

APLICATIVOS COMPUTACIONAIS E ENSINO DE FISICA

Marta F. Barroso^a [marta@if.ufrj.br]

Geraldo Felipe^a [geraldofelipe.rj@uol.com.br]

Tatiana da Silva^b [silvatat@gmail.com]

^a IF-UFRJ - Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro

^b CEDERJ/CECERJ – Fundação Consórcio de Ensino a Distância do Rio de Janeiro

RESUMO

A distribuição em larga escala de simulações e animações computacionais para o ensino de física torna-se possível pelas novas linguagens desenvolvidas para a rede internacional de computadores. A produção de aplicativos permite a investigação de suas possibilidades didáticas e o desenvolvimento de materiais adequados à proposta metodológica do professor, dentro de um conceito de produção de materiais digitais reutilizáveis (objetos de aprendizagem). Apresentamos neste trabalho um conjunto de aplicativos de física disponíveis em formato digital e as concepções teóricas que subjazem à produção deste material. O material está disponível on-line e em cd-rom. Os aplicativos abordam temas de física do ensino médio e superior, e são divididos em cinco grandes grupos (ótica geométrica, circuitos, oscilações e ondas, movimentos e sua descrição, movimentos e suas causas). Tem caráter interativo, e são concebidos para uso em diversos contextos de ensino. A produção destes materiais está permitindo a análise de sua utilização no ensino presencial e no ensino a distância.

APRENDIZAGEM DE FÍSICA MEDIADA POR COMPUTADOR

Ensinar Física é um desafio permanente. Despertar o interesse dos alunos para que o processo de ensino-aprendizagem se dê de maneira significativa (Moreira, 1999) é um problema comum a docentes de todas as formações, em todos os níveis. Métodos, estratégias e propostas as mais diferenciadas possíveis vêm sendo adotadas: discute-se a utilização de experimentos (Araújo & Abib, 2003 e referências lá citadas), propõem-se novos textos, novas formas de abordagem de materiais, entre outras, em geral convergindo para a proposta de um envolvimento ativo do aprendiz com o processo de aprendizagem.

Uma das tarefas dos professores consiste em encontrar, por meio de produção própria ou utilização de materiais disponíveis, materiais didáticos adequados a seus estudantes. Estes materiais apresentam vários formatos: textos (livros ou outros), experimentos demonstrativos, experimentos com realização de medidas, vídeos ou outros recursos imagéticos.

O computador apresenta-se como uma ferramenta que possibilita sua utilização em várias dessas vertentes: com textos, com animações, com experiências simuladas, entre outras. A disseminação da internet faz com que esta ferramenta possa ser amplamente divulgada e multiplicada. As possibilidades de utilização de computadores em processos de aprendizagem é múltipla (Fiolhais & Trindade, 2003). E, como ocorre com os materiais e ferramentas, sua utilização e eficácia são de difícil avaliação.

Mais do que isso: educadores começam a fazer previsões a respeito dos ambientes de aprendizagem efetiva num futuro próximo. O ambiente atual, com a estrutura de salas de

aula como utilizamos hoje em dia, provavelmente será substituído por ambientes baseados nas novas tecnologias de informação e comunicação (Ezrailson et al, 2004).

De qualquer forma, o computador hoje em dia é um elemento integrante do processo de ensino e aprendizagem, bem como de nossa vida cotidiana. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos com o objetivo de captar as percepções dos estudantes (em geral de nível médio) a respeito da utilização do computador no ensino, já começando a apontá-lo como parte do processo de ensino-aprendizagem (Tagiku & Kawamura, 2004; Lima & Nascimento, 2004, e referências lá citadas).

Uma questão que se coloca para os docentes é a investigação das possibilidades que este instrumento apresenta, numa primeira etapa, e das conseqüências da utilização deste instrumento. Isto pressupõe a produção de materiais utilizando o computador e a avaliação, simultânea ou posterior, desta utilização, dentro de uma proposta metodológica e uma concepção pedagógica do docente que o produz, do que o utiliza, e dos interesses dos alunos envolvidos.

A utilização das tecnologias da informação, e em particular a do computador, no processo de ensino-aprendizagem pode-se dar em contextos de ensino presencial e de ensino a distância. Em ambos, mas de forma muito acentuada nas metodologias a distância, a questão da interatividade entre a forma e o conteúdo torna-se fundamental (Correia & Antony, 2003): o aprendiz necessita dialogar com o material (em seus vários formatos) já que, pelo menos em teoria, o seu diálogo com colegas e com professores pode ser menor do que no ensino presencial, mesmo em ambiente disponibilizado especificamente para este fim (as chamadas “plataformas de ensino a distância”). E para isso algumas ferramentas podem ser utilizadas de forma eficiente no contexto da utilização do computador. Esta interatividade entre forma e conteúdo pode ser abordada com a preparação de materiais que envolvam explicitamente a interação ativa do aprendiz com o conteúdo proposto no material, que podem ser simulações teóricas (como exercícios virtuais), simulações experimentais, atividades de auto-avaliação, entre outras.

Este trabalho refere-se à produção de material para aprendizagem de diversos tópicos de física. O material é constituído de aplicativos computacionais, disponíveis on-line (www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/aplicativos.html) ou em CD-rom. Estes aplicativos foram desenvolvidos com base em pressupostos de que num processo de aprendizagem o envolvimento do aprendiz deve ser ativo, que os aplicativos devem-se prestar a diversas formas de utilização e que devem ser interativos. A escolha do software de produção foi feita com base nas experiências anteriores em produção de material no formato de Applets (Java), e surgiu da alternativa apresentada pela incorporação de possibilidades de programação matemática (Action Script) no Macromedia Flash. O material é apresentado na forma de simulações e animações construídas nesta linguagem, e faz parte de um conjunto maior de materiais (textos, experimentos e vídeos) associados ao mesmo tópico.

O objetivo de sua produção é entender as formas e possibilidades desta linguagem aplicadas ao ensino de física, e avaliar sua eficácia. Vários tópicos foram abordados, de conteúdos usuais no ensino médio e nos níveis básicos de cursos universitários. O material produzido foi e está sendo utilizado em cursos de física básica, em cursos de formação inicial e continuada de professores (presenciais e a distância), e faz parte de um projeto de avaliação de sua utilização. Esta avaliação exige a construção de metodologias apropriadas, que estão no momento sendo testadas.

ENSINO A DISTÂNCIA, OBJETOS DE APRENDIZAGEM E APRENDIZAGEM DE FÍSICA

São muitos os resultados de trabalhos de pesquisa em ensino de física referentes às dificuldades associadas ao ensino de diversos tópicos de física (Tieberghien et al, 1999; e referências ali citadas).

A pesquisa em aspectos cognitivos da aprendizagem indica que há quatro características fundamentais necessárias para que o processo de aprendizagem seja efetivo: (1) que haja um engajamento ativo e não passivo dos aprendizes no processo de aprendizagem; (2) que haja uma organização de grupo, com trabalho colaborativo; (3) que haja interação com retorno (“feedback”); (4) e que sejam feitas conexões com contextos do mundo real, cotidiano (Ezrailson et al, 2004). Essas características deveriam fazer parte de qualquer projeto de produção de material didático.

Estes aspectos, associados ao surgimento de cursos e projetos de ensino a distância, introduzem a necessidade de produção de conhecimento e de materiais didáticos associados ao ensino, em particular de física.

Nos últimos anos, surgiu com muita intensidade o debate a respeito da produção dos chamados “objetos de aprendizagem”. Os motivos estão muitas vezes associados a questões econômicas, dadas a necessidade de escala de projetos de ensino por computador e treinamento profissional, trazendo uma visão de construção de repositórios de material didático, “objetos de aprendizagem”, classificáveis em bancos de dados por vários critérios (“tags”) que permitam sua utilização ampla por grupos envolvidos na produção e desenvolvimento de ensino a distância. O assunto é polêmico (Jonassen & Churchill, 2004; Friesen, 2003), mas a idéia de construção de objetos de aprendizagem definidos como (Wiley, 2000)

“objeto de aprendizagem (learning object) é todo recurso (digital ou não digital) que pode ser utilizado e reutilizado, durante processos de aprendizagem apoiados em uso de tecnologias, em contextos múltiplos. Sua “granularidade” não é definida: isto é, podem se constituir de pequenos aplicativos ou de temas completos, de caráter aberto (permitindo intervenções do usuário) ou mais fechados.”

Estas características, a reusabilidade (podem ser utilizados de diferentes maneiras, em diferentes tipos de cursos e atividades), a portabilidade (podem ser operados em diferentes tipos de hardware e software), acessibilidade (podem ser indexados para obtenção a partir de padrões de metadados) e a durabilidade (podem permanecer intactos em diversas atualizações de hardware e software) fornecem uma idéia bastante interessante a respeito da forma de construção de materiais didáticos.

OS APLICATIVOS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Os aplicativos produzidos foram divididos em cinco grande temas: ótica geométrica, circuitos, oscilações e ondas, movimentos e forças.

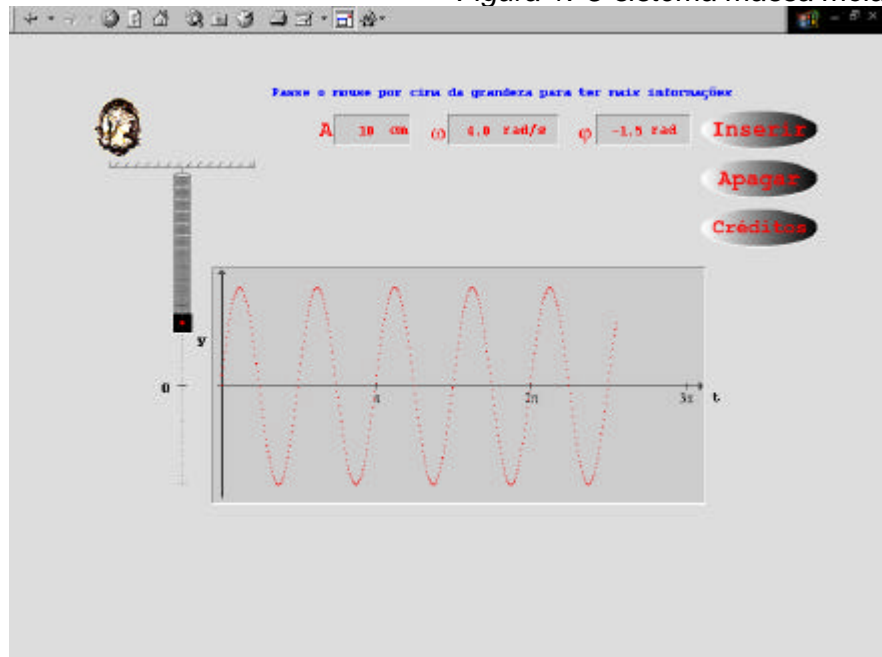
Em cada um dos temas, houve a preocupação de construção de aplicativos para os quais sabe-se haver dificuldades de aprendizagem (com base na literatura citada e com base na avaliação de livros didáticos do ensino médio e superior), para os quais há confusões conceituais (por exemplo, a formação de imagens por refração), de situações em que não há possibilidade de construção de experimentos reais (por exemplo, o ensino de relatividade restrita (Felipe et al, 2005), e também para situações em que as análises experimentais não permitem uma discussão com grande variação de parâmetros, como por exemplo no tópico de oscilações (Neumann & Barroso, 2005; Almeida & Barroso, 2000). Também foram elaborados alguns aplicativos com características de animação, para exploração de conceitos físicos ou matemáticos.

A lista de aplicativos é extensa (cerca de 35). Os aplicativos estão todos disponíveis on-line na página www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/aplicativos.html e em CD-ROM distribuído pela SBF.

Em todos os aplicativos, há a preocupação de envolvimento do estudante num comportamento não mecanizado (não há roteiro de utilização, apenas algumas indicações), a necessidade de interatividade para um comportamento mais ativo (muitos aplicativos podem ter seus dados alterados em tempo real), uma aparência visual de jogo para explorar as características que se começa a perceber nos alunos de ensino médio e superior atualmente (Lima & Nascimento, 2004).

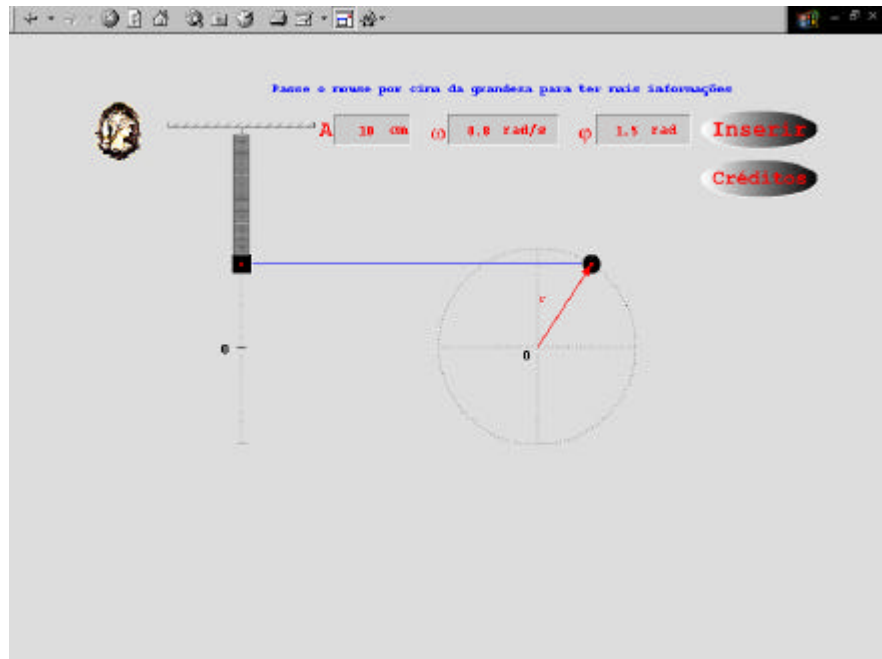
Nas figuras a seguir, mostramos imagens (estáticas) de algumas das simulações. Na Figura 1, discutimos, por meio da simulação, os conceitos associados a oscilações: período, amplitude, e fase. Com utilização deste “exemplo virtual”, conceitos cuja visualização não é trivial (como a fase do movimento) podem ser exploradas.

Figura 1: O sistema massa-mola



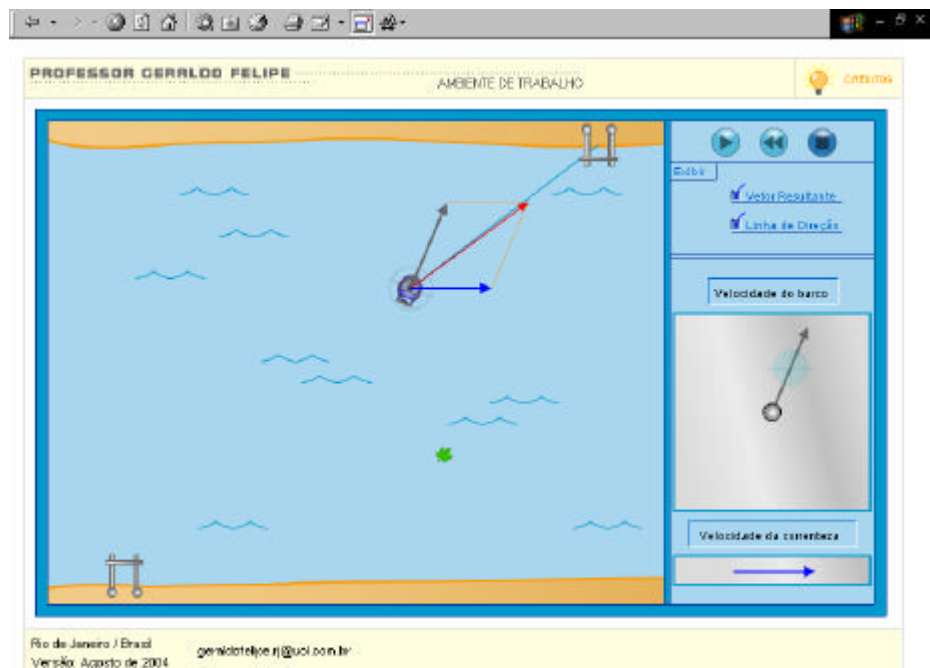
Na Figura 2, a imagem da relação entre o movimento harmônico simples e o movimento circular uniforme está apresentada, num exemplo de animação.

Figura 2: oscilações harmônicas e movimento circular uniforme



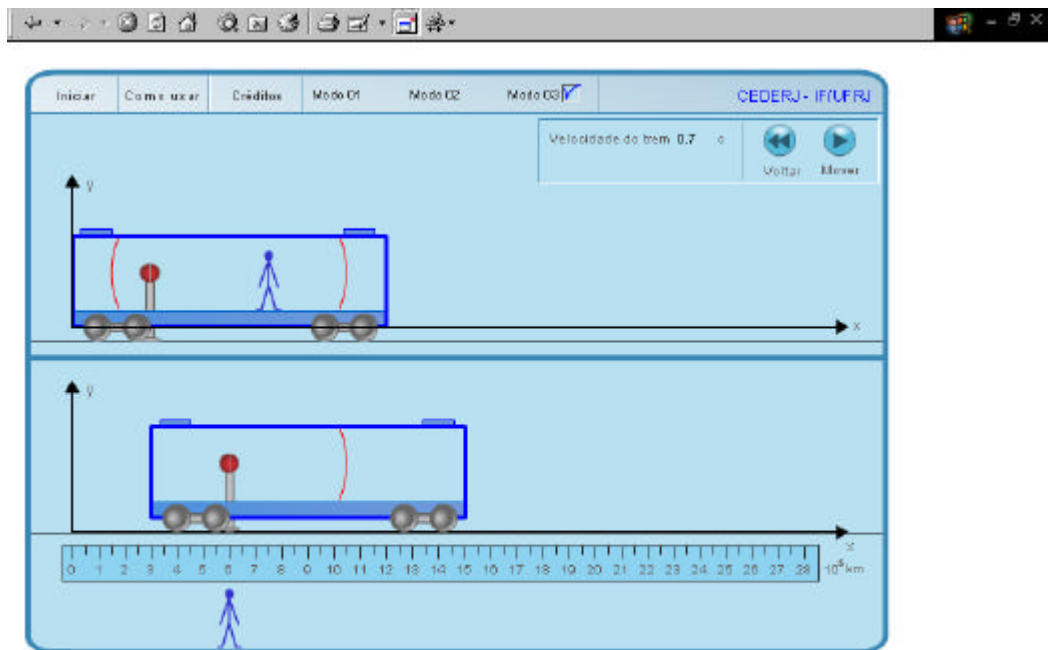
Na Figura 3, mostramos o simulador para o problema do encontro de barcos, explorando de forma interativa os conceitos ligados à mudanças de sistema de referência.

Figura 3: o encontro de barcos



Finalmente, na Figura 4 mostramos uma “experiência imaginária”, o chamado “trem de Einstein”, explorando a discussão da relatividade da simultaneidade.

Figura 4: a relatividade da simultaneidade



CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As perspectivas de uso de materiais interativos e a produção de “objetos de aprendizagem” (aqui entendidos como um recurso digital que pode ser utilizado e reutilizado em processos de aprendizagem apoiados em uso de tecnologia) abrem muitas perspectivas tanto para processos presenciais como para processos de ensino a distância, em diversos níveis de aprendizagem.

Estes materiais estão sendo utilizados em diversos contextos (cursos de formação continuada de professores, ensino básico universitário e ensino médio), e a questão que se coloca é a avaliação destes aplicativos – a avaliação do comportamento dos estudantes frente a estes materiais, de sua aprendizagem e outros, e os múltiplos usos que diversos docentes com diferentes propostas pedagógicas podem fazer deste tipo de material.

Esta segunda etapa, a da avaliação destes aplicativos, está em andamento, após a conclusão da etapa anterior: a formulação da proposta de aplicativo associada com a sua produção.

Consideramos, devido às possibilidades de uso do material já implementadas, que o desenvolvimento respondeu de forma adequada às concepções teóricas que fundamentaram a sua elaboração.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. A. T. de & Barroso, M. F. Oscilações: Ressonância e Coerência. Anais da VII Interamerican Conference on Physics Education, Canela, RS. 2000.

- Araújo, M.S.T. de & Abib, M.L.V.S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25, 2, 176-194. 2003.
- Correia, A.A, & Antony, G. Educação hipertextual: diversidade e interação como materiais didáticos, in *Linguagens e interatividade na educação a distância*, Leda M. R. Fiorentini e Raquel de A. Moraes (org.), Rio de Janeiro, DP&A Editora.
- Ezrailson, C.M.; Allen, G.D.; Loving, C.C. Analysing Dynamic Pendulum Motion in na Interactive Online Environment Using Flash. *Science & Education* 13: 437-457, 2004. Netherlands: Kluwer Academic Press.
- 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*, 25, 1, 259-272. 2003.
- Friesen, N. Three Objections to Learning Objects (draft), 2003. Disponível em <http://learningspaces.org/n/cv.html/publications>, consultado em 25 de março de 2006.
- Felipe, G., Barroso, M. & Porto, C.M. Simulações Computacionais no Ensino de Relatividade Restrita. Trabalho apresentado em XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0171-2.pdf>, consultado em 30 de março de 2006.
- Jonassen, D. & Churchill, D. Is There a Learning Orientation in Learning Objects?, in *International Journal of E-Learning*, April-June 2004, pg. 32-41.
- Lima, G. B. & Nascimento, S.S. As juventudes e as tecnologias digitais no ensino de física. Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. FAE-UFMG, 2004. 1 CD-ROM.
- Moreira, M.A.. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.
- Neumann, R. & Barroso, M.F. Simulações Computacionais e Animações no Ensino de Oscilações. Trabalho apresentado no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0171-1.pdf>, consultado em 30 de março de 2006.
- Tagiku, A.M & Kawamura, M.R.D. Microcomputadores: o Ponto de Vista dos Alunos. Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. FAE-UFMG, 2004. 1-CDROM. Disponível <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/>, consulta em 20 de março de 2006.
- Tieberghien, A.; Jossem, E.L.; Barojas, J. (ed). *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. International Commission on Physics Education, 1999. Disponível em <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/TOC.html>, consultado em 19 de outubro de 2005.
- Wiley, D. A.. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. 2000. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>, consultado em 25 de março de 2006.