

RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA¹

Arlindo Henrique Hoch Cenne [arlindocenne@yahoo.com.br]

Colégio Santa Rosa de Lima e Colégio São José de Murialdo, Porto Alegre, RS - Brasil

Rejane Maria Ribeiro Teixeira [rejane@if.ufrgs.br]

Departamento de Física, Instituto de Física, UFRGS- Caixa Postal 15051

Campus do Vale, 91.501-970, Porto Alegre, RS - Brasil

Resumo

O ensino de Física no Brasil passa por muitas dificuldades. Cabe ao professor a tarefa de buscar novas metodologias de ensino para tornar as aulas mais interativas e atraentes para os alunos como forma de despertar maior gosto pelo ensino das ciências em geral. É imprescindível também desenvolver o poder de crítica na formação de conceitos através da socialização entre alunos e professores e da interação com o meio em que o aluno vive, sempre visando a obtenção de uma aprendizagem potencialmente significativa. Diante deste quadro, buscou-se, através da teoria de mediação e interação social de Vigotski em conjunto com a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel e Joseph Novak, desenvolver atividades em Física Térmica utilizando modelagens computacionais criadas com os programas *Modellus*² e *Excel* como recurso complementar às aulas de Física. Também foram produzidos *gifs* animados não interativos explorando algumas situações físicas e um hipertexto utilizado como recurso de pesquisa extra classe. Este projeto foi aplicado ao longo dos meses de março a agosto de 2006 em três escolas particulares de Porto Alegre: Colégio São José de Murialdo, Colégio Santa Inês e Escola Maria Goretti, envolvendo seis turmas de segundo ano do Ensino Médio num total de 182 alunos. O material elaborado abordou os tópicos sobre termometria, dilatação térmica, calorimetria, curvas de aquecimento, processos de transmissão do calor, gases e termodinâmica. Os conteúdos foram organizados em módulos didáticos, contendo um texto de apoio, as modelagens utilizadas, um guia de atividades com orientações para sua utilização e com questionamentos acerca do conteúdo. Em todos os tópicos foi incluída uma seção com questões *Física no Cotidiano*, buscando sempre relacionar os assuntos desenvolvidos no ambiente escolar e situações vivenciadas pelo aluno no seu dia-a-dia. O material instrucional, produto deste trabalho, foi disponibilizado em CD-ROM e em página da *Web* das escolas onde foi aplicado e, posteriormente será divulgado na série *Hipermídias de Apoio ao Professor de Física*³ podendo ser utilizado por outros professores com seus alunos.

Palavras-chave: Física térmica; Modelagens computacionais; Programa *Modellus* e planilha eletrônica; Teoria de aprendizagem significativa de Ausubel; Teoria da interação social de Vigotski; Física no cotidiano.

1. Introdução

No mundo todo e no Brasil, em particular, o ensino de Física está passando por inúmeras mudanças. Os professores precisam diversificar a tradicional metodologia – quadro-negro e giz – e ampliar seus saberes pedagógicos usando novas metodologias e tecnologias de ensino, fazendo uso, *e. g.*, de recursos computacionais, como modelagens, construção de hipertextos, *applets*, pesquisas

¹ Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

² *Modellus* é um programa que além de possibilitar explorar modelos matemáticos e físicos já conhecidos, permite, de um modo simples, construir modelos matemáticos para o estudo de diversos sistemas. O programa permite, de forma rápida e fácil, construir gráficos e tabelas que descrevem o comportamento do modelo. Trata-se de um programa livre, disponível em: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>.

³ Série publicada pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/Hipermidias/HA.html>. Acesso em: 9 ago. 2007.

na Internet, que contribuem para tornar as aulas mais atraentes e, espera-se, levem a uma aprendizagem mais significativa. (Nogueira; Rinaldi, 2003; Araujo; Veit; Moreira, 2004)

Há praticamente 50 anos, grande parte dos professores leciona Física da mesma maneira, as aulas reproduzem o livro-texto, repetindo seus conteúdos aos alunos como verdades absolutas.

Desde os anos 60, segundo Moreira (2000), os livros didáticos sofreram pequenas alterações, ganhando ilustrações e cores, alguns sendo distorcidos pelos programas de vestibular. Mas o método de ensino pouco se alterava e o referencial da aula continuava centrado no livro-texto e listas intermináveis de exercícios. Nesta mesma época, trabalhava-se com laboratórios, mas estes eram atividades rotineiras, que reproduziam um material impresso no livro didático, tornando a aprendizagem pouco significativa.

Um grande problema enfrentado no ensino de Física nas escolas de todo o país é a dificuldade de os alunos interpretarem situações físicas e relacioná-las com o uso de recursos matemáticos, pois os alunos compreendem a Física como uma Matemática mais avançada, o que torna o ensino desestimulante, haja vista o grande despreparo destes em realizar operações básicas da Matemática. Dessa forma, muitos optam pela desistência da matéria, pelo excesso de faltas ou, em pior hipótese, podem chegar à evasão escolar.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 1999) e com os PCN+, que incluem orientações complementares (Brasil, 2002), os alunos de Física deverão concluir a educação básica sendo capazes de representar situações do mundo físico, compreender, investigar e comunicar-se em torno do saber científico. Ao professor cabe a tarefa de ensinar Física como construção, modelagens de significados, construindo formas de tornar a aprendizagem significativa, tornando-os ativos na sociedade, aplicando seus conhecimentos a situações reais e vivenciais.

Alem disso, os PCNEM também apontam a importância da atualização do ensino em relação à informação e incentivam e orientam o professor para a busca de novas abordagens e metodologias de ensino, visando às competências e habilidades a serem desenvolvidas pelo aluno, em cada disciplina.

Os PCNEM indicam a necessidade das tecnologias serem incorporadas no aprendizado escolar como instrumento para a cidadania, para as relações sociais e para o trabalho, explicitando que o domínio dos recursos didáticos, como as novas tecnologias, também deve ser um objetivo do ensino das Ciências, Matemáticas e suas tecnologias.

Segundo Veit e Teodoro (2002), a utilização de novas tecnologias ainda está muito defasada em relação ao seu uso científico, necessitando que, para cada área específica do conhecimento, se incorporem as tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, conforme orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

O mundo no século XXI está dominado por tecnologias em todos os setores da sociedade, desde as áreas rurais até os grandes centros urbanos, onde o principal avanço encontra-se nas telecomunicações. Celulares de última geração e Internet se tornaram elementos básicos e indispensáveis de uso comum e, até mesmo, de status social.

Nós professores precisamos trazer esta tecnologia para nossas aulas, de modo que o aluno possa interagir com a tecnologia contemporânea, utilizando recursos, tais como: Internet, modelagens computacionais, hipertextos, *applets*, ambientes virtuais de aprendizagem e grupos de discussão que atraiam a atenção dos alunos, tornando-os mais ativos na construção do saber, modificando tanto a visão, quanto a postura, que possuem das aulas de Física.

Muitas vezes as escolas não dispõem de recursos físicos e materiais para desenvolverem práticas de laboratórios e experimentos que facilitariam a aprendizagem deixam de ser realizados. Entre outros fatores prejudiciais, está a falta de tempo na realização do experimento, haja vista que o professor dispõe comumente de um único período de aula, que seria usado para os alunos se encaminharem para o laboratório, organizarem o material, colherem os dados e discutirem os resultados. Na tentativa de superar esta dificuldade, o uso de *softwares* em laboratório de informática aliado a guias de atividades adequados poderia ampliar as condições para uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos das mais diversas áreas.

O avanço do conhecimento na área tecnológica propicia aos alunos uma maior interatividade e agilidade na busca pelo saber científico. Agilidade, velocidade de comunicação e praticidade fazem parte da rotina dos estudantes, que muitas vezes não é acompanhada no meio escolar, devido à falta de recursos físicos ou, muitas vezes pela incapacidade de alguns dirigentes de estabelecimentos de ensino investir em tecnologia, tornando a aprendizagem menos atraente para os alunos.

Caso não ocorra uma adequação das escolas e dos profissionais da área de educação na produção, desenvolvimento e aplicação de tais tecnologias, o mundo escolar ficará cada vez mais distante do mundo vivencial dos alunos (Gonçalves, 2005).

Cabe ao professor 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 verbal ou textualmente. (Fiolhais; Trindade, 2003)

Nos projetos de estudantes do Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto de Física, UFRGS, foram ou estão sendo desenvolvidos alguns trabalhos abordando tópicos de Física Térmica. Dentre os trabalhos já concluídos um envolveu atividades experimentais demonstrativas ou na forma de simulações em FlashMX (Gonçalves, 2005) outro, atividades experimentais utilizando aquisição automática de dados (Sias, 2006).

Para facilitar a aprendizagem, quando são utilizadas novas tecnologias, é necessário que o programa computacional utilizado tenha relação com o conhecimento prévio do aluno e apresente o conteúdo com clareza, ou pelo menos em um grau de subjetividade condizente com a estrutura cognitiva do usuário aprendiz. O programa adotado deve motivar os alunos para que ocorra interação usuário-computador, de modo que favoreça a reflexão e que o conteúdo a ser desenvolvido possa ser tratado de forma crítica.

Dentre os *softwares* disponíveis para modelagem foram escolhidos neste trabalho o *Modellus*, em particular suas possibilidades no tocante às animações e à construção de gráficos, a planilha eletrônica Excel, já usada pelos alunos para cálculos e para construções gráficas; e o programa Paint Shop Pro V, utilizado para a produção de *gifs* animados representando algum fenômeno físico abordado.

O programa *Modellus* permite que professor e aluno construam experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos definidos a partir de equações que podem ter sido trabalhadas em sala de aula. O *Modellus* possui uma interface gráfica intuitiva, o que vem a facilitar a interação dos estudantes com modelos em tempo real e a análise de suas diversas representações, permitindo também, observar múltiplas situações conceituais simultaneamente.

2. Objetivos

Os objetivos deste trabalho consistem em utilizar uma metodologia para o ensino da Física Térmica fazendo uso de tecnologias computacionais na prática docente, destacando o uso de modelagens computacionais com o programa *Modellus* e com planilha eletrônica aliadas a guias de atividades incorporadas em um hipertexto. Visando uma aprendizagem significativa que contemplasse diversas metodologias, os conteúdos foram divididos em módulos didáticos com guias de atividades, esperando que o aluno: (i) explore as simulações propostas de modo a desenvolver sua capacidade de criar e representar novas situações; (ii) discuta os conceitos subjacentes; (iii) estabeleça relações entre grandezas físicas a partir de análises gráficas; (iv) relacione os assuntos abordados com situações do seu cotidiano.

3. Desenvolvimento

Este trabalho utiliza tecnologias computacionais para complementar o ensino de Física Térmica, concomitantemente às aulas tradicionais. Para tanto, os recursos utilizados consistem no

uso de modelagens (simulações) computacionais desenvolvidas pelo professor com o programa *Modellus* e com planilha eletrônica; no acesso a *Applets* disponíveis na Internet e discussões em grupos de alunos para debater os assuntos e situações do seu cotidiano. Sempre que possível, procurou-se promover a interação social fazendo com que trabalhassem em duplas e, em alguns momentos, em grupos maiores, em conformidade com a teoria de L. Vigotski.

A aplicação do projeto se deu em seis turmas do segundo ano do Ensino Médio de três escolas particulares de Porto Alegre: Colégio São José de Murialdo, Escola Maria Goretti e Colégio Santa Inês e contou com a participação de 182 alunos, cuja faixa etária varia entre 15 e 17 anos. O projeto foi aplicado no período de março a agosto de 2006, com aproximadamente 23 horas-aula de atividades para cada turma, além do período destinado ao trabalho extra classe.

As três escolas dispõem de laboratório de informática e de monitores⁴ que trabalham em turno inverso, gerando maiores oportunidades de aprendizado e participação dos alunos que não possuem um conhecimento técnico na área de informática ou recursos tecnológicos necessários para a realização das tarefas em suas casas. Esses recursos permitem que o aluno amplie as possibilidades de interação com o objeto de estudo em Física, realizando atividades extra classe, podendo promover um maior interesse pela Física e um melhor aprendizado.

Os temas de Física Térmica, abordados com recursos computacionais, incluem tópicos distribuídos em sete módulos didáticos sobre temperatura e termometria, dilatação térmica, calorimetria, curvas de aquecimento, processos de transmissão do calor, gases e termodinâmica. Além da utilização dos recursos computacionais, foram desenvolvidos paralelamente os demais conteúdos de cada tópico exigidos no planejamento anual definido por área em cada uma das escolas.

A avaliação desta proposta se deu ao longo do desenvolvimento da mesma. Para tal, a aprendizagem adquirida pelos alunos foi analisada comparando-se os resultados obtidos em um teste⁵ aplicado como pré e pós-teste envolvendo os conteúdos de Física Térmica, assim como através da análise dos resultados obtidos pelos alunos nos demais instrumentos de avaliação utilizados. Após a aplicação do pré-teste foram feitas análises das respostas com objetivo de verificar os *subsunçores* existentes na estrutura cognitiva dos alunos, segundo a teoria de Ausubel. Procurou-se verificar a eficácia da aplicação da presente proposta na qualidade da aprendizagem dos alunos e no interesse dos mesmos pela disciplina. Foi também aplicado um questionário de opinião para verificar a aceitação da proposta pelos alunos.

Os alunos foram avaliados pela sua interação com os conteúdos de Física Térmica, através do trabalho realizado nas atividades propostas nos módulos didáticos; suas contribuições nos debates; no desenvolvimento de trabalhos e na resolução de exercícios; bem como por meio de prova individual, prevista no plano pedagógico das três escolas.

4. Material Instrucional

O desenvolvimento do material utilizado e a metodologia empregada tiveram por base os referenciais das teorias de mediação e interação social de Lev Vigotski e a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel e Joseph Novak, sendo os conteúdos distribuídos em sete módulos didáticos, contendo textos de apoio e atividades exploratórias com questionamentos envolvendo modelagens computacionais criadas com os programas *Modellus* e com planilha eletrônica, guias para utilização das mesmas, assim como uma seção com questionamentos que abordam a Física no cotidiano do aluno. Na Figura 1 é apresentada a página inicial do hipertexto e a página inicial do *Módulo 2: Dilatação térmica* que compõem o material didático desenvolvido no projeto:

⁴ Os monitores são especializados ou estagiários em pedagogia de multimeios.

⁵ Este teste já foi utilizado anteriormente por D. B. Sias, quando da aplicação de seu trabalho de mestrado (Sias, 2006), com o objetivo de averiguar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos de Física Térmica.



Figura 1: Hipertextos que fazem parte do material instrucional desenvolvido no projeto: à esquerda, página inicial do hipertexto sobre Física Térmica e, à direita, página inicial do *Módulo 2: Dilatação térmica*.

Todos os módulos didáticos possuem a mesma estrutura. A seguir, é apresentada uma descrição de alguns componentes do material de cada um dos módulos.

Texto de apoio

Em cada um dos módulos didáticos é apresentado um texto introduzindo os conceitos referentes aos conteúdos abordados, que inclui também uma série de exemplos, de exercícios e de questões propostos com o objetivo de reforçar aspectos teóricos e fixar os conteúdos trabalhados, permitindo que os alunos possam externalizar seus conhecimentos, contextualizando-os no meio social em que estão inseridos. No *Módulo 2*, que trata da dilatação de sólidos e líquidos, também são incluídos *gifs* animados que ilustram estes fenômenos.

Guias de atividades sobre os conteúdos

Os guias das atividades foram desenvolvidos para que o aluno ou grupo de alunos possa interagir com as modelagens promovendo a interação social dos alunos e o professor atuando, então, como um mediador. Para cada um dos sete módulos didáticos foi elaborado um guia de atividades, contendo seu objetivo, o material de apoio (modelagens), uma seção, *Procedimento*, com instruções de uso das modelagens e outra seção, *Questões*, contendo questionamentos referentes ao conteúdo e a serem trabalhados interagindo com as modelagens. Na Figura 2 é apresentada a estrutura inicial do guia de atividades correspondente ao *Módulo 7*. Finalmente, em uma última seção, *Física no Cotidiano*, são apresentados questionamentos contextualizando o assunto do módulo didático com o dia-a-dia do aluno, pois através da interação com o meio em que vive ele formará seus próprios conceitos e podendo abandonar a aprendizagem mecânica, constituída por decorar conteúdos e teorias para um momento específico que seriam facilmente esquecidas após um curto período de tempo (Ausubel *apud* Moreira, ano).

Os guias de atividades têm por finalidade estruturar a forma sugerida de como a atividade pode ser trabalhada pelo professor, de modo a desenvolver no aluno seu raciocínio lógico e matemático, seu poder de crítica e análise de situações do cotidiano.

O último tópico do guia de atividades visa explorar situações já vivenciadas pelo aluno ou que estão inseridas no seu cotidiano. Chamada de *Física no Cotidiano*, esta seção contém uma série de questões de uso prático dos conceitos trabalhados e faz o aluno relacioná-los com eventos da natureza. (Como exemplo, esta seção de um dos módulos é apresentada na Figura 4).

MÓDULO 7: TERMODINÂMICA

GUIA DE ATIVIDADES SOBRE OS CONTEÚDOS DE TERMODINÂMICA

Objetivo: Análise de transformações termodinâmicas em gases ideais a partir de gráficos construídos determinando-se o trabalho realizado e verificando-se a 1ª Lei da Termodinâmica.

Material de apoio: Modelagem desenvolvida com o programa *Modellus* (trabalho_energia_termo.mdl)

ROTEIRO

I. Procedimento:

Para iniciar a modelagem pressione a tecla Iniciar da Janela "Controle".

Na Janela "Animação 1" são construídos dois gráficos da pressão (em atm) versus o volume (em L) representando dois processos termodinâmicos diferentes para uma amostra de um gás ideal

II. Questões

Acione o comando Iniciar da janela "Controle".

(1) Qual o trabalho realizado pelo gás e qual a quantidade de calor recebida em cada um dos processos?

Processo 1: Trabalho1 =J, Q =J.

Processo 2: Trabalho2 =J, Q =J.

Figura 2: É apresentada como ilustração a estrutura inicial de um dos módulos didáticos. A Janela Animação da modelagem construída para o *Módulo 7* (Caso 1) é mostrada na Figura 3.

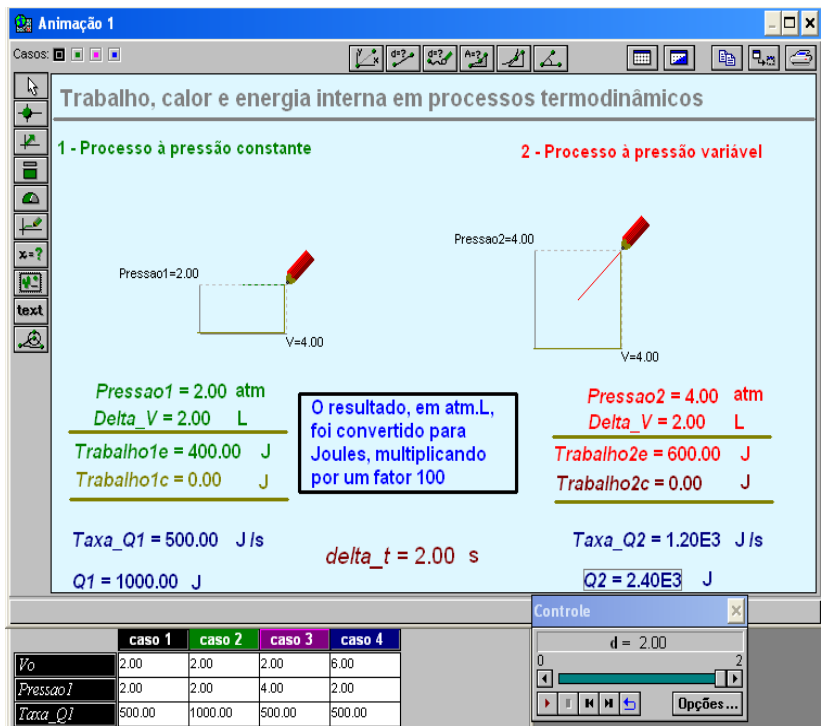


Figura 3: É apresentada como ilustração a Janela Animação da modelagem criada com o *Modellus* representando diferentes processos termodinâmicos.

Física no Cotidiano

- ✓ Diga, com suas palavras, o que você entende por "estado de equilíbrio térmico".
- ✓ Quando dois corpos são colocados em contato, qual a condição necessária para que haja fluxo de calor entre eles?
- ✓ **CERVEJA EMAGRECE!!!** Ao bebermos uma lata de cerveja de 350ml, a -4°C , estamos provocando uma troca de calor do líquido ingerido com o nosso corpo. Quantas calorias nosso corpo perderá aproximadamente até atingir o equilíbrio térmico? Dica: use para o calor específico da cerveja o mesmo valor que o da água $c=1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ e considere que 1ml corresponde a 1g.
- ✓ Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão:
 - a) é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
 - b) é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que este derreta ainda mais depressa.
 - c) é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.
 - d) faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando seu derretimento.
 - e) faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando seu derretimento.
- ✓ Quando, numa noite de baixa temperatura, vamos para a cama, nós a encontramos fria, mesmo que sobre ela estejam vários cobertores de lã. Passado algum tempo, nos aquecemos porque:
 - a) o cobertor de lã impede a entrada do frio.
 - b) o cobertor de lã não é aquecedor, mas bom isolante térmico.
 - c) o cobertor de lã só produz calor quando em contato com nosso corpo.
 - d) o cobertor de lã não é um bom absorvedor de frio.
 - e) o corpo humano é um bom absorvedor de frio.
- ✓ Uma pessoa afiando uma faca em um esmeril é atingida por várias fagulhas (pedaços de metal incandescente) e não se queima. Isso acontece porque as fagulhas:
 - a) têm calor específico muito grande.
 - b) têm temperatura muito baixa.
 - c) têm capacidade térmica muito pequena.
 - d) estão em mudança de estado.
 - e) não transportam energia.

Figura 4: É apresentada como ilustração a seção *Física no Cotidiano* do *Módulo 5* sobre trocas de calor.

Antes do início das atividades propostas com as modelagens, os alunos tomaram contato com o assunto abordado no *Texto de apoio*. Através de discussões do uso e das aplicações da Física no cotidiano, começaram a formar seus próprios conceitos, em um processo de contínua construção e reconstrução, conforme as teorias de aprendizagem subjacentes à metodologia. Após a conclusão desta etapa os alunos foram levados para os laboratórios de informática, receberam o guia de atividades e as instruções sugeridas para o trabalho.

Os alunos se agruparam em duplas ou em trios de sua própria escolha, o que favoreceu a interação social e promoveu debates sobre as questões propostas, envolvendo a construção de seu próprio conhecimento. Para complementar e aprofundar a busca por conceitos, ao final da atividade, em período extra classe, se formaram grupos maiores para discussão e finalização das atividades propostas nos módulos didáticos.

Modelagens e gifs animados

As modelagens produzidas visam tratar os conceitos da Física Térmica de uma forma simples e de fácil compreensão para os alunos, permitindo que ocorra interação entre o usuário e o aplicativo, tornando a busca pelo saber mais dinâmica e atrativa. É incentivado que o aluno faça associação entre as grandezas físicas analisando os gráficos correspondentes.

Nas simulações foram sugeridos alguns casos⁶ adicionais, contendo valores predeterminados, explorando situações específicas, para manter um padrão cientificamente correto. O aluno era incentivado a explorar outras situações que mais lhe conviessem, colocando parâmetros, alternando e extrapolando valores que corroborassem suas hipóteses formuladas, sendo sempre enfatizado o cuidado que devem tomar para não representar uma situação absurda, ou seja, fora dos padrões cientificamente corretos.

Os *gifs* animados construídos não permitem interação e foram usados para dar um contexto científico complementar às modelagens trabalhadas, fazendo com que o estudante aprimore ainda mais seu conhecimento e possa pensar ou planejar alguma situação diversa. Estes *gifs* animados foram construídos utilizando o programa Paint Shop Pro V⁷. Um exemplo é apresentado na Figura 5.

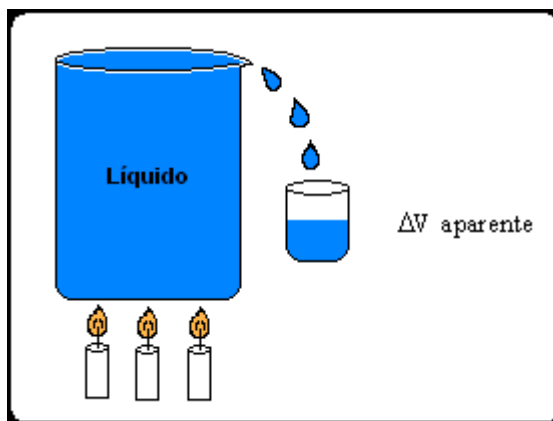


Figura 5: Um dos quadros correspondentes ao *gif* animado que ilustra a dilatação de um líquido contido em um recipiente.

As modelagens elaboradas foram planejadas dentro de um padrão que: (a) fossem atrativas, intuitivas, com imagens claras e nítidas e de fácil interação; (b) possuíssem tamanho compatível com a tela do computador, tal que o aluno pudesse observar todo intervalo de variação das grandezas; (c) os arquivos com tamanho que pudessem ser executados em computadores que os alunos encontram nas escolas ou em suas casas; (d) apresentassem claramente questões e localização inserida onde o aluno deveria alterar os parâmetros propostos; (e) relacionadas com conteúdo anteriormente trabalhado em sala de aula; (f) possibilitem o seu uso para verificar situações diversas das propostas pelo professor, p. ex., aquelas presentes em livros didáticos, como exemplos e exercícios.

5. Considerações Finais

A implementação de novas tecnologias através de recursos computacionais é uma alternativa para melhoria do ensino de Física, pois proporciona benefícios ao trabalho pedagógico por despertar o interesse do aluno para inovações tecnológicas e facilitar a compreensão dos fenômenos físicos, constituindo-se assim num instrumento de motivação do processo ensino-aprendizagem.

O uso de tecnologias computacionais no ensino de Física torna a aprendizagem mais dinâmica e, quando trabalhado de uma forma lúdica, atrai a atenção do aluno para a observação do fenômeno físico abordado promovendo a sua interação com o mesmo, podendo, com isso, desenvolver seu lado crítico e investigativo. Espera-se que o contato do aluno, através de modelagens e simulações de um sistema físico, com as grandezas físicas e suas relações possa servir

⁶ Caso no menu do programa *Modellus* permite inserir mais de um parâmetro para a mesma variável, representando situações diversas.

⁷ Paint Shop Pro V é um *software* livre que permite edição de imagens e construção de *gifs* animados.

como um instrumento facilitador na aquisição do conhecimento e na formação de conceitos cientificamente corretos.

Durante a realização das atividades, pôde-se constatar uma grande interação entre os alunos. Mesmo trabalhando em duplas ou em trios, havia interação entre os vários grupos por diversos motivos, tanto para prestar ajuda na interação com os programas quanto nas discussões acerca dos questionamentos.

Na aplicação do projeto eram trabalhadas questões explorando situações do cotidiano do aluno que, através de pesquisa extraclasse, do debate com os grupos e na própria sala de aula, percebia seu papel no meio social e, dentro da discussão de cada assunto, desenvolvia sua criatividade e capacidade de associação para relacionar uma nova situação com conceitos estudados anteriormente.

Um dos objetivos deste projeto é fazer com que os alunos adquiram maior entendimento dos fenômenos físicos permitindo que estabeleçam relações entre os conceitos teóricos e a aplicação prática de situações por eles já vivenciadas. Para isso foram confrontados com diversas situações durante a aplicação das atividades, proporcionando momentos de muitos questionamentos entre os grupos na medida em que relacionavam uma nova informação do fenômeno observado às suas concepções prévias. Ao final das atividades e através das avaliações, pôde-se notar que ocorreu evolução conceitual.

Os resultados apresentados pelos alunos das três escolas onde foi aplicado o projeto referem-se à aplicação de um teste de múltipla escolha com o intuito de verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre Física Térmica. Este questionário foi aplicado em duas oportunidades: no primeiro dia de aula, como um pré-teste e ao final da aplicação desta proposta de ensino, na forma de um pós-teste.

Na aplicação do pré e do pós-teste participaram 179 alunos⁸. Foram analisadas 16 questões com três alternativas cada, totalizando 48 itens verificados. O aluno responderia para cada alternativa: verdadeira ou falsa, podendo assim analisar e verificar o seu pensamento sobre as situações abordadas. Usando-se gráficos de barras, para análise e comparação dos resultados, verificou-se que ocorreu um ganho na aprendizagem.

Pôde-se, também, verificar que em praticamente todas as questões, os alunos demonstraram um aprendizado ao marcarem, no pós-teste, a alternativa cientificamente correta; em várias questões houve, também, redução do percentual de alunos que marcaram a alternativa incorreta.

Notou-se que alguns alunos não apresentaram progresso na formação cientificamente correta de conceitos, pois em sua mente conceitos ambíguos foram registrados como sendo corretos. Outro fator que pode tê-los levado a marcar respostas cientificamente incorretas foi a falta do poder de crítica e raciocínio de alguns deles, associado à falta de interesse ao responder o questionário, mesmo que lhes foram explicados o objetivo e a importância de suas respostas para o desenvolvimento do projeto que estava sendo aplicado.

Com relação ao questionário de opinião, a maioria dos alunos achou prazeroso realizar as atividades desenvolvidas no laboratório de informática não só pelo aprendizado, mas também como forma de diversificar a metodologia de ensino, através de aulas mais atrativas e interessantes, que despertam o interesse pela descoberta. Também pôde ser constatado que alguns alunos demonstravam bastante interesse nas aulas práticas, mas perdiam parte do interesse pela atividade quando tinham que responder as questões propostas; porém, quando trabalhavam com o tópico *Física no Cotidiano*, demonstravam novo interesse em descobrir o porquê de situações que já costumam presenciar no seu dia-a-dia. Uma pequena parcela dos alunos não manifestou gosto pelo trabalho com recursos tecnológicos.

Os guias das atividades foram reformulados para contemplar as dificuldades apresentadas pelos estudantes durante a aplicação do projeto aprimorando o material didático para que seja utilizado no ambiente escolar também por outros professores. Espera-se, assim, contribuir para melhorar o ensino de Física e difundir o uso de novas tecnologias tanto em escolas da rede privada, quanto da rede pública de ensino.

⁸ Três alunos entraram nas turmas no decorrer do ano e não participaram do questionário do pré-teste nem do pós-teste

6. Referências Bibliográficas

- ARAUJO, I.S., VEIT, E.A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, jun. 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília. MEC. 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+- ENSINO MÉDIO, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/ensino/pcn.shtml>>. Acesso em: 9 ago. 2007.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e no aprendizado das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, Set. 2003.
- GONÇALVES, L. de J. *Uso de animações visando a aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio*. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)–Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, abr. 2000.
- NOGUEIRA, J.S.; RINALDI, C. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 517-522, dez. 2003.
- SIAS, D. B. *Aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na Física Térmica do Ensino Médio*. 2006. 190f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)–Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Disponível em: <<http://www.cefetrs.tche.br/~denise>>. Acesso em: 9 ago. 2007.
- VEIT, E.A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002.