

A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMO ELEMENTO FACILITADOR NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE TERMODINÂMICA

THE USE OF SIMULATION AS AN ELEMENT FACILITATOR IN SOLVING PROBLEMS THERMODYNAMICS

Resumo

O ensino de Física, tanto na educação básica, como na superior é centrado na resolução de problemas (RP), deste modo pesquisas que tenham como objeto de estudo a RP são justificadas. Este é um estudo descritivo, realizado com estudantes do segundo período do curso de licenciatura em física da UEPB, onde expomos resultados a cerca das dificuldades que estes estudantes apresentam quando solicitados a resolver problemas de física, e mais especificamente de termodinâmica, bem como referentes à como eles vêm à utilização do recurso da simulação computacional no processo ensino aprendizagem e em que aspectos estas favorecem a resolução de problemas de termodinâmica. Na obtenção dos dados foi utilizada a observação não participante, um questionário com perguntas diretas e respostas dos estudantes a indagações durante a resolução de problemas.

Palavras Chaves: Simulações no Ensino de Física, Resolução de Problemas, Termodinâmica.

Abstract

The teaching of physics, both in basic education as the top is focused on solving problems (RP), thus research that aims to study the RP are justified. This is a descriptive study with students of the second period of the degree course in physics from UEPB, where we show results about the difficulties these students have when asked to solve problems, and more specifically physics of thermodynamics, as well as regarding as they come to the resource use of computer simulation in the learning process and that these aspects favor the resolution of problems of thermodynamics. To obtain the data we used the non-participant observation, a questionnaire with direct questions and answers students' questions during the resolution of problems.

Keywords: Simulations in Physics Teaching, Problem Solving, Thermodynamics.

Introdução

O ensino de Física caracteriza-se, de modo geral, por uma simples aprendizagem dos conceitos físicos e do ferramental matemático, sem se ter a preocupação com as relações existentes entre eles e de como a matemática influencia na estruturação destes conceitos físicos. O ensino de Física ainda é caracterizado pelo excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, problemas resolvidos mecanicamente e pela utilização de uma sucessão de “fórmulas”, muitas vezes decoradas de forma literal e arbitrária, em detrimento de uma análise mais profunda, visando à compreensão dos fenômenos e conceitos físicos envolvidos.

As pesquisas sobre os conceitos envolvidos na termodinâmica mostram que estudantes universitários apresentam sérias dificuldades com eles, em parte devido a conceitos com uma conotação diferente no uso cotidiano, o que levam a uma confusão quando da necessidade de uma formalização científica (Contignola et al, 2002; Coelho, 2009 e Bordogna et al, 2001).

Tendo em vista os problemas expostos anteriormente, uma estratégia pedagógica que vem se mostrando de grande relevância no ensino de Física é a utilização de softwares de simulação como possíveis facilitadores na compreensão da análise conceitual e da formalização matemática por parte dos estudantes, uma vez que esta proporciona a criação de ambientes que podem favorecer a aprendizagem e a modelagem dos conceitos.

O Uso de Softwares Educacionais no Ensino de Física

No Brasil, a partir da década de 80, vêm se discutindo a cerca da utilização da informática na educação. Com os avanços da internet e de *softwares* educativos, além da popularização de computadores nas escolas, vários pesquisadores propõem e analisam atividades mediadas por recursos tecnológicos e multimídias e suas aplicações em sala de aula. (Brizzi, 2000; Cavalcante e Tavolaro, 2000; Cavalcante, *et al.*, 2001; Monteiro, *et al.*, 2007).

O uso do computador no ensino de Física, com utilização de *software* com simulações e apresentação audiovisual pode facilitar o ensino, não oferecendo, todavia garantias de sucesso pleno (Vasconcelosa et al, 2003). Embora isso seja óbvio, é sempre bom lembrar que muitos experimentos científicos baseados em cálculos matemáticos são complexos e trazem dúvidas e dificuldades aos alunos. O uso do computador pode auxiliar na solução desses cálculos, oferecendo também a possibilidade de visualizar, refletir sobre os dados e modelos e analisá-los. (Freitas e Vital, 2008).

Trataremos de *softwares* educacionais restringindo-nos essencialmente a programas de simulações, este esclarecimento inicial se faz necessário pela existência de outros tipos de softwares utilizados no contexto educacional. Devemos esclarecer também que o uso de softwares não consiste de um método de ensino, esta prática consiste em um recurso ao dispor do ensino de modo geral e mais especificamente do Ensino de Física.

Das várias possibilidades de utilização do computador no ensino de ciências, mais particularmente no ensino de física, trataremos das simulações.

As simulações foram definidas por Giordan (2005) como uma “combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno”. Então ao simularmos um fenômeno no computador estamos programando um computador de forma a fazê-lo reproduzir de forma matemática e/ou gráfica um fenômeno através das leis que conhecemos e acreditamos bastar para sua explicação e reproduzir seus resultados. (Silva, Carvalho e Chavez, 2008)

Um programa de simulação representa a realidade, mas não é a realidade, ele simula uma série de situações físicas, trata-se então de um modelo para estas situações.

Para Lopes (2004), trabalhar com um programa de simulação pode ser muito útil na compreensão de modelos físicos, pois estes facilitam a manipulação, identificação e controle de variáveis muito mais rapidamente do que em sistemas físicos reais. Uma vez que este entende que os programas de simulação têm as seguintes funções educativas (Lopes, 2004. pp. 389):

- Permitir a observação e descrição de sistemas físicos que de outro modo necessitariam de muito mais tempo e recursos;
- Estudar de forma aprofundada sistemas físicos, identificando, manipulando e controlando variáveis, em situações físicas simuladas. Pode estudar-se a influência ou importância de determinados parâmetros de um sistema físico;
- Formular questões e hipóteses relativas aos sistemas físicos objeto de estudo;
- Estudar as limitações do modelo teórico subjacente ao *software*.

Diante da realidade e de evidências a cerca de possibilidades de uso e do potencial facilitador na aprendizagem, as simulações constituem-se em um recurso potencialmente eficaz nos processos de ensino aprendizagem.

No entanto, um ponto que se faz necessário abordar é que acreditamos ser importante não tentar substituir o papel do professor ao se construir uma simulação, uma vez que este deve assumir o papel de mediador e condutor do processo para que a aprendizagem ocorra de maneira satisfatória. Ainda neste sentido, Medeiros e Medeiros (2002), com o objetivo de investigar a cerca do uso de simulações no ensino de física estudaram autores que são favoráveis e que são contrários do uso da informática na educação.

Das diversas considerações feitas em seu trabalho, destacaremos uma citação ao trabalho de Yeo et al. (1998) que foi usada para justificar a importância da presença do professor, sem o qual “os estudantes não se engajavam cognitivamente em um nível profundo, nem sempre liam nem seguiam todas as instruções, nem relacionavam os gráficos ao texto”. Os autores ainda alertam para o cuidado no que se refere à possibilidade das simulações irem além do objetivo para o qual estão sendo utilizadas, pois ao invés de facilitarem a compreensão dos fenômenos pode dificultar sua aprendizagem.

A necessidade de diversificar métodos de ensino para contrariar o insucesso escolar ajudou ao uso crescente do computador no ensino da Física (Fiolhais & Trindade, in press). Dessa forma, o uso das tecnologias e especialmente das simulações no ensino de conceitos de física podem constituíssem numa proposta inovadora e viável para a facilitação da aprendizagem em Física.

Metodologia

Este é um estudo de caráter descritivo, realizado com 12 estudantes do segundo período do curso de licenciatura em física da UEPB, o qual consistiu de duas fases, a primeira de observação e a segunda de intervenção.

A observação se deu durante o acompanhamento de aulas da componente curricular Física Geral II, regularmente oferecida aos estudantes do segundo período do curso de Licenciatura em Física. Nossa intenção neste momento inicial era a de identificar quais as dificuldades que os estudantes apresentavam quando estavam estudando a termodinâmica e mais especificamente, o tópico temático estudo dos gases.

O grupo de estudantes escolhido para a pesquisa não tinham contato, até aquele momento, com uma abordagem metodológica onde a simulação computacional fosse utilizada.

Desenvolvemos uma seqüência didática e realizamos uma atividade de intervenção, onde foram observados os procedimentos, atitudes e dificuldades apresentadas por estudantes na resolução dos problemas de termodinâmica, escolhidos e elaborados tomando como base

as dificuldades dos estudantes durante as aulas regulares da componente curricular Física II. Identificadas as dificuldades, foram oferecidos aos mesmos estudantes, problemas da mesma natureza dos anteriormente propostos e como auxílio à resolução foi proposto à utilização de simulações interativas prontas e disponíveis no site do PHET (*PhET – Physics Education Technology da University of Colorado ar Boulder*), o estudante então interagiu como as simulações e resolveu as situações problema com o auxílio deste recurso.

Na obtenção dos dados foram utilizadas a observação não participante, um questionário com perguntas diretas e respostas dos estudantes a indagações durante a resolução de problemas. Utilizamos gravações de áudio e vídeo das sessões de utilização dos *softwares* de simulação. Em todas as situações de pesquisa os estudantes trabalharam em duplas.

Descrevendo a Intervenção

Tema: Comportamento dos Gases

Iniciou-se o encontro buscando dos estudantes idéias prévias sobre os conceitos envolvidos no fenômeno a ser estudado e como eles descreveriam alguns processos que poderiam ocorrer com o sistema estudado (Gases).

Partindo das idéias dos estudantes problematizou-se a situação e pediu-se que os estudantes escrevessem o que aconteceria com o sistema.

Em seguida, apresentaram-se as simulações, representada nas Figuras 1 e 2, correspondentes ao mesmo sistema e foi pedido aos estudantes que eles manipulassem a simulação do sistema e tentassem resolver o problema proposto, seguindo um roteiro (em anexo), durante a resolução buscou-se quais idéias eles tinham dos conceitos envolvidos, como estes estavam envolvidos no sistema manipulado e como eles descreviam os processos expostos no problema.

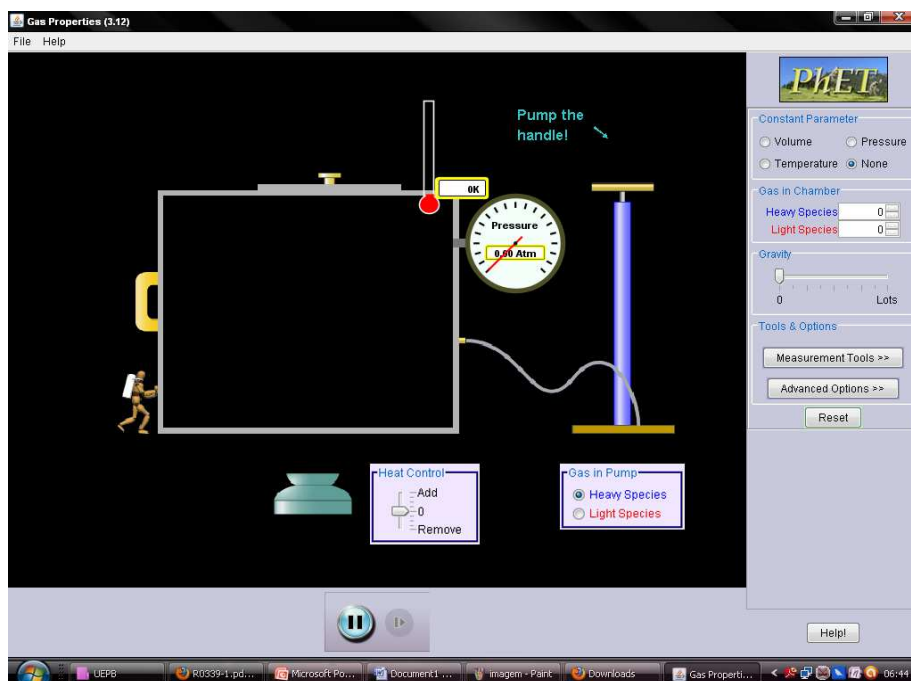


Figura 1 – Imagem do sistema simulado: tela inicial (PHET).

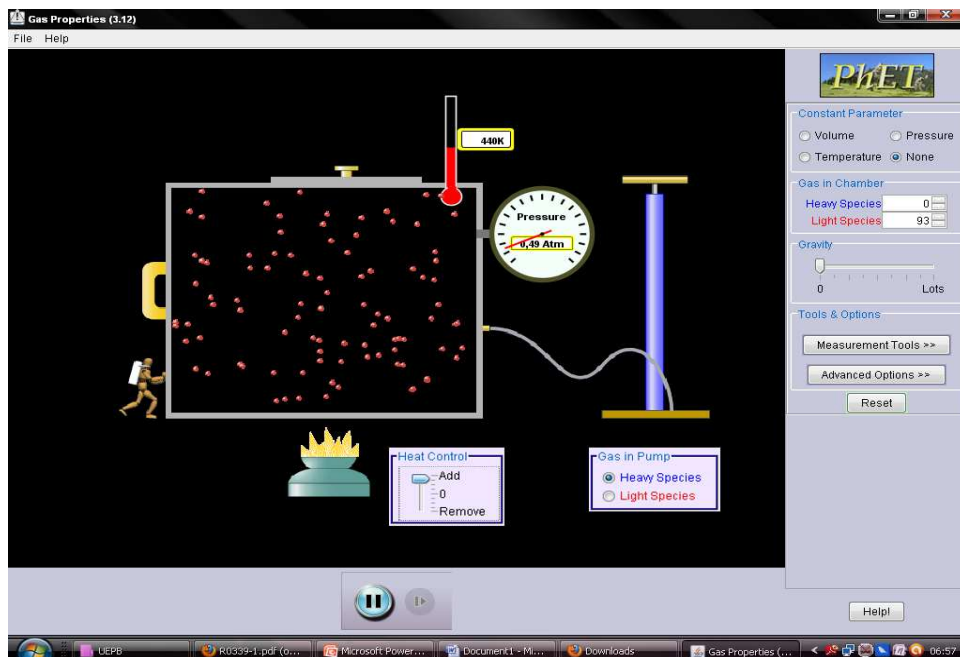


Figura 2 – Imagem do sistema simulado: parâmetros modificados (PHET).

Por fim, foi aplicado um questionário para saber a opinião dos estudantes quanto à aceitação e se a estratégia facilitou ou não no entendimento dos processos, na compreensão dos conceitos e na resolução do problema.

Questionário
1 – Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termodinâmica? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?
2 – Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?
3 – Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Resultados Obtidos na Intervenção

Respostas aos questionários

Com o intuito de confirmarmos se os estudantes tinham dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termodinâmica, bem como de identificarmos em que pontos concentram-se estas dificuldades fizemos a seguinte pergunta:

1 – Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termodinâmica? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?
--

De modo geral, todos os estudantes afirmaram terem dificuldades, e estas foram divididas em quatro categorias:

Dificuldades com a matemática: aplicações de fórmulas, construção e interpretação de gráficos, ou seja, dificuldade na aplicação da matemática pura, 16,6% dos estudantes (2 estudantes) afirmam ter problemas na aplicação dos cálculos matemáticos.

Dificuldades com a análise conceitual (Teoria): 50% dos estudantes (6 estudantes) afirmam apresentarem dificuldades em compreender a parte conceitual do conhecimento físico e sua relação com a quantificação do fenômeno, e destacam que por esse motivo não entendem o processo estudado.

Dificuldades na assimilação conceitual com a matemática aplicada: esta categoria representa a dificuldade dos alunos na interpretação e compreensão do problema proposto, em onde usar determinado ferramental matemático e em como utilizar o mesmo. Esta categoria representa a dificuldade de 8,4% dos estudantes (1 estudante).

Dificuldades relativas à falta de base no Ensino Médio: 25% dos estudantes (3 estudantes) afirmam terem dificuldades por falta de uma base no ensino médio. Essa opinião pode ser justificada por ser uma turma constituída basicamente de estudantes provenientes de escolas públicas.

Com o pensamento de sintetizar as resposta a essa pergunta agrupamos os resultados expostos acima em na Tabela 1.

Tabela 1 – Dificuldades expostas pelos estudantes em relação à aprendizagem de conteúdos de termodinâmica.

Dificuldades Expostas	Quantidade de estudantes
<u>Dificuldades com a matemática</u>	16,6%
<u>Dificuldades com a análise conceitual (Teoria)</u>	50%
<u>Dificuldades na assimilação conceitual com a matemática aplicada</u>	8,4%
<u>Dificuldades relativas a falta de base no Ensino Médio</u>	25%

Na observação destas respostas percebemos claramente que, a maior parte dos estudantes apresentam dificuldades com o conceitual. Em relação à segunda parte da pergunta, quando indagamos se as dificuldades interferem na aprendizagem de física, e em que grau ocorre essa interferência, todos os estudantes, consideram que elas interferem diretamente na aprendizagem, alguns deles são mais contundentes e afirmam ter certo tipo de bloqueio quando solicitados a resolver problemas e culpam essas dificuldades por essa reação.

Pensando em entender qual a opinião dos estudantes quanto ao uso das simulações nas atividades propostas – resolução de uma situação problema sobre Processos Termodinâmicos em Gases – fizemos a seguinte pergunta:

2 – Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Do universo dos doze estudantes indagados 16,7% (2 estudantes) afirmam que as simulações não facilitaram de a resolução de problemas, bem como também não colaboraram na aprendizagem de conceitos. Os demais estudantes 83,8% (10 estudantes) são categóricos em dizer que as simulações contribuíram favoravelmente na resolução dos problemas e que auxiliaram na compreensão dos conceitos.

Indagados em que especificamente consistiu essa colaboração, dos 83,6%, 50% dos estudantes (5 estudantes) falaram que as simulações contribuíram na compreensão conceitual, 30% dos estudantes (3 estudantes) afirmam que a contribuição das simulações foi mais eficaz na compreensão dos problemas e 20% dos estudantes (2 estudantes) entendem que as simulações contribuem fortemente na formulação matemática dos problemas, estes resultados estão ilustrados na Figura 3.

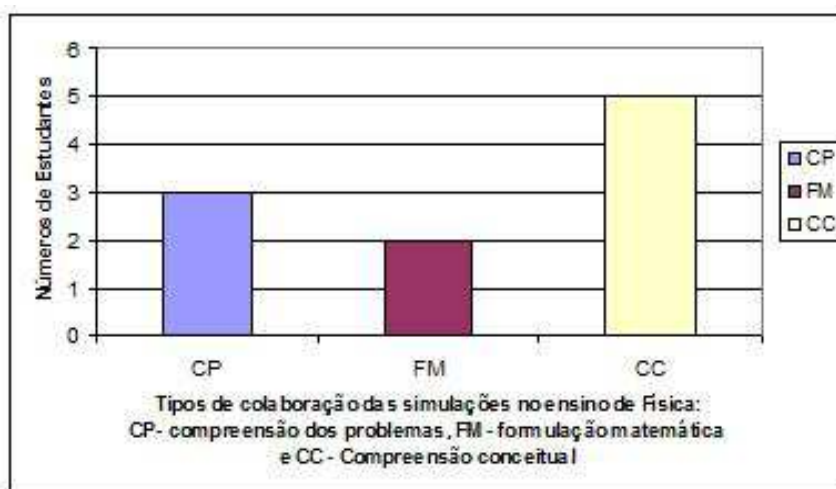


Figura 3 – Opinião dos estudantes sobre como a utilização de simulações no ensino colaborou na aprendizagem.

Tivemos também a necessidade de entendermos como, de um modo geral, os estudantes enxergavam a utilização de simulações no Ensino de Física, para tanto fizemos a seguinte indagação:

3 – Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Mediante essa indagação 83,3% dos estudantes (10 estudantes), são a favor da utilização de simulações no ensino de física e entendem que estas podem facilitar o processo ensino aprendizagem de conteúdos. Por outro lado, 16,7% (2 estudantes) são contrários ao uso das simulações, como mostrado na Figura 4. Um desses estudantes contrários afirma que as simulações dificultam o processo e o outro diz que independe a utilização, ou seja, que o uso de simulações não interfere nem altera em nada o processo ensino aprendizagem de conceitos físicos.

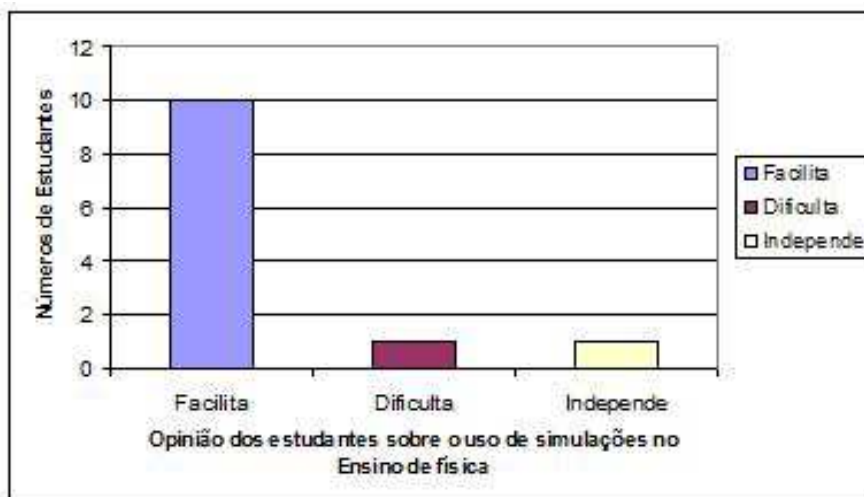


Figura 4 – Opinião dos estudantes sobre a utilização de simulações no ensino.

Percebe-se que, no geral, que a utilização desse recurso é bem aceito pelos estudantes, o que assume um significado ainda mais forte por se tratar de estudantes de um curso de licenciatura, os quais em breve terão a possibilidade de modificar a “cara” do ensino médio com inovações em suas próprias práticas.

Considerações Finais

De modo geral, a maioria dos estudantes investigados explicitou que as maiores dificuldades quando solicitados a resolverem problemas são relativas à compreensão da parte conceitual do conhecimento físico e sua relação com a quantificação do fenômeno, e destacaram que por esse motivo não entendem o processo estudado.

Percebe-se uma maior desenvoltura dos estudantes nas resoluções com o uso das simulações, que de certo modo, estas contribuíram para uma melhor compreensão conceitual dos conceitos relacionados com os problemas, ou seja, facilitaram a compreensão e resolução do problema.

É importante destacar que uma seqüência didática simples, com um recurso acessível (simulações prontas), como aqui apresentada, pode se constituir, em um elemento que pode facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos físicos.

O estudo proporcionou um melhor entendimento de como a utilização de simulações computacionais podem contribuir na resolução de problemas de física, também, de como os estudantes do curso de licenciatura em física, futuros professores da educação básica, vêm este recurso no processo ensino aprendizagem de Física.

Este estudo constitui a parte inicial de uma pesquisa mais ampla, que tem como objetivo investigar o papel da modelagem computacional na aprendizagem de conceitos de Física.

Referências Bibliográficas

BORDOGNA, C. et al, La Innovación como Proceso: Aplicación a La Enseñanza de temas introductorios a La termodinámica, **cad. cat. ens.fís.** n° 1, 65-84, abril 2001.

- BRIZZI, M. L. S., **A Educação em Física Mediada pelo Computador**. Dissertação de Mestrado. UNIJUÍ. Ijuí: 2000.
- CAVALCANTE, M. A., e TAVOLARO, C. R. C. Projete Você Mesmo Experimentos Assistidos por Computador: Construindo Sensores e Analisando Dados . **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 3 (421-425). São Paulo: 2000
- CAVALCANTE, M. A., PIFFER, A. e NAKAMURA, P. O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, n. 1 (108-112). São Paulo: 2001.
- COELHO, R. L. On the Concept of Energy: How Understanding its History can Improve Physics Teaching, **Sci & Educ** (2009) 18:961–983
- CONTIGNOLA, M. L. et al, Difficulties in Learning Thermodynamics Concepts: Are They Linked to the Historical Development of this field?, **Science & Education** 11, 279-291, 2002.
- FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. (in press)
- FREITAS, H. A., VITAL, M. L., Motivação do aluno e o uso do computador em aulas de física, In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008.
- GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão Crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação**, vol. 11, n° 2, p. 279- 304, 2005.
- LOPES, J. B. Aprender e ensinar física. Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para ciência e tecnologia. Lisboa, 2004.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n° 2, p. 77-86, Junho 2002.
- MONTEIRO, I. C. de C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 12, n. 1, Porto Alegre, RS. <http://www.ufrgs.br/ienci>. 2007
- SILVA, J. C. G., CARVALHO, A. M. P. e CHAVEZ, J. D. A., Uma simulação de computador como ferramenta de enculturação científica. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008.
- VASCONCELOSA, F.H.L., SANATANA, J.R., NETO,H.B.; Aprendizagem mediada por computador: uma experiência de ensino de Física com a utilização da simulação computacional, in: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: UFC 2003.
- YEO, S.; LOSS, R.; ZADNIK, M.; HARRISON, A. & TREAGUST, D. (1998). What do students really learn from interactive multimedia: a physics case study. **Proceedings** of the 4th Australian Computers in Physics Education Conference. Freemantle, Australia. 27 Set - 2 Out 1998.