



## **USO DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO *INTERACTIVE PHYSICS* COMO FERRAMENTA DE APOIO AO PROFESSOR EM SALA DE AULA NO ENSINO DE OSCILAÇÕES MECÂNICAS**

**Denise Marques Pinheiro** – [denise.pinheiro@maua.br](mailto:denise.pinheiro@maua.br)

**Gilberto Eiiti Murakami** – [gmurakami@maua.br](mailto:gmurakami@maua.br)

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

Escola de Engenharia Mauá

Praça. Mauá, 01

CEP 0958-900 – São Caetano do Sul – SP,

Divisão de Ciências Fundamentais

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Praça Marechal Eduardo Gomes, nº 50

CEP 12228-900 – São José dos Campos - SP.

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

**Nori Beraldo** – [nori.beraldo@maua.br](mailto:nori.beraldo@maua.br)

**Francisco Mauro Witkowski** – [francisco.witkowski@maua.br](mailto:francisco.witkowski@maua.br)

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

Escola de Engenharia Mauá

Praça. Mauá, 01

CEP 0958-900 – São Caetano do Sul – SP.

**Deborah Dibbern Brunelli** – [deborah@ita.com](mailto:deborah@ita.com)

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

Divisão de Ciências Fundamentais

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Praça Marechal Eduardo Gomes, nº 50

CEP 12228-900 – São José dos Campos - SP.

**Resumo:** Neste artigo, apresentamos a descrição do uso do software de simulação de sistemas mecânicos denominado *Interactive Physics*, como ferramenta de apoio ao professor em sala de aula, num curso presencial de física básica ministrado numa escola de engenharia. O assunto escolhido foi o de oscilações mecânicas, onde foram discutidos os seguintes casos: oscilações amortecidas e oscilações forçadas. A escolha desses tópicos é especialmente interessante devido à dificuldade natural que alunos têm de interpretar as soluções das equações diferenciais que regem esses movimentos. Nesse sentido, o *Interactive Physics* é uma ferramenta simples e bastante versátil, pois podemos criar situações onde as variações de todos os parâmetros envolvidos nos problemas podem ser realizadas e em tempo real o sistema responde na forma de animações e gráficos. Na análise qualitativa dos resultados dessa experiência, apresentamos as percepções dos professores que utilizaram esse software como



*ferramenta de apoio, bem como, opiniões de um conjunto de alunos que participaram dessas aulas presenciais.*

**Palavras-chave:** *Simulação de sistemas físicos, Interactive Physics,, Oscilações amortecidas e Oscilações forçadas.*

## 1. INTRODUÇÃO

Não é mais novidade para ninguém, como tem sido amplamente apresentado em inúmeros trabalhos nos congressos de ensino de física, bem como em artigos publicados em revistas especializadas, a crescente percepção dos professores que ministram cursos de física básica nas escolas de engenharia, que está cada vez mais complicado fazer com que os alunos se motivem e interessem pelas aulas de física. Entre os muitos motivos que nos ajudam a explicar tal comportamento, sem dúvida, um deles está ligado à qualidade das informações que são apresentadas nas aulas expositivas que estão sendo ministradas hoje em dia. Dentro dessa perspectiva, como podemos nós professores de física, melhorar a eficiência e a qualidade da informação em sala de aula? Que tipo de recursos extras (informática, audiovisuais, internet) os professores podem utilizar para explicar e estimular a discussão com melhoria direta no processo de ensino e aprendizagem? De que forma esses recursos podem ser utilizados em sala de aula? Várias perguntas que são difíceis de serem respondidas, pois aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem e simultaneamente gerar interesse nos alunos por esses assuntos não é algo tão simples como pode parecer.

Este trabalho pretende jogar um pequeno facho de luz na tentativa de ajudar a solucionar parte desses problemas, sugerindo a utilização de um *software* de simulação de sistemas mecânicos, denominado *Interactive Physics*, como ferramenta de apoio ao professor dentro do ambiente da sala de aula. Esse *software* tem um grande potencial nesse sentido, pois permite a construção e modelagem de sistemas mecânicos, desde os mais simples até os muito sofisticados com um alto grau de interatividade e recursos de animação. Outra característica que é um diferencial desse *software* é a facilidade de se criar os modelos mecânicos desejados, pois o mesmo é um *software* orientado a objetos. Mas o que isso significa? Significa que o usuário não precisa ter qualquer conhecimento a respeito de nenhuma linguagem de programação específica, precisa sim, somente ter em mente o modelo a ser construído, e através da barra de ferramentas selecionar e juntar na área de trabalho os objetos que irão compor o modelo a ser analisado.

O uso de sistemas baseado com simulação está se tornando ferramenta cada vez mais poderosa, no sentido de estimular o aprendizado e muitos educadores estão usando simulações e jogos para promover a aprendizagem ao longo das últimas décadas Gredler (1996); Smaldino et al (1996); Schwartz (1989) e Tu e Lin (2012). Uma vantagem da simulação baseada em *software*, é que o processo pode se tornar mais dinâmico devido



à possibilidade de mudanças em tempo real dos parâmetros que envolvem o modelo a ser estudado, possibilitando a ilustração através de animações e recursos gráficos. Scanlon e Blake (2007) e Veen et al (2012) comentam essa facilidade mostrando algumas simulações onde os parâmetros experimentais podem ser alterados nas representações de diagramas e gráficos na simulação. Nesse contexto é que estamos propondo o uso do *Interactive Physics* como uma ferramenta de apoio ao professor dentro do ambiente da sala de aula, pois dependendo dos exemplos a serem apresentados a aula pode se tornar mais atrativa, prazerosa e interessante, onde o aluno é instigado a pensar através de uma abordagem mais lúdica e contemporânea.

Segundo Shieh (2012), durante a aprendizagem com a utilização da simulação, os alunos são incentivados a participar ativamente: para discutir, argumentar, confrontar ideias e a resolver problemas. Reizes e Magin (1989) abordam a necessidade de o aluno desenvolver uma consciência crítica e o quanto a simulação permite que isto ocorra e Giroux e Pasin (2011) comentam sobre a ajuda proporcionada pela simulação ao desenvolver habilidades de tomada de decisão e também desenvolver o trabalho em equipe.

Segundo Germano et al (2012) “A utilização de ferramentas de apoio dentro do processo ensino/aprendizagem, baseada em sistemas simulados, tem sido cada vez mais usados e discutidos nos congressos de ensino. Isso pode ser comprovado, pela ampliação de grupos de pesquisa que cada vez mais desenvolvem ferramentas para esse fim, como por exemplo, o projeto *Physics Education Tecnology (PHET)* da universidade do Colorado ([http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)) que inclusive já tem uma versão em português. Outros exemplos são: o *software* simquest (<http://www.simquest.com/>), o *software* EJS (<http://fem.um.es/Ejs/>), o site com conteúdo e simulação *Física con ordenador* (<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>) entre outros.”

Segundo Veen et al (2012) a simulação, permite que o professor possa se dedicar mais ao aluno em sala de aula devido ao ganho de tempo proporcionado por ela. Podendo utilizar o tempo para aprofundar a conceituação do fenômeno abordado.

Segundo Germano e Ando (2007) “Deve-se salientar que a simulação não é de apenas resultados numéricos, mas também dispõe de representação gráfica bidimensional animada da situação física ao longo de um período de tempo. De maneira que tal recurso visual promove auxílio incontestável à interpretação do fenômeno”.

## 2. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Baseado na discussão supracitada, apresentaremos a seguir, algumas situações bem práticas e motivadoras para o assunto oscilações mecânicas, onde a utilização do *Interactive Physics* poderia ser utilizada como ferramenta de apoio ao professor dentro do ambiente da sala de aula.

Por que é necessário que carros, motos ou outros veículos tenham sistema de amortecimento? Como funciona esse sistema de amortecimento? Como a configuração do sistema de amortecimento pode influenciar no desempenho do carro? Perguntas essas, que sem dúvida, não são simples de serem respondidas. De posse de uma estrutura adequada para realizar a apresentação, o professor abriria o *Interactive Physics* e apresentaria uma situação baseada numa simulação onde existem dois carrinhos, um com sistema de amortecimento e outro não. Antes de executar a simulação, o professor colocaria o seguinte questionamento: após os carrinhos passarem pela depressão, como em muitos buracos nas ruas de nossas cidades, o que irá acontecer? A Figura 1 ilustra uma tela da simulação com os respectivos resultados gráficos que mostram o comportamento dos carrinhos após passar pela depressão.

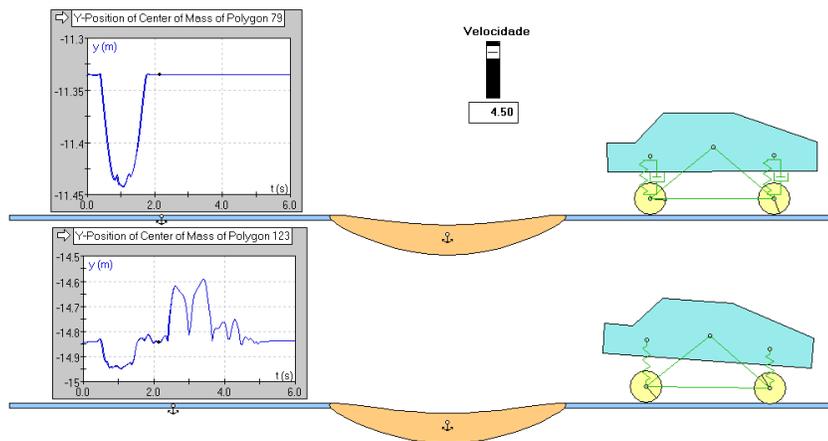


Figura 1 – Simulação do movimento de um carrinho com e sem amortecimento após passarem por uma depressão.

O objetivo desta simulação é o de comparar graficamente, os carrinhos com e sem amortecimento, apresentando o comportamento de cada um deles durante o trajeto para uma determinada velocidade que é estabelecida pelo usuário. O professor, com essa situação estabelecida, pode conduzir a aula de modo a introduzir uma discussão sobre a movimentação apresentada graficamente pelos carrinhos, e também mostrar o comportamento em função da velocidade dos carrinhos. Neste instante, poderiam ser feitos alguns questionamentos: “Qual a finalidade do amortecedor para a situação apresentada?”, “Qual a influência de uma constante elástica maior ou menor para o sistema?”, “Qual a influência de um coeficiente de amortecimento maior ou menor para o sistema?” tentando dessa forma, motivar e contextualizar o problema do movimento amortecido.

A situação colocada acima e que foi desenvolvida no *Interactive Physics*, serve de exemplo para mostrar como uma situação baseada numa simulação pode gerar uma maior motivação dentro do ambiente da sala de aula, com a condução correta do professor de física em tópicos relacionados a oscilações mecânicas.

Nos itens a seguir, apresentamos algumas simulações no *Interactive Physics* que foram usadas em sala de aula nos seguintes tópicos: movimento amortecido e movimento forçado. Esses tópicos de oscilações mecânicas são discutidos em todos os cursos introdutórios de física que são ministrados nas escolas de engenharia.

## 2.1 - DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO AMORTECIDO

Os sistemas mecânicos oscilatórios reais, em geral, estão sujeitos a forças restritivas, que alteram por completo o comportamento durante o movimento. Nesse tópico iremos analisar um sistema massa-mola que se desloca num plano vertical e que está sujeito a uma força restritiva que é proporcional a velocidade, como ilustrado na Figura 2. Vale salientar, que a força peso não está sendo considerada nesse problema, pois toda a análise está sendo feita a partir da posição de equilíbrio do sistema como podemos observar na Figura 2.

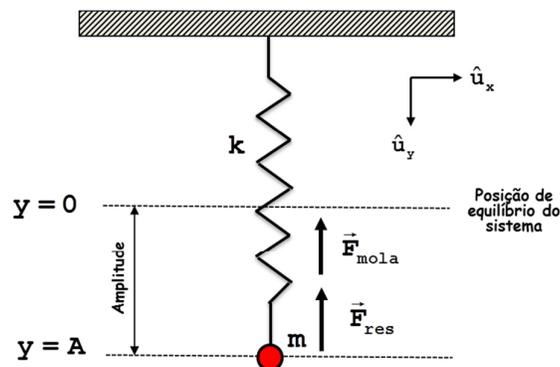


Figura 2 – dinâmica do sistema amortecido na vertical.

onde :

a força de restauração da mola é definida como :  $\mathbf{F}_{mola} = -k y \hat{j}$

a força restritiva que atua sobre a massa  $m$  é definida como:  $\mathbf{F}_{res} = -b \mathbf{v} \hat{j}$

sendo  $b$  o coeficiente de amortecimento e  $v$  a velocidade de oscilação da massa.

Segundo Young & Freedman, aplicando a 2ª Lei de Newton para essa situação temos:

$$\mathbf{F}_{mola} + \mathbf{F}_{res} = -k y \hat{j} - b v \hat{j} = m a = m \frac{d^2 y}{dt^2} \hat{j}$$



$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = -ky - bv$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dy}{dt} + \frac{k}{m} y = 0$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\gamma \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = 0 \quad (1)$$

onde  $\gamma$  é o denominado fator de amortecimento e  $\omega_0$  a frequência angular natural.

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

A equação (1) pode ter as seguintes soluções:

Para  $\gamma > \omega_0$  temos o movimento denominado super-amortecido.

$$y(t) = e^{-\gamma t} \left[ A e^{\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} t} + B e^{-\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} t} \right]$$

onde A e B são constantes de integração.

Para  $\gamma = \omega_0$  temos o movimento denominado crítico.

$$y(t) = e^{-\gamma t} [A + Bt]$$

onde A e B são constantes de integração.

Para  $\gamma < \omega_0$  temos o movimento denominado sub-amortecido.

$$y(t) = A e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \alpha)$$

onde  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$  é a frequência angular e A é constante de integração.

Vamos agora mostrar como utilizar o *Interactive Physics* para explorar os conceitos que envolvem o problema do movimento amortecido. A Figura 3 apresenta a tela da simulação de um sistema amortecido no ambiente do *Interactive Physics*. Nesta simulação, o professor pode alterar os parâmetros **b** (constante de amortecimento) e **k** (constante da mola) e ilustrar em tempo real o comportamento dos gráficos da posição *y* (curva vermelha) em função do tempo. Variando os parâmetros **b** e **k**, pode-se discutir

e analisar as possíveis soluções que foram descritas anteriormente, isto é, o movimento super-amortecido, o movimento crítico e o movimento sub-amortecido.

*Oscilação Amortecida*

$$m \frac{d^2y}{dt^2} + b \frac{dy}{dt} + k y = 0$$

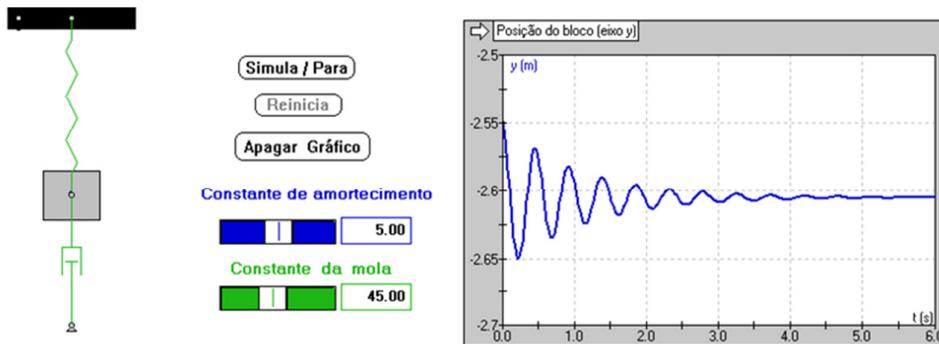


Figura 3 – tela da simulação do sistema amortecido no *Interactive Physics*.

**2.2 - DESCRIÇÃO DA OSCILAÇÃO FORÇADA**

Dentre os sistemas de oscilações mecânicas, o oscilador forçado é o mais complexo de todos que são discutidos nos cursos básicos de física que são ministrados nas escolas de engenharia. Esse sistema está ilustrado esquematicamente na Figura 4, onde podemos observar que na partícula atuam as seguintes forças: força de restauração da mola, força resistiva proporcional à velocidade e uma força externa oscilatória.

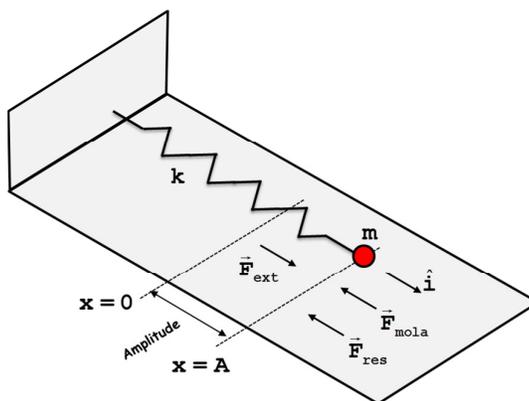


Figura 4 – simulação do sistema amortecido.

onde :

a força de restauração da mola é definida como :  $F_{mola} = -k x \hat{i}$



a força restritiva que atua sobre a massa  $m$  é definida como:  $\mathbf{F}_{res} = -b \mathbf{v} \hat{i}$

a força externa que atua sobre a massa  $m$  é definida como:  $\mathbf{F}_{ext} = F_0 \cos(\omega_d t) \hat{i}$

Segundo Young & Freedman, a aplicação da 2ª Lei de Newton para essa situação resulta na seguinte equação:

$$\mathbf{F}_{mola} + \mathbf{F}_{res} + \mathbf{F}_{ext} = -k x \hat{i} - b v \hat{i} + F_0 \cos(\omega_d t) \hat{i} = m a = m \frac{d^2 x}{dt^2} \hat{i}$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + k x = F_0 \cos(\omega_d t) \quad (2)$$

A equação (2) é uma equação diferencial não homogênea, cuja solução é :

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_H(t) + \mathbf{x}_P(t)$$

Onde  $\mathbf{x}_H(t)$  é a solução da equação homogênea abaixo que já foi discutida anteriormente:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

e  $\mathbf{x}_P(t)$  é a solução da equação particular:

$$\mathbf{x}_P = B \cos(\omega_d - \varphi)$$

Com:

$$B = \frac{F_0 / m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega_d^2)^2 + 4 \gamma^2 \omega_d^2}} \quad \text{e} \quad \varphi = \text{tg}^{-1} \left( \frac{2 \gamma \omega_d}{\omega_0^2 - \omega_d^2} \right)$$

Vamos agora mostrar como utilizar o *Interactive Physics* para explorar os conceitos que envolvem o problema da oscilação forçada. A Figura 5 apresenta a tela da simulação de um sistema forçado no ambiente do *Interactive Physics*. Nesta simulação, o professor pode alterar vários parâmetros, tais como:  $\omega_d$  (frequência da força externa),  $F_0$  (amplitude da força externa),  $b$  (constante de amortecimento) e  $k$  (constante da mola) e ilustrar em tempo real o comportamento dos gráficos da posição  $y$  (curva vermelha) em função do tempo. A Figura 5 representa o caso em o sistema forçado entra em ressonância e a amplitude vai crescendo indefinidamente, pois o denominador da constante  $B$  da solução particular tende a zero.

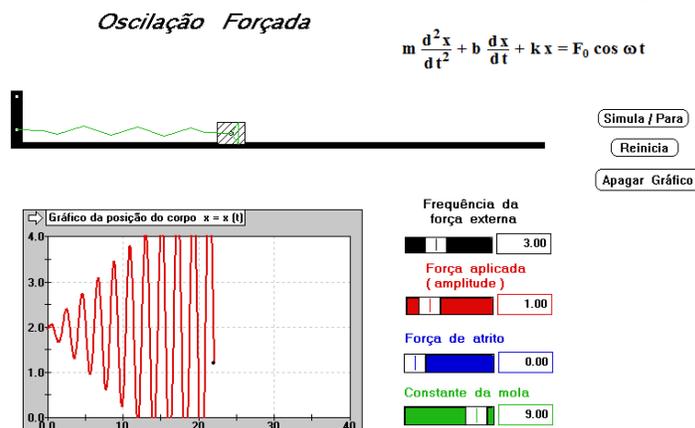


Figura 5 – tela da simulação do sistema forçado no *Interactive Physics*.

É importante lembrar, que na discussão do conteúdo conceitual dos tópicos apresentados acima, o professor contou com uso do *Interactive Physics* instalado num computador juntamente com um projetor de multimídia. Na sequência da apresentação realizada pelo professor, os alunos foram reunidos em grupo para discutir os conteúdos e a utilização do *software* para a elaboração de uma solução para o problema apresentado.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do *Interactive Physics* dentro do ambiente de sala de aula como ferramenta de apoio ao professor no ensino de oscilações mecânicas, foi feito durante os dois últimos anos (2011 e 2012) de forma sistemática, em duas faculdades de engenharia distintas e também por professores distintos. Apresentaremos de forma qualitativa as percepções dos professores envolvidos no processo, bem como da totalidade dos alunos que assistiram essas disciplinas que é da ordem de 400 pessoas. É importante salientar, que os professores envolvidos nesse processo têm experiências profissionais de pelo ao menos 20 anos de sala de aula ministrando seus cursos na forma expositiva. Dessa forma, relataremos as percepções dos professores e logo a seguir, a dos alunos envolvidos nesse processo.

Do ponto de vista de todos os professores, o uso do *Interactive Physics* foi considerado um grande avanço e muito eficiente para atender a proposta desse projeto, pois o *software* tem um grande potencial para ser usado no ambiente da sala de aula, devido aos recursos visuais de animação e da representação gráfica dos fenômenos analisados que são de excelente qualidade, o que o torna um facilitador para uma abordagem e uma melhor compreensão dos fenômenos estudados. Outro diferencial importante do *software* é a possibilidade de se efetuar de maneira muito simples, variações dos parâmetros que envolvem os problemas, com resposta em tempo real nas animações e respectivos gráficos. Entre os parâmetros envolvidos nesse tipo de



problema, podemos citar: constante elástica da mola, massa do bloco, momento de inércia, comprimento dos fios, tipos de funções de força de restauração da mola entre outros. Outro ponto forte citado e bastante elogiado pelos professores é a facilidade de se construir o modelo a ser estudado, pois o *software* é orientado a objeto e não há necessidade de se conhecer qualquer linguagem de programação para se criar o modelo físico desejado. Outras percepções citadas foram: possibilidade de diversificação dos problemas que envolvem o assunto estudado, facilidade de se efetuar uma revisão do assunto tratado na aula anterior, a não necessidade de ser especialista em informática para se construir uma simulação.

Do ponto de vista dos alunos, citaremos as opiniões que apareceram com maior frequência pela quase totalidade dos alunos envolvidos nesse modelo pedagógico que estamos relatando: as simulações usadas foram didáticas, claras e objetivas; o processo do uso da simulação tornou o ambiente da sala de aula mais dinâmico, interativo e participativo; conseguiram visualizar de maneira clara as diferenças existentes entre as oscilações amortecidas e as oscilações forçadas, bem como a influência de cada parâmetro da equação diferencial na solução dos problemas; as aplicações usadas como motivação inicial, facilitaram a visualização dos fenômenos que foram discutidos em sala de aula; entenderam melhor a parte relativa teoria, devido à exemplificação através de modelos de simulação; o gráfico acoplado à animação facilitou o entendimento do fenômeno; as aplicações ajudaram a entender a teoria, devido à dificuldade em imaginar sozinho as situações abordadas em sala; acharam as aplicações ligadas ao cotidiano das pessoas, tornando mais fácil o entendimento e o aprendizado; ocorreu um laço mais forte entre a teoria e as aplicações em sala de aula; a simulação facilita a resolução dos exercícios; sentiram-se estimulados a discutir; sentiram melhora no aprendizado sentiram-se interessados fora da sala para estudar os assuntos abordados com o uso do *Interactive Physics*.

Dessa forma, acreditamos que é necessário ampliar o escopo de aplicações para as outras áreas da mecânica e desenvolver métodos quantitativos de avaliar o processo de ensino e aprendizagem dos tópicos envolvidos. Por outro lado pudemos observar, que o uso de ferramentas de simulação, tais como essa que apresentamos nesse artigo, podem e devem ser usadas em aulas presenciais nos cursos que envolvem as disciplinas de física e não só nos cursos de engenharia. Os recursos visuais relacionados às simulações tem um apelo motivador e instigante, comprovada pela participação massiva dos alunos com suas respostas quando questionados durante as aulas. Por fim, acreditamos fortemente que o uso de ferramentas de simulações, tais como o *Interactive Physics*, pode auxiliar de forma muito positiva os professores que ministram cursos de física em escolas de engenharia, contribuindo para a melhoria do processo ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA (MEC). Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Diretrizes Curriculares para os cursos de engenharia. Resolução CNE/CES nº 11, 11 de março de 2002.

EJS, Easy Java Simulations Disponível em  
< <http://www.sc.edu/es/sbweb/fisica/default.htm>> Acesso em: 21 maio 2013.

FINKELSTEIN *ET AL.* When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 1, 010103. (2005).

GERMANO, J.S.E. E ANDO, V.F. Simulações físicas educacionais com parâmetros variáveis em *Interactive Physics*, Anais do 13º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA- XIII ENCITA/ (2007).

GERMANO, J.S.E., ET AL. Programas de simulação podem auxiliar o professor em sala de aula? Um estudo de caso do uso de programa *Interactive Physics* aplicado em oscilações mecânicas. *XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE* (2012).

GIROUX H. E PASIN F. The impact of a simulation game on operations management education. *Computers Education* 57 1240–1254 (2011).

GREDLER, M. E. Educational games and simulations: a technology in search of a research paradigm. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*. New York: MacMillan (1996).

HUGH D. YOUNG E ROGER A. FREEDMAN. *Física II - Termodinâmica e ondas*. 12ª Edição. Ed. Pearson.

PHET, *Physics Education Technology*. Disponível em:  
< [http://www.phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://www.phet.colorado.edu/pt_BR/)> Acesso em: 21 maio 2013.

REIZES J. A. E MAGIN D. J. Computer simulation of laboratory experiments: an unrealized potential. *Computers Education* 14 263-270 (1990).

SCANLON, E. E BLAKE, C. Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(6), 491–502 (2007).

SCHWARTZ, E. E REIGELUTH, C. M. An instructional theory for the design of computer-based simulations. *Journal of Computer-Based Instruction*, 16(1), 1–10 (1989).

SHIEH R.S. The impact of technology-enabled active learning (teal) implementation on student learning and teachers' teaching in a high school context. *Computers Education* 59 206–214 (2012).



SIMQUEST, Disponível em < <http://www.simquest.com/> > Acesso em: 21 maio 2013.

SMALDINO S. E., HEINICH, R., MOLENDIA, M. E RUSSELL, J. D. Instructional media and technologies for learning (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall (1996).

TU Y.Z. E LIN Y.L. The values of college students in business simulation game: A means-end chain approach. Computers Education 58 1160–1170 (2012).

TWICKLER R. G., RANAWEERA M. P. E RESMAN M. F. An application of interactive computer Graphics for simulation of vibratory Systems. Computer Education 6 373-379 (1982).

VEEN J.T., RUTTEN N. E JOOLINGEN W.R. The learning effects of computer simulations in science education. Computers Education 58 136–153 (2012).

### **USE OF INTERACTIVE PHYSICS SIMULATION SOFTWARE AS A TOOL TO SUPPORT THE TEACHER IN THE CLASSROOM TEACHING OF MECHANICAL OSCILLATIONS.**

**Abstract:** *In this article we give a detail description of simulating software of mechanical systems called Interactive Physics as a tool to support the teacher in the classroom, in course in physics taught in a school of engineering. The subject chosen refers in particular to the mechanical oscillations where some topics were approached, such as damped and forced oscillations. The choice of these topics is especially interesting due to the natural difficulty that students have to interpret the solutions of the differential equations govern these motions. The Interactive Physics is a simple and versatile tool for education because we can create situations where the variations of all parameters involved in the problems can be performed in real time based on variable entries which evokes instantaneous answers in real time. Moreover the results could be submitted in animation form and graphics. The present study additionally include also an qualitative analyses of the professors who already used the discussed software as a support tool, as well as opinions of a group of students who participated in this classroom such as an effective education tool, their perceptions, opinions and suggestions.*

**Key-words:** *Simulation of physical systems, Interactive Physics, damped oscillations and forced oscillations.*