

## O USO DE SIMULAÇÕES EM JAVA COMO OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA

**Marcos Vogler** - [vmarcos@fis.ita.br](mailto:vmarcos@fis.ita.br)

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Física – IEFF  
Pç. Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos – SP

**Fretz Sievers Junior** - [fretz@comp.ita.br](mailto:fretz@comp.ita.br)

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Eng. Elet. e Computação  
Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos – SP

**José Silvério Edmundo Germano** - [silverio@fis.ita.br](mailto:silverio@fis.ita.br)

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Física – IEFF  
Pç. Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos – SP

**Resumo:** *Nos últimos anos surgiram muitas propostas no sentido de romper com a barreira do desinteresse pelas disciplinas relacionadas à Física. Busca-se de alguma forma despertar nos alunos o espírito de investigação, desenvolver a abstração em cada um para que seja possível a compreensão de fenômenos físicos. Uma das maneiras mais discutidas atualmente diz respeito ao uso da informática em todas as áreas do conhecimento, em especial na Física. Facilmente observa-se que os cursos de Física têm uma estrutura quase que linear, onde partindo de conceitos de compreensão por muitas vezes trivial, chega-se a sistemas mais complexos, com equações diferenciais cujas soluções muitas vezes não está ao nível de conhecimento dos alunos que ingressam no curso.*

*Neste trabalho explora-se um destes sistemas complexos do ponto de vista da solução matemática do problema, o sistema massa-mola, no caso mais geral possível, preocupando-se a todo instante em mostrar ao aluno o fenômeno físico em cada situação por ele escolhida. Através de uma simulação em Java, o aluno terá acesso ao sistema, podendo optar pelo problema mais simples que é o do movimento harmônico simples, passando pelo movimento amortecido, e finalmente o movimento forçado. A cada opção, o aluno pode ver e identificar na equação diferencial as variáveis, bem como visualizar o movimento oscilatório do bloco ao mesmo tempo em que um gráfico dos movimentos é desenhado, de acordo com os parâmetros passados, em tempo real.*

**Palavras Chaves:** *Ensino de Física, Simulações, Java Applets, Sistema Massa-Mola, Objetos de Aprendizagem.*

### 1. INTRODUÇÃO

Komis e Jimoyiannus (2001) afirmam que o ensino de física é considerado por muitos professores e alunos como um processo um tanto difícil de ser trabalhado, tanto que nas duas

últimas décadas um grande número de pesquisadores em educação têm debatido acerca deste tema. Esta disciplina acaba sendo por inúmeras vezes alvo de críticas e conseqüente desinteresse por parte dos estudantes, como complementam Milliken e Barnes (2002). A chamada forma tradicional de ensino acaba gerando agentes passivos no processo ensino-aprendizagem; e fica difícil avaliar se o método empregado é de fato eficiente. Pergunta-se: será que os estudantes estão conseguindo desenvolver suas percepções e reflexões pessoais? Faz-se necessário quebrar esta barreira de agentes passivos, isto é, os estudantes precisam aprender a visualizar um fenômeno físico e, a partir disso, levantar hipóteses, e criticar modelos a eles apresentados.

Geralmente, estudantes desenvolvem interpretações sobre o mundo físico, de acordo com suas próprias experiências, muito antes do primeiro contato com disciplinas de ciências em geral. Zacharia e Anderson (2003) salientam ainda que estas idéias e interpretações baseadas em suas experiências, nem sempre são adequadas, e acabam interferindo no aprendizado de modelos científicos introduzidos nas aulas, principalmente em física, e conseqüentemente afetam a habilidade de assimilação das idéias cientificamente corretas.

Seria possível propor solução para este problema? Uma excelente alternativa para motivar os estudantes para as aulas de física são as atividades em laboratórios de ensino, onde é possível fornecer aos estudantes a possibilidade da montagem de modelos experimentais sobre os mais variados fenômenos físicos, e então, poder comprovar os modelos físicos descritos nas aulas teóricas. Outra alternativa viável para a melhoria deste processo de ensino refere-se ao uso de computadores em sala de aula. Quando este tema é abordado, em momento algum está sendo questionado a eficiência dos experimentos de física em laboratórios, mas sim, introduzir outro método que também possa trazer melhorias no processo ensino-aprendizagem.

## **2. COMPUTADORES NO ENSINO DE FÍSICA**

Medeiros e Medeiros (2002) enfatizam que já em 1922, Thomas Edison, referindo-se ao cinema, afirmava que *“as figuras em movimento estão destinadas a revolucionar o nosso sistema educacional. Em poucos anos, elas suplantarão amplamente, senão inteiramente, o uso de livros didáticos”*.

Realmente, o que se pode observar, é uma crescente onda a respeito deste tema. Mas, quando tratamos do uso do computador numa aula de física, não podemos esquecer que é preciso todo um processo de adequação, principalmente pelo fato de que não podemos esquecer o ferramental matemático, imprescindível para o aprendizado de física como argumentam Croft, Danson et al. (2001), outro fator também há ser considerado nos moldes atuais é a interdisciplinariedade, tema este ressaltado por Landau (1999); com base nisso, esta metodologia precisa e muito ser debatida.

De acordo com Esquembre (2002), influências externas nos últimos anos têm ocasionado várias mudanças dentro das universidades, mudando inclusive a forma de pensar, principalmente pelo número reduzido de postos de trabalho. Hoje o mercado exige uma formação profissional muito mais complexa pois deve ser ao mesmo tempo técnica quanto generalista; e encontrar uma solução para esta complexidade será possível somente havendo conscientização dos estudantes na construção do conhecimento, conforme acrescenta Braga (2000), e para tanto, o papel do professor é fundamental.

Os cursos de física têm, na medida do possível, se modernizado, para tentar romper com a barreira do desinteresse; já algum tempo o uso de computadores no ensino de física têm tido um papel diferencial na visão de Calverley, Fincham et al. (1998). Esquembre (2002) ainda lembra que os computadores mostram um grande potencial no desenvolvimento e

aquisição de conhecimentos, desde que usado de forma apropriada, como parte integrante no processo ensino-aprendizagem.

Um exemplo do uso de computadores em sala de aula diz respeito a simulações de fenômenos físicos, utilizando para tanto linguagem de programação no desenvolvimento dos projetos.

Heermann e Fuhrmann (2002) ressaltam que através do uso de computadores, o estudante tem a possibilidade de rever o conteúdo quantas vezes achar necessário. Mas, como prover o acesso ao estudante? Uma boa opção, sem dúvida nenhuma, é disponibilizar o conteúdo desejado na WEB, mas nem todos os softwares permitem acesso via internet, como é o caso do Interactive Physics, conforme listam Gordijn e Nijhof (2002), que apesar de ser um ótimo software para se fazer simulações, fica restrito ao uso local. A proposta é tornar possível o acesso através de um browser, onde o estudante possa interagir com a simulação. Isso é possível através de Applets Java, como será descrito na próxima seção.

### **3. SIMULAÇÃO DO SISTEMA MASSA MOLA EM LINGUAGEM JAVA**

#### **3.1 A linguagem Java**

Wolfgang (2000) em um de seus trabalhos levantou que a linguagem de programação Java desenvolveu-se rapidamente desde que foi introduzida pela Sun Microsystems em 1995, principalmente pelo fato de ser freeware e pela grande aplicabilidade. Cary e Alexander (1998) complementam ainda que a linguagem Java possibilita, entre tantas coisas, o desenvolvimento de Applets, que são pequenos programas aplicativos de uso via internet, o qual permite uma grande interação entre o material didático, textual e a simulação. É possível simular uma infinidade de fenômenos físicos graças às applets.

Um exemplo prático da utilização de applets pode ser mostrado através de um conceito físico de difícil compreensão entre os estudantes, que é o problema relacionado ao sistema massa mola numa situação onde será possível levar em consideração forças de atrito, forças externas e etc .

#### **3.2 O Sistema Oscilatório envolvendo uma massa e uma mola**

Quando o estudo relacionado a sistemas oscilatórios é abordada no curso de Física, percebe-se uma grande dificuldade entre os estudantes. Como os cursos de cálculo nem sempre acompanham o curso de Física, os estudantes acabam ficando confusos, ainda mais quando deparam-se com equações diferenciais mais complexas que descrevem estes sistemas, tal como apresentado a seguir na equação (1):

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + k x = F_0 \text{sen}(\omega t - \phi) \quad (1)$$

Somando-se a deficiência matemática com o baixo grau de abstração por parte de alguns estudantes, o resultado pode ser comprometimento do entendimento deste conceito tão importante para a engenharia. Como o estudante pode distinguir num sistema oscilatório as diferenças entre os: movimento harmônico simples, movimento amortecido ou um movimento forçado?

Uma proposta viável para tentar solucionar esse problema é o uso de simulações onde o estudante possa interagir e, assim, conseguir fazer distinção entre os casos acima apresentados, identificar as variáveis, bem como compreender o significado dos termos na equação diferencial que descreve o sistema físico. De grande valor também são os gráficos demonstrando o comportamento do sistema em se tratando da posição, velocidade ou aceleração.

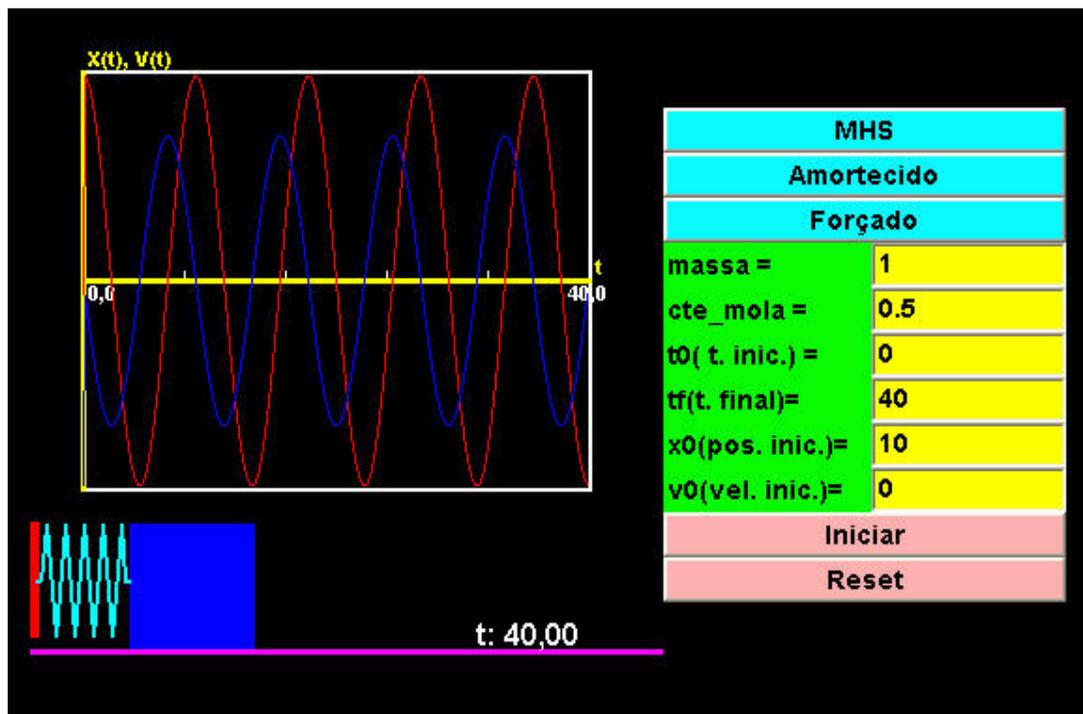
### 3.2.1 MHS – Movimento Harmônico Simples

A partir de agora vamos descrever as possíveis situações que os estudantes terão acesso entrar no sistema massa-mola que será descrito. Ao acessar via browser a simulação, o estudante tem que definir as variáveis a ele apresentas. A partir da definição dos parâmetros e das condições iniciais do problema, sendo iniciada a simulação, tem-se a plotagem do gráfico sincronizada com o movimento da massa, presa a uma mola.. A equação (2) abaixo descreve o movimento harmônico simples:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + k x = 0 \quad (2)$$

Dependendo dos valores escolhidos para os parâmetros de entrada, a simulação será apresentada, como mostra a figura abaixo:

Figura 1: Simulação do Movimento Harmônico Simples



### 3.2.2 Movimento Amortecido

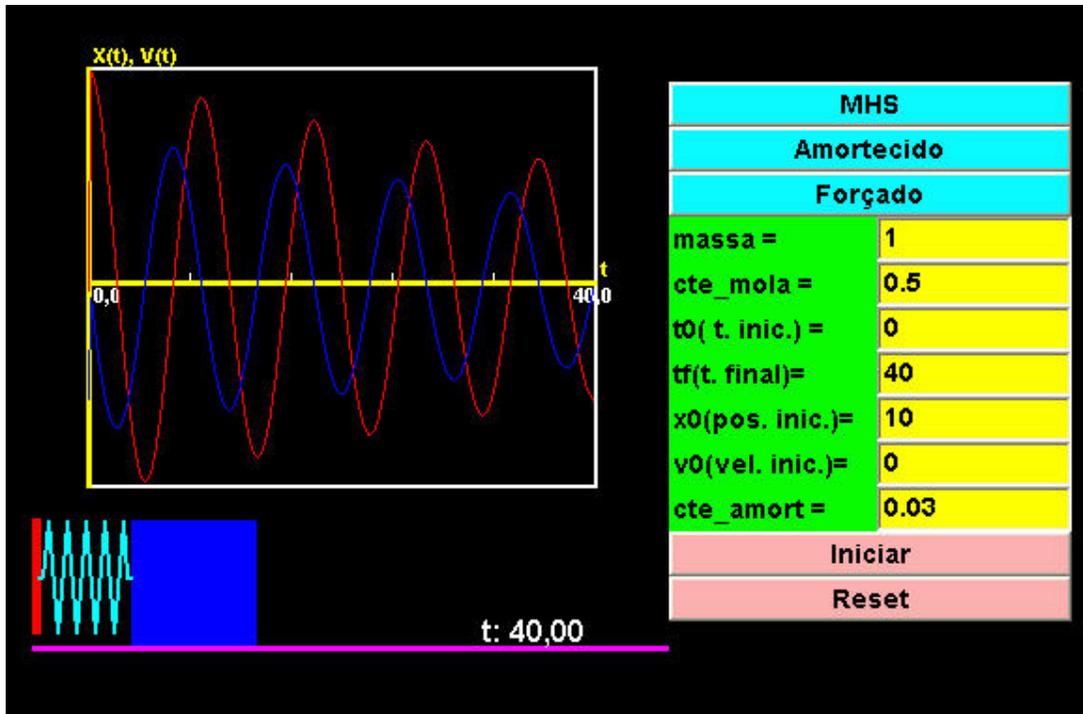
Optando pela opção Amortecido, o painel muda, e então uma nova variável do problema é acrescentada (constante de amortecimento). De fato, claramente o estudante pode

observar o fenômeno físico através do comportamento do gráfico que mostra a posição e a velocidade do bloco. A equação diferencial (3) que descreve este movimento é dada a seguir:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + k x = 0 \quad (3)$$

A figura abaixo mostra a simulação para essa nova situação:

Figura 2: Simulação do amortecimento do sistema massa-mola



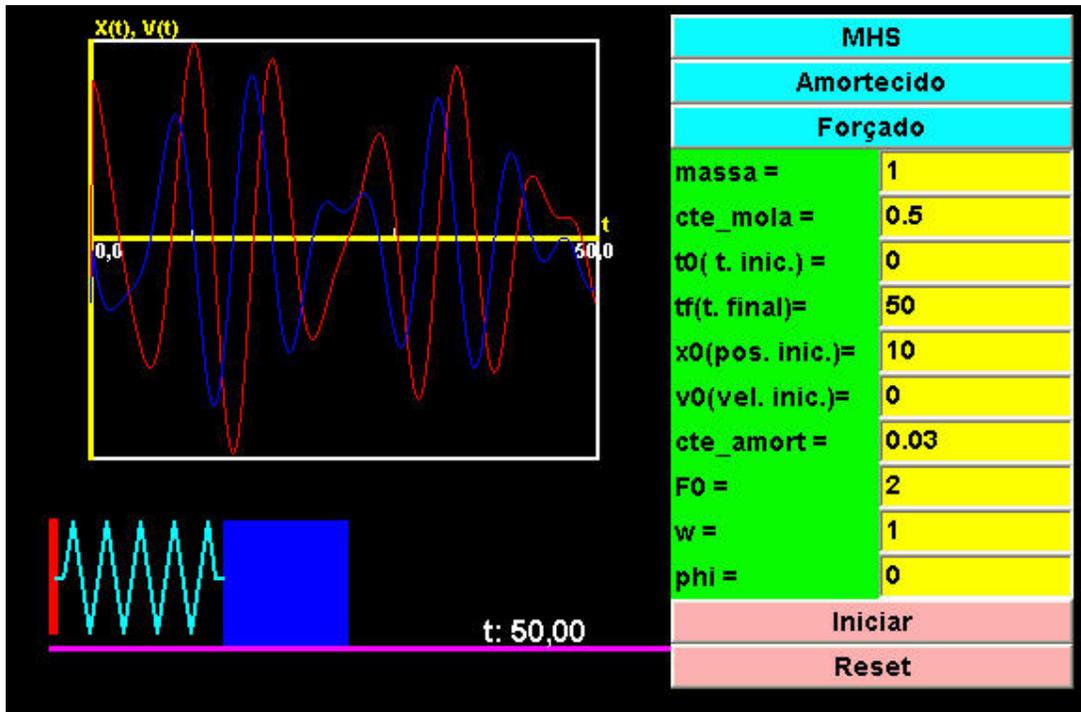
### 3.2.3 Movimento Forçado

Por último, ao clicar na opção Forçado, novas variáveis relacionadas a esse tipo de movimento são incrementadas ao painel de entrada. A equação que descreve este movimento tem sua solução bastante complexa do ponto de vista matemático. Em todos os casos apresentados, utiliza-se a resolução numérica através do método de Runge-Kutta, cuja solução é armazenada em uma tabela de pontos. Esses pontos são usados na animação do sistema, bem como para plotar os gráficos que são necessários para descrever o movimento. A equação (4) a ser resolvida sob a ação de uma força externa, é dada a seguir:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + k x = F_0 \text{sen}(\omega t - \phi) \quad (4)$$

A próxima figura demonstra a simulação deste movimento.

Figura 3: O sistema sob a ação de uma força externa.



#### 4 . Simulações como Objetos de Aprendizagem e a reutilização de classes

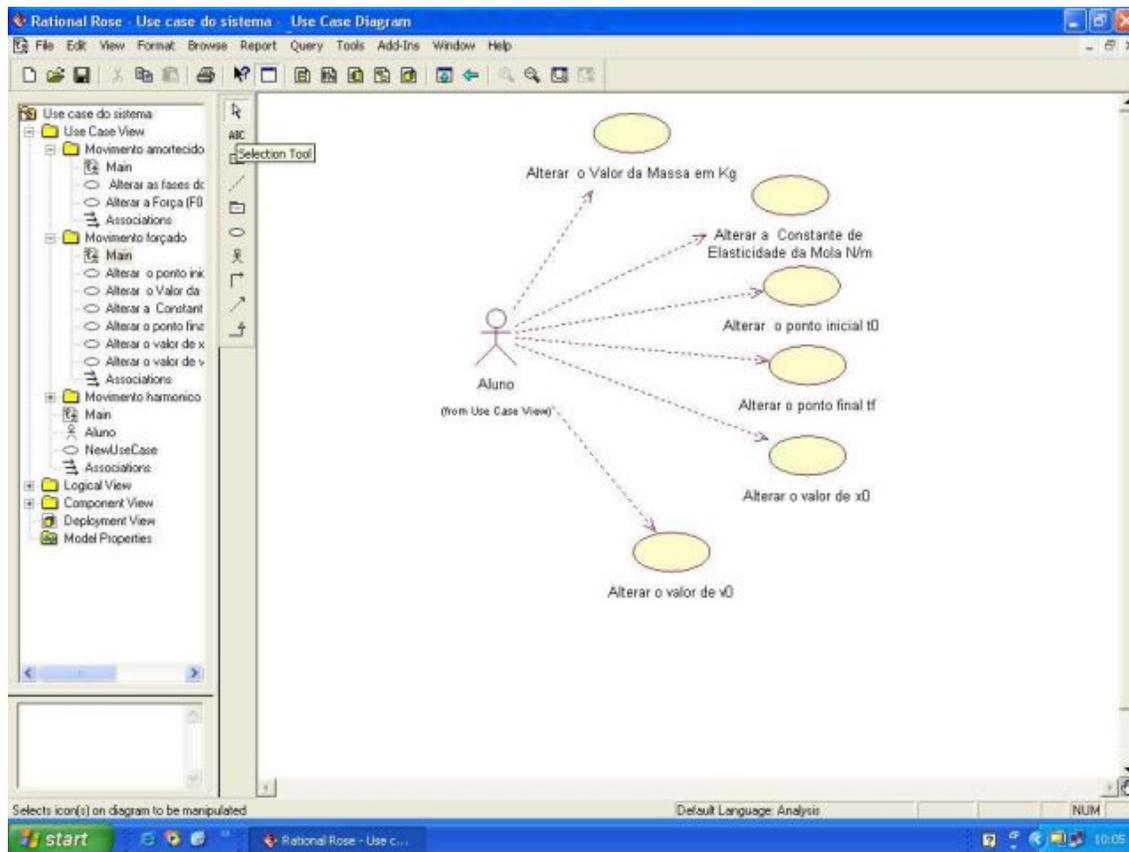
##### 4.1 Objetos de aprendizagem

Pela definição do IEEE (2002), um objeto de aprendizagem é qualquer entidade, digital ou não-digital (física), que pode ser usada para aprendizado, educação ou treinamento. Um pequeno componente instrucional é um módulo ou lição que se propõe a ensinar um conceito específico, fato, procedimento, processo ou princípio.

Todavia, para a criação de objetos de aprendizagem, consome-se um tempo considerável, além de custos necessários com uma equipe capacitada para tal feito. Mas, analisando a relação custo-benefício, obviamente chega-se a um consenso de que estes objetos são merecedores desses requisitos, já que podem ser utilizados em qualquer instante e ambiente que possibilite acesso à internet ou em outras mídias como em CD-ROM e podem ilustrar situações que são difíceis para serem demonstradas apenas com recursos didáticos tradicionais (quadro de giz).

A figura a seguir demonstra um diagrama de caso de uso da simulação tratada neste trabalho, no caso o movimento oscilatório. Este diagrama foi construído utilizando o Rational Rose e apresenta as possíveis situações onde o aluno pode interagir com este objeto de aprendizagem.

Figura 5 : Diagrama UseCase representando o caso do MHS



## 4.2 A reutilização de classes

O processo ensino-aprendizagem de física torna-se muito mais interessante na medida em que simulações em Java são utilizadas. Porém, um grande problema é o tempo consumido no desenvolvimento de cada applet (programa que executará a simulação). Cary e Alexander (1998) deixam claro que seria ideal um curso de Física com simulações de vários fenômenos, mas isso, num primeiro instante, acaba sendo inviável. Uma solução para este problema pode ser a reutilização de componentes; como a linguagem Java trabalha com classes, é possível criar classes em uma simulação que possam ser aproveitadas em outras. Ainda com o exemplo do sistema oscilatório, onde inicia-se uma classe para entrada de dados, em seguida, uma classe que resolva numericamente a equação apresentada, utilizando para isso o método de Runge-Kutta; então, os valores encontrados são armazenados em uma classe que conterá a tabela de pontos.

Essa classe contendo a tabela de pontos será chamada por uma outra classe que efetuará a plotagem das curvas que contém a solução da equação diferencial. Como essas curvas não vão ficar “soltas” no espaço, é preciso uma classe que desenhe a área onde será plotada cada curva bem como os eixos correspondentes, e finalmente outra classe que desenhará e fará a animação da mola.

Todas estas classes criadas são chamadas pela classe de controle, e assim a simulação é visualizada.

## 5. CONCLUSÃO

De fato, as simulações em física, desde que bem estruturadas, têm muito o que acrescentar no processo ensino-aprendizagem. Porém, é preciso uma atenção especial no sentido que, por si só, as simulações podem, não passar de “modelos frios” de fenômenos físicos. Não basta apenas criar um universo de simulações repletas de cores, sons e interatividade, se não houver o papel do professor no processo; este é quem será o mediador entre o estudante e o conceito físico envolvido. Sobre o papel do professor no processo ainda será tema de muitas discussões futuras. No instante em que todas as variáveis envolvidas neste processo interajam de forma correta, uma série de possibilidades poderão tornar-se concretas, de acordo com Medeiros (2004) entre outras:

- tornar conceitos abstratos mais concretos;
- fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- promover habilidades de raciocínio crítico;
- permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- permitirem aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação indireta;
- reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos
- engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual;

Entretanto, como já foi discutido anteriormente neste trabalho, para que seja possível a criação de um bom conjunto de simulações que serão os objetos de aprendizagem, faz-se necessário uma equipe trabalhando em todas as frentes, desde o designer ao analista de sistemas, e montar uma equipe assim não é tarefa das mais simples.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Komis, V., Jimoyiannus, A., **"Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion"**, *Computers & Education*, Vol 36, pp. 183-204, 2001.

Milliken, J., Barnes, L. P., **"Teaching and technology in higher education: student perceptions and personal reflections"**, *Computers & Education*, Vol 39, pp. 223-235, 2002.

Zacharia Zacharias, Anderson O. Roger , **"The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics"**, *Am. J. Physics*, Vol 71, No 6., pp. 618-629, June 2003.

Medeiros, A., Medeiros, C.F., **"Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física"**, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol 24, No 2, pp. 77-86, Junho 2002.

Croft, A.C., Danson, M., Dawson, B.R., Ward, J.P., **"Experiences of using computer assisted assessment in engineering mathematics"**, *Computers & Education*, Vol 37, pp. 53-66, 2001.

Landau Rubin H., **"Web, education, and computational physics; good, bad, and ugly"**, *Computer Physics Communications*, Vol 121-122, pp. 550-556, 1999.

Calverley, G., Fincham, D., Bacon D., "**Modernisation of a tradicional physics course**", *Computers & Education*, Vol 31, pp. 151-169, 1998.

Esquembre, F., "**Computers in Physics Education**", *Computer Physics Communications*, Vol 147, pp. 13-18, 2002.

Braga, W., "**Uso de applets java no ensino de engenharia**", *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE 2000, Ouro Preto/MG/Brasil*. CD dos Anais do COBENGE 2000.

Heermann, Dieter W., Fuhrmann, Thomas T., "**Teaching physics in the virtual university: the mechanics toolkit**", *Computer Physics Communications*, Vol 127, pp. 11-15, 2000.

Gordijn J., Nijhof, Wim J., "**Effects of complex feedback on computer-assisted modular instruction**", *Computers & Education*, Vol 39, pp. 183-200, April 2002.

Wolfgang C., "**Java programming and internet technologies for undergraduate education**", *Computer Physics Communications*, Vol 127, pp. 16-22, 2000.

Cary John R., Alexander, David A., "**Reusabe Java Components for Physics Education**", *Computers in Physics*, Vol 12, No 4, pp. 314-318, Jul/Aug 1998.

IEEE P1484.12.1/D6.4, **Draft Standard for Learning Object Metadata**, IEEE, 2002

## **THE USE OF JAVA SIMULATIONS AS OBJECTS OF LEARNING IN THE PHYSICS EDUCATION**

***Abstract:** In the last years, several proposals were formulated with the objective of increasing our students' interest for Physics teaching. We tried somehow to develop in our students the investigation spirit, abstraction to aid in the understanding of physical phenomena. One in the ways concerns the use of the computer science in all the areas of the knowledge, especially in the Physics. In this work we explored the solution of the system mass-spring, trying to show to the student the physical phenomenon in each situation for him chosen. Through a simulation in Java, the student will have access to the system, opting for the simple harmonic motion, damped motion and finally the forced motion. To each option, the student can identify in the differential equation the most important parameters, as well as, to visualize the oscillatory motion of the block in real time.*

***Key-words:** Physics Education, Simulations, Java Applets, System Mass-Spring, Learning Objects.*