando-a a diferentes fatos e situações, procurando assim proporcionar aos alunos condições para uma aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos. A página foi construída de maneira tal que a navegação pelos assuntos pode ser feita em qualquer ordem, possuindo sempre *links* para os conceitos básicos. Dessa forma, o aluno pode escolher entre partir dos conceitos iniciais para após ver suas aplicações, ou de maneira inversa, partir de uma aplicação para então chegar aos conceitos básicos. É importante ressaltar que o uso de animações não tem a intenção de substituir atividades experimentais, sendo utilizado como um recurso ilustrativo e motivador no estudo deste assunto. A Figura 4 mostra algumas animações e uma das questões do teste elaborado.

Buscando complementar o estudo deste assunto foi também planejado um experimento intitulado “Absorção e reflexão da luz” utilizando a aquisição automática de dados. O guia experimental utilizado encontra-se na página sobre transmissão do calor (Sias; Ribeiro-Teixeira, 2006b). O objetivo desta atividade é investigar a relação entre a reflexão da luz por superfícies de várias cores e texturas e a conseqüente variação de temperatura provocada pela absorção de energia. Além disso, pretende-se levar o aluno a perceber que os fenômenos de reflexão e absorção de energia ocorrem simultaneamente. Para isto, neste experimento, são utilizados dois sensores: o de temperatura e o de intensidade luminosa juntamente com folhas de papel de vários tipos: alumínio (liso e crespado), preto (opaco e brilhoso) e branco, conforme montagem ilustrada na Figura 5. Os alunos são divididos em grupos e cada grupo coleta os dados em situação diferente. Após a coleta de dados os resultados encontrados são trocados

entre os grupos para que então ocorra a discussão do experimento, inicialmente nos grupos e após com toda a turma.

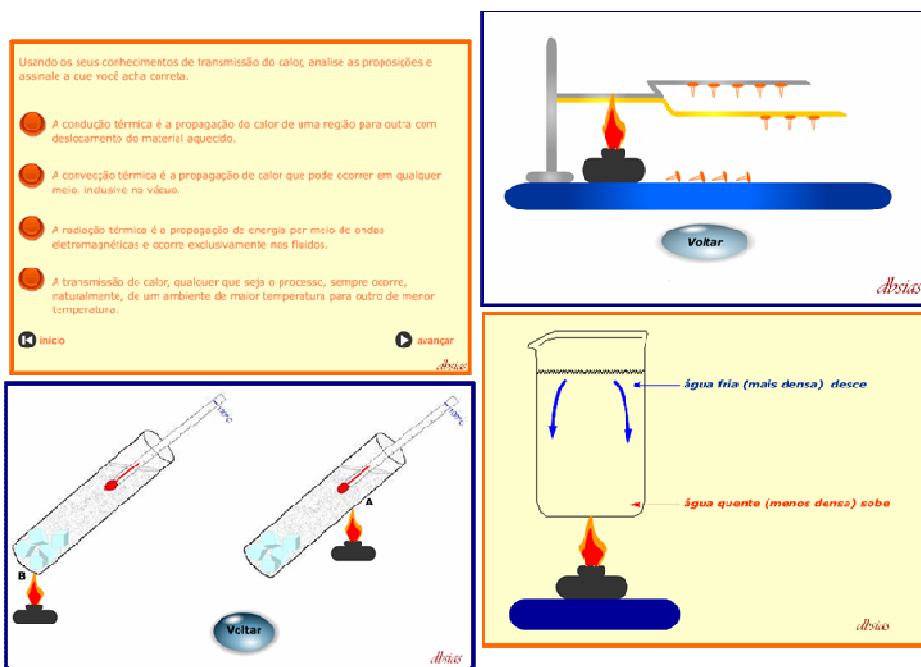


Figura 4 - Animações e teste sobre transmissão do calor elaborados em Flash

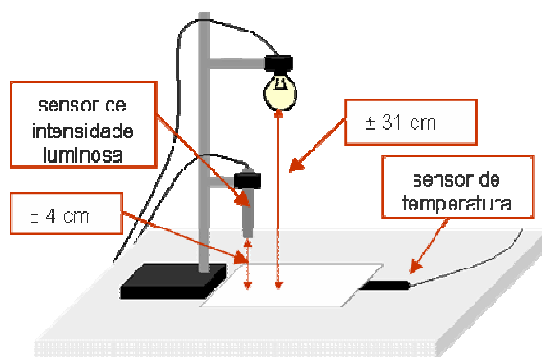


Figura 5 - Montagem da atividade experimental sobre reflexão e absorção da

V. Realização das atividades

Seguindo o referencial *vigotskiano*, adotado nesta proposta, o trabalho dos alunos aconteceu sempre em grupos. As atividades relacionadas com a página sobre transmissão de calor foram realizadas simultaneamente com a atividade experimental. Enquanto alguns grupos de alunos realizavam o experimento sobre reflexão e absorção da luz, outros se dedicavam ao estudo dos assuntos abordados na página da disciplina sobre transmissão do calor. Isto aconteceu devido ao fato de termos à disposição apenas três dispositivos CBL para aquisição automática de dados, permitindo sua utilização por apenas três grupos simultaneamente. A Figura 6 mostra os alunos divididos nas diferentes atividades.



(a)



(b)

Figura 6 - Alunos realizando as diferentes atividades. Em (a) os alunos trabalham em grupos, na página sobre transmissão do calor, enquanto outros discutem questionamentos propostos pela professora; e em (b) dois grupos de alunos envolvidos na realização da atividade experimental sobre absorção e reflexão da luz.

Nesta atividade experimental cada grupo ficou responsável pela coleta de dados utilizando uma folha de papel de cor e/ou textura diferente. Em função disso, houve uma grande expectativa por parte dos alunos no compartilhamento dos resultados. Alguns deles já tinham uma opinião sobre os resultados a serem encontrados e mostravam-se curiosos por verificá-la. Como este foi o primeiro experimento em que foi utilizado o sensor de intensidade luminosa, os alunos se mostraram curiosos sobre o seu funcionamento, manipulando-o mesmo antes da realização do experimento, verificando a reflexão de diversas superfícies. Durante a realização do experimento um grupo levantou um questionamento a respeito do funcionamento das lâmpadas incandescentes, o que foi discutido posteriormente no grande grupo. De maneira semelhante, foi intenso o envolvimento dos grupos de alunos ao interagirem com o hipertexto contendo animações. Também foi demonstrado um grande interesse na discussão de assuntos como efeito estufa, condutores e isolantes e brisas marítima e terrestre, assim como na realização da atividade intitulada “teste seus conhecimentos”

em uma seção da página citada. Nesta seção, um questionamento feito a partir de uma animação serviu de motivação para os alunos realizarem um experimento simples sobre convecção. Em Sias e Ribeiro-Teixeira (2006c) pode ser encontrado o guia experimental utilizado pelos alunos.

VI. Considerações Finais

A utilização das novas tecnologias não é prática comum em nosso ensino. Porém, podemos constatar que a partir de experiências didáticas, tais como a relatada neste artigo, se pode contribuir muito para um ensino mais envolvente, desde que as mesmas sejam exploradas adequadamente.

No caso especial do ensino de Física, a utilização de atividades experimentais constitui-se em uma das mais eficientes formas para se conseguir a contextualização, a compreensão e o envolvimento dos alunos com determinado conteúdo. Entretanto, para que ocorra uma real eficácia de tais atividades é preciso rever a sua prática. A atualização do laboratório didático de Física de acordo com as novas tecnologias vigentes pode, com certeza, contribuir para isso. No caso da utilização da aquisição automática de dados se tem a possibilidade de o aluno trabalhar com dados mais precisos, recebidos já organizados na forma de um gráfico ou de uma tabela, possibilitando, sem dúvida, uma maior exploração do fenômeno em si.

Da mesma forma que em Gonçalves (2005), constatamos também que a utilização de materiais hipermédia pode contribuir muito na motivação do aluno em compreender determinado conteúdo. Porém, é preciso estar atento para fazer com que estes materiais sejam potencialmente significativos. Ou seja, não é simplesmente reproduzindo livros na forma de hipertextos que conseguiremos isto. É preciso criar materiais instrucionais que motivem o aluno, promovendo sempre que possível algum tipo de interação.

O trabalho em grupo foi muito significativo no desenvolvimento desta proposta. As discussões surgidas nos grupos, tanto durante o trabalho com o hipertexto como na realização do experimento, foram muito ricas e certamente contribuíram muito para o desenvolvimento cognitivo de cada aluno. A partir destas discussões surgiram questionamentos que nem estavam previstos inicialmente como por exemplo, sobre o funcionamento de lâmpadas incandescentes.

Neste artigo relatamos uma experiência didática sem apresentar resultados quantitativos a respeito da sua aplicação. Isto se deve ao fato de tal experiência fazer parte de um trabalho maior, desenvolvido em dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física (Sias, 2006b), onde, então, este tipo de análise foi realizado para um conjunto amplo de atividades empregando, principalmente, a aquisição automática de dados no ensino da Física Térmica.

VII. Referências bibliográficas

ADIE, G. The impact of the graphics calculator on physics teaching. **Physics Education**, Bristol, v. 33, n. 1, p. 50-54, Jan. 1998.

ASPETSBERGER, B.; ASPETSBERGER, K. Modelling and interpreting experimental data. **2nd International Conference on the Teaching of Mathematics**, Grécia, jul. 2002. Disponível em: <<http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap357.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2006.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.



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.

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

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física. **A Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 89-94, maio 2005.

IMPEDOVO, M. Matematica e ... fisica. **Iº Convegno Internazionale Matematica easpetti interdisciplinari**, Itália, abr. 1999. Disponível em: <<http://www.matematica.it/impedovo/articoli/Matematica%20e%20fisica.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999a. 195 p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999b. 130 p.

SIAS, D. B. Transmissão do Calor. **Coletânea de Objetos Educacionais – Projeto Cesta/CINTED/UFRGS**. Disponível em <<http://penta3.ufrgs.br/CESTA/fisica/calor/>>. Acesso em: 24 maio 2006a.

SIAS, D. B. **A aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física térmica do ensino médio**. 2006b. 190 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. **Transmissão do Calor**. Disponível em: <<http://www.cefetrs.tche.br/~denise/transmissaodocalor>>. Acesso em: 01 jun. 2006a.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. **Reflexão e Absorção da Luz**. Disponível em: <<http://www.cefetrs.tche.br/~denise/transmissaodocalor/reflexaoabsorcao.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2006b.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. **Correntes de Convecção**. Disponível em: <<http://www.cefetrs.tche.br/~denise/transmissaodocalor/correntesconveccao.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2006c.

THORNTON, R. K. Tools for scientific thinking: microcomputer-based laboratories for physics teaching. **Physics Education**, Bristol, v. 22, n. 4, p. 230-238, July 1987.

TRUMPER, R. The physics laboratory: a historical overview and future perspectives. **Science & Education**, Dordrecht, v. 12, n. 7, p. 645-670, Oct. 2003.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998b. 194 p.