



UMA NOVA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA NO CICLO BÁSICO DO ITA

José Silvério Edmundo Germano – silverio@fis.ita.br

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Departamento de Física – IEFF
Praça Marechal Eduardo Gomes, n 50
Bairro – Vila das Acácias
São José dos Campos – SP
CEP - 12228-900

Marcos Vogler – vmarcos@fis.ita.br

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Departamento de Física – IEFF
Praça Marechal Eduardo Gomes, n 50
Bairro – Vila das Acácias
São José dos Campos – SP
CEP - 12228-900

Resumo:

Nos últimos anos, temos acompanhado um rápido e surpreendente crescimento das chamadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Uma das aplicações mais importantes e desafiadoras dessas tecnologias, sem dúvida alguma, está relacionada a área da **EDUCAÇÃO**.

Como essas tecnologias podem auxiliar na melhoria do processo ensino-aprendizagem? Uma das possíveis respostas para essa difícil questão, está relacionada à descoberta de quais são os procedimentos mais adequados, que o professor pode e deve implementar no dia a dia em sala de aula, de forma que todas essas tecnologias possam ser agregadas ao seu cotidiano e utilizadas como ferramentas auxiliares didático-pedagógica, possibilitando uma melhoria da qualidade da informação. Nesse sentido, nos últimos anos, vem-se implementando no Departamento de Física do ITA (IEFF) uma nova METODOLOGIA de Ensino para a Física Básica, utilizando-se essas tecnologias, visando aumentar a motivação do aluno e a eficiência do processo ensino-aprendizagem. Neste trabalho apresentamos tanto as atividades em desenvolvimento, como as principais experiências e resultados qualitativos e quantitativos obtidos até o presente momento.

Palavras-chave: *Ensino de física, processo ensino-aprendizagem, Tecnologias da Informação e Comunicação*

1. INTRODUÇÃO

Os cursos de Física que são ministrados nos dois primeiros anos na maioria das universidades no Brasil estão baseados no seguinte formato: aulas teóricas expositivas (giz e quadro negro), trabalhos a serem efetuados em casa e (quando possível) aulas de laboratório.

Hoje em dia, com uma série de programas na área da física (software) de excelente qualidade gráfica e fácil interatividade, já é possível efetuar em microcomputadores com



bastante eficiência, simulações de complexos sistemas físicos, que antes só poderiam ser realizados em um laboratório real. Uma das grandes vantagens do uso do microcomputador para efetuar tais simulações, é que o aluno tem a chance de por "as mãos na massa" e pode, individualmente e em seu próprio ritmo, testar os conceitos aprendidos em sala de aula e aventurar-se em busca de novas situações físicas. Já existem programas nas áreas de Mecânica, Eletricidade e Ondas, que podem perfeitamente ser utilizados dentro do ambiente da sala de aula (que devem adaptadas para tanto), como uma poderosa ferramenta auxiliar ao professor na sua árdua tarefa de ensinar física.

Uma forma alternativa de simular alguns fenômenos dentro da sala de aula, seria efetuar montagens experimentais em aulas teóricas, que na maioria das vezes acabam por não atingir o objetivo principal de ilustrar o fenômeno físico desejado. Isso decorre dos seguintes motivos:

- Deficiência na aparelhagem disponível para a montagem das experiências. No ensino básico brasileiro, sabemos que isso é usual, pois poucas escolas têm condições de adquirir aparelhagem para efetuar tais experiências. Tais simulações exigem grande quantidade de equipamentos para coletar e representar os dados do fenômeno físico de uma forma que seja didaticamente conveniente.
- Restrita possibilidade de alterar parâmetros essenciais decorrente da rigidez do arranjo experimental. Por exemplo, montagens experimentais que efetuam demonstrações unidimensionais dificilmente podem ser transformadas em arranjos mais elaborados (durante a aula). Afinal, na maioria das vezes os equipamentos necessários para se efetuar experiências mais sofisticadas são extremamente caros e portanto, inviáveis de serem adquiridos pela grande maioria das escolas.

Considerando as argumentações acima citadas, e com o crescente barateamento dos sistemas baseados em multimídia a cada dia que passa, é possível, viável e eficaz a utilização destes equipamentos pelos professores, como um poderoso recurso didático auxiliar, dentro do ambiente da sala de aula. O microcomputador pode, sem qualquer dúvida, ajudar a efetuar de maneira bastante eficiente, didática e precisa, as simulações dos fenômenos físicos principalmente durante uma aula teórica. Esse tipo de experiência, isto é, a utilização de recursos audiovisuais como um recurso didático auxiliar no ensino da física básica, já vem sendo desenvolvida com sucesso nos últimos anos, nos cursos de Mecânica da Partícula e Mecânica do sistema de várias Partículas, que são ministrados no 1º ano de engenharia no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). A idéia inicial de introduzir essa técnica de ensino nos cursos básicos de Física no ITA, era verificar aceitação e o comportamento dos alunos com respeito a essa nova METODOLOGIA. O resultado dessa experiência educacional é muito positiva, e o material didático desenvolvido nos últimos anos já vem sendo utilizado com regularidade, tanto pelos professores quanto pelos alunos nos cursos de física básica do ITA.

Desenvolver esse tipo de trabalho em microcomputadores, oferece uma série de vantagens em relação aos experimentos tradicionais. Entre algumas dessas vantagens, podemos citar:

- a grande portabilidade do equipamento;
- a possibilidade de utilização de recursos gráficos de alta definição;
- as simulações podem ser efetuadas de uma maneira muito mais realista, isto é, em duas ou três dimensões com animações e etc;
- os alunos podem interagir, fornecendo parâmetros para a simulação;



Outras fontes de material didático de excelente qualidade, que também são usados com regularidade em nossos cursos, são os filmes sobre fenômenos de física que temos em nossa biblioteca. Dentre os filmes utilizados podemos citar: Universo Mecânica, The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations, Physical Science Study Committee (PSSC).

2. PROJETO DESENVOLVIDO NO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DO ITA

Neste artigo, vamos mostrar exemplos dos materiais didáticos que já foram desenvolvidos até o momento, e que vem sendo sendo utilizados com regularidade no cotidiano das aulas. As salas de aula precisaram passar por um processo de adaptação a essa nova realidade, onde em cada uma delas foi instalado: quadros brancos, microcomputador acoplado a um projetor LCD e interligado à internet, videolaser, DVD player, videocassete e TV de 29”.

Como um exemplo da filosofia que estamos adotando na construção de todo o material didático, vamos considerar o seguinte exemplo que é um dos assuntos mais discutidos no estudo da física: o pêndulo simples. Nesse problema, procuramos resolver a equação diferencial que rege o movimento do pêndulo na forma mais completa possível, inclusive levando em conta efeitos relativos ao atrito do ar, ângulos grandes, etc... Dessa maneira, a equação é não linear e de solução muito complicada, precisando de métodos numéricos para resolvê-la. Quando o assunto for abordado a nível de 3º grau, o professor poderá explorar o problema de uma forma mais abrangente, isto é, levando em consideração todos os efeitos citados e podendo alterar os vários parâmetros que envolvem o problema. Quando o mesmo assunto for discutido a nível de ensino médio, simplesmente não se considera nos dados de entrada do problema as variáveis mais complicadas (zerando as mesmas), efetuando assim, a simulação clássica e tradicional desse problema.

Uma outra proposta na construção desse material, é que o mesmo possa ser usado tanto da maneira convencional (demonstrações durante as aulas teóricas em salas de aula por professores), bem como pelos alunos como uma complementação dos ensinamentos que recebeu durante as aulas teóricas de Física básica. Nesse sentido, estão em funcionamento (com atualização semanal) na Intranet e Internet as páginas dos cursos de teoria (Mecânica da partícula e Mecânica do sistema de partículas), onde todo esse material didático que é utilizado pelo professor dentro da sala de aula é transportado para a página, dando uma grande flexibilidade de estudo ao aluno, pois o mesmo pode usar esse material na hora que for de sua conveniência e quantas vezes for necessário. Os cursos citados estão disponíveis nos seguintes endereços: www.fis.ita.br/fis12 e www.fis.ita.br/fis24.

Além do objetivo principal de auxiliar o ensino de Física, a utilização de todas essas tecnologias de informação tem o importante papel de estimular o interesse dos alunos e professores por práticas computacionais, procurando assim aproximar e estimular ao máximo o uso do computador, ferramenta atualmente muito importante e até mesmo indispensável em todas as áreas da Ciência.

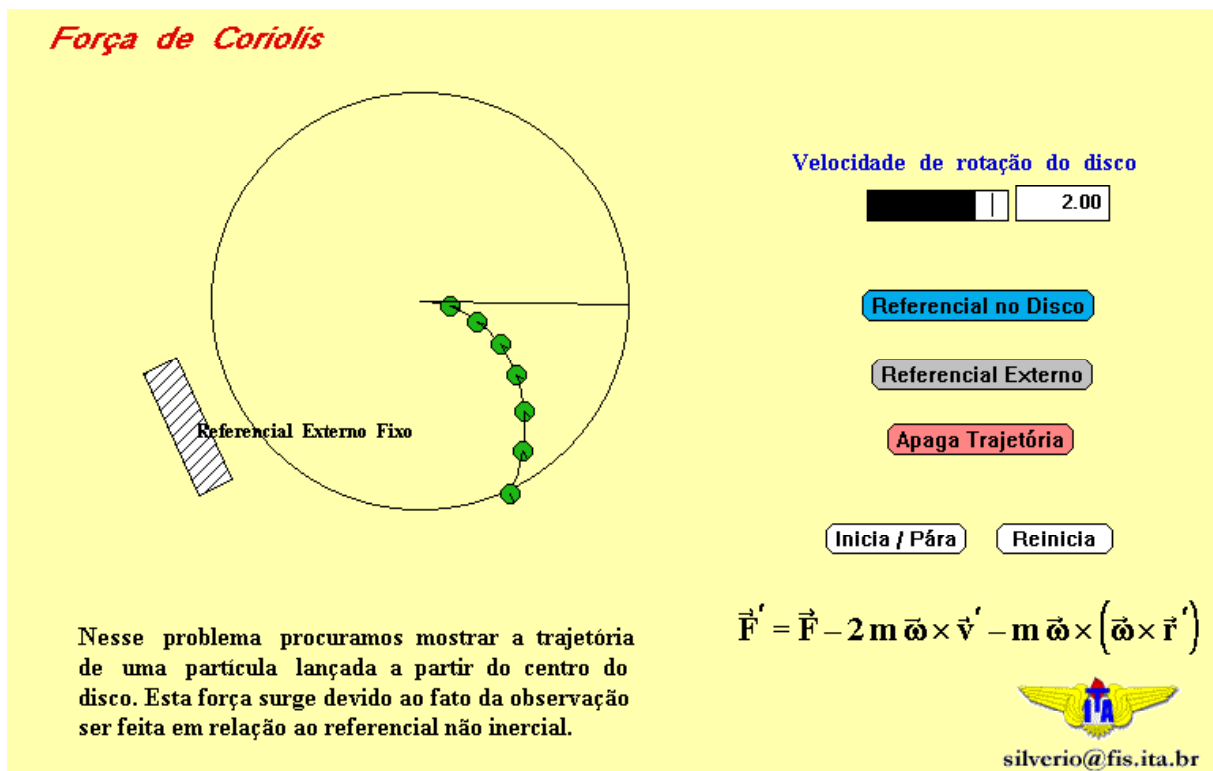
Atualmente todo o curso de mecânica já está funcionando nesse formato, e estamos trabalhando no sentido de completar toda a nossa grade de física, acrescentado a parte de eletricidade, magnetismo e física moderna.

3. SIMULAÇÕES DE FENÔMENOS FÍSICOS

3.1 - Simulações desenvolvidas no Interactive Physics[®]


Esse software efetua simulação de fenômenos físicos, com forte ênfase a sistemas mecânicos. O programa é extremamente poderoso, preciso e de fácil manipulação, podendo ser utilizado com certa facilidade por usuário sem qualquer conhecimento prévio de linguagem de programação. Por outro lado, o usuário precisa ter bom conhecimento em física básica e uma idéia bem clara da simulação que deseja efetuar. Temos usado com regularidade esse programa dentro do ambiente da sala de aula, para discutir situações físicas reais cujo o processo de visualização não é trivial. Abaixo mostraremos exemplo de duas situações físicas: Este problema simula a trajetória de uma bola que é lançada sem atrito sobre um disco girando com velocidade w . Na duas figuras a seguir mostramos o efeito da força de Coriolis nas trajetórias vistas a partir do referencial não inercial.

Força de Coriolis



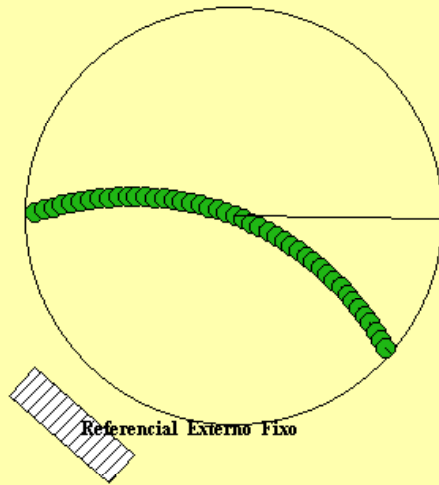
Velocidade de rotação do disco

Nesse problema procuramos mostrar a trajetória de uma partícula lançada a partir do centro do disco. Esta força surge devido ao fato da observação ser feita em relação ao referencial não inercial.

$$\vec{F}' = \vec{F} - 2m\vec{\omega} \times \vec{v}' - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$


silverio@fis.ita.br

Bola rolando em cima de um disco



Velocidade de rotação do disco

0.20

Referencial no Disco

Referencial Externo

Apaga Trajetória

Inicia / Pára

Reinicia

Nesse problema é lançada uma partícula a partir da extremidade do disco. Com respeito a um referencial ligado ao disco, qual é a trajetória da partícula ?

$$\vec{F}' = \vec{F} - 2m \vec{\omega} \times \vec{v}' - m \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$



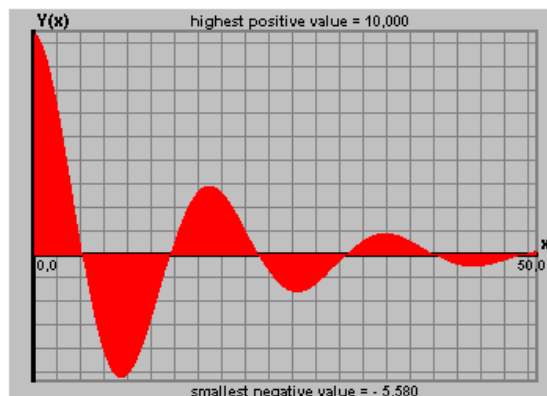
silverio@fis.ita.br

3.2 - Simulações Utilizando linguagem Java

Nos exemplos a seguir usamos a poderosa linguagem de programação Java, para explorar simulações de sistemas mecânicos cujas equações envolvidas não são de solução simples a nível da física básica que é ministrada no 1º ano de engenharia.

Sistema massa-mola com amortecimento

ODE: $ay'' + by' + cy = F_0 \sin(\omega x - \phi)$



MOUSE OUT OF CANVAS

ANIMATION STANDING BY



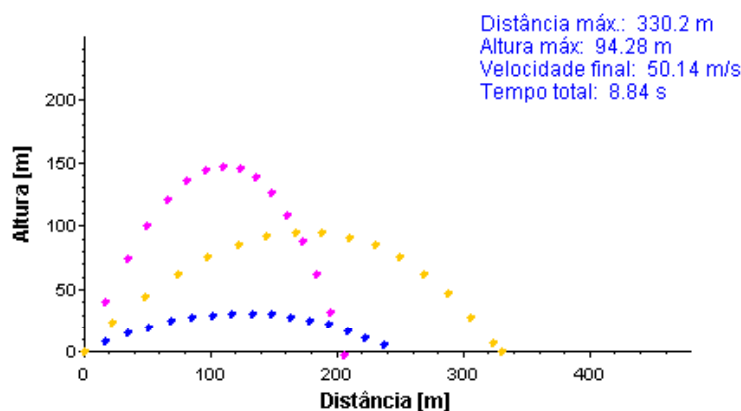
silverio@fis.ita.br

ANIMATION

a =	1.5
b =	0.2
c =	0.2
F0 =	0
w =	5
phi =	0
y(x0) =	10
y'(x0) =	0
x0 =	0
xf =	50
POSITION	
SPEED	
CLEAR	

Fill area

Movimento de projéteis com resistência do ar



air resistance show trails

Velocidade [m/s]

Ângulo [graus]

Massa [kg]



silverio@fis.ita.br

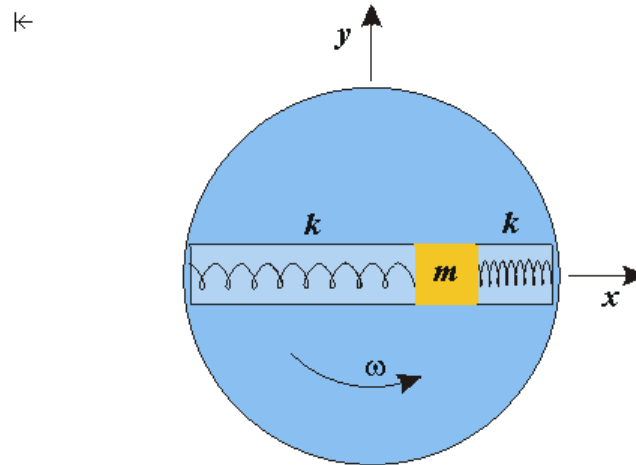
3.3 - Simulações utilizando o software Mathematica[®]

Procuramos usar o Mathematica como uma ferramenta auxiliar na solução de problemas de física mais complexos, que envolvam equações cujas soluções não são triviais do ponto de vista da Matemática. Uma outra característica poderosa do Mathematica que também é bastante explorada, é a construção de gráficos em 2D e 3D.

Uma plataforma circular gira com uma velocidade angular $\omega = Cte$ em torno do próprio eixo de simetria, que é vertical e fixo em relação à Terra, suposta ela mesma um referencial inercial. Na plataforma existe um sulco diametral ao longo do qual desliza um bloco metálico, de massa m . Os extremos de duas molas idênticas estão ligados ao bloco e a pontos convenientes da plataforma, sendo que as molas se conservam sempre paralelas ao sulco diametral (conforme está indicado na figura). Sabendo que são irrelevantes os possíveis atritos, assim como as massas das molas e as dimensões geométricas do bloco, e que é igual a $5m\omega^2$ a constante elástica de cada uma das molas, que quando o bloco estiver no centro da plataforma as molas não estarão nem comprimidas nem distendidas, e que durante o movimento do bloco é igual a A a distância máxima entre ele e o centro da plataforma:

- Demonstre que é periódico o movimento do bloco, relativo à plataforma, e calcule o período de tal movimento;**
- Calcule o módulo da reação vincular que a plataforma exerce sobre o bloco quando este estiver passando no centro da plataforma.**

Esboço do problema físico



Limpendo as variáveis

```
Off[General::"spell1"]
Off[General::"spell"]
ClearAll["Global`*"]
```

Equações envolvidas no problema

$$\vec{F}' = \vec{F} - 2 m \vec{\omega} \times \vec{v}' - m \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$

Estudo na direção do movimento

$$m \frac{d\vec{v}'}{dt} = \vec{F}_e - m \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$

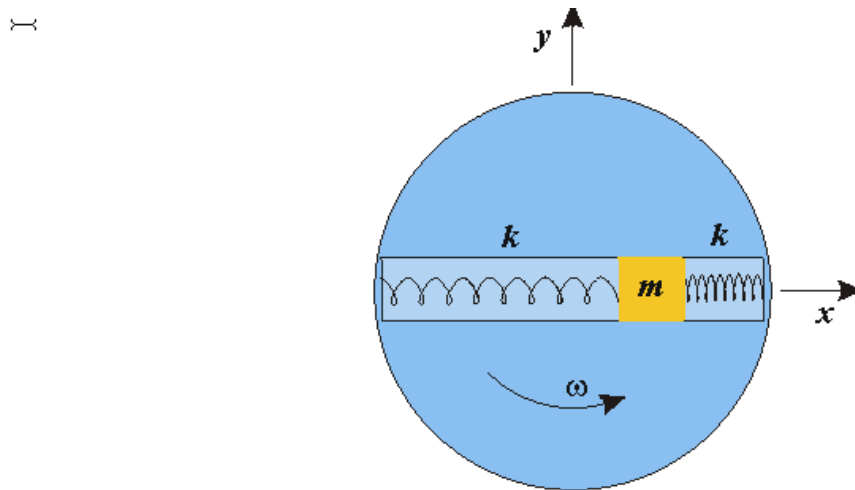
$$m \frac{d\vec{v}'}{dt} = \vec{F}_e - m \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$

$$m \frac{dv'}{dt} = -2 k x' + m \omega^2 x'$$

para $k = 5 m \omega^2$

$$\frac{d^2 x'}{dt^2} + 9 \omega^2 x' = 0$$

A equação acima representa um movimento oscilatório. O coeficiente de x' , $9\omega^2$, está relacionado com o quadrado da



Cálculo da reação normal

$$\vec{N} = 2 m \omega v' \hat{u}_z \times \hat{u}_x - m g \hat{u}_z$$

$$\vec{N} = 2 m \omega v' \hat{u}_y - m g \hat{u}_z$$

Solução da equação diferencial

$$\frac{d^2 x'}{dt^2} + 9 \omega^2 x' = 0$$

$$x_{\text{linha}}[t_] = A \text{Cos}[3 \omega t]$$

$$A \text{Cos}[3 t \omega]$$

$$v_{\text{linha}}[t_] = \partial_t x[t]$$

$$-3 A \omega \text{Sin}[3 t \omega]$$

$$\text{tempo} = \text{Solve}[x[t] == 0, t]$$

$$\left\{ \left\{ t \rightarrow -\frac{\pi}{6 \omega} \right\}, \left\{ t \rightarrow \frac{\pi}{6 \omega} \right\} \right\}$$

$$t = \text{tempo}[[2, 1, 2]]$$

$$\frac{\pi}{6 \omega}$$

$$\text{normal} = \{0, 2 m \omega v_{\text{linha}}[t], -m g\}$$

$$\{0, -6 A m \omega^2, -m g\}$$



3.4 - Modelo da página do curso

Na figura abaixo, está ilustrada a página de entrada que está disponível na Internet do curso de Mecânica da partícula (www.fis.ita.br/fis12) que é ministrado no 1º semestre do 1º ano do curso de engenharia do ITA. Nessa página disponibilizamos semanalmente todas as informações que são importantes dentro das atividades do curso. Entre essas informações podemos citar :

- 1 – notas de aula na forma de slides da teoria ;
- 2 – soluções detalhadas dos exercícios que são discutidos em sala de aula ;
- 3 – soluções de problemas mais complexos que são resolvidos utilizando o programa Mathematica ;
- 4 – simulações das situações físicas discutidas, utilizando o programa Interactive Physics;
- 5 – gabarito das provas aplicadas.
- 6 - exercícios desafio ...

The image shows a screenshot of the FIS12 course website. At the top, the text "CURSO FIS 12" is displayed in a large, stylized font. Below this, the text "Ministério da Defesa", "Centro Técnico Aeroespacial", and "Instituto Tecnológico de Aeronáutica" is centered. A prominent logo of the ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) is shown, featuring a yellow winged figure with a blue "ITA" in the center. On the left side, there is a vertical list of menu items, each preceded by a blue arrow icon: "Horário de aula", "Ementa do curso", "Professores", "Plano de curso", "Critério de aprovação", "Notas de aula , exercícios", and "Diversos". At the bottom of the page, there is a footer with the text: "Página construída para ser melhor visualizada na resolução 800 x 600 pontos", "Responsável : Prof. José Silvério Edmundo Germano (silverio@fis.ita.br)", and "última atualização : 20/03/2003".

3.5 - Modelo de vídeo[®]

Na figura abaixo, mostramos um frame de um modelo de vídeo da enciclopédia The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations[®] que possui 600 demonstrações, varrendo praticamente todas as áreas da física básica. Esse filmes são de excelente qualidade e tem duração de aproximadamente 2 minutos. Desta forma, podem ser bastante explorado, dentro do ambiente da sala de aula, sem perda significativa do tempo de cada aula que é de 50 minutos



4 - COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÃO

Neste trabalho, procuramos mostrar algumas das atividades na área de ensino de física, que estão sendo desenvolvidas dentro do departamento de física do ITA. A melhoria da qualidade da informação nas aulas de física que são ministradas na maioria das instituições de ensino superior, bem como do ensino médio, necessariamente tem de passar por um processo de reformulação profundo, com a inclusão de recursos de modelagem computacional, filmes, Internet Essas novas Tecnologias de Comunicação e Informação, sem dúvida alguma, contribuem para o enriquecimento e aperfeiçoamento do processo ensino-aprendizagem.

Nesse projeto de ensino, todo o material didático mostrado acima (a menos dos filmes) foi desenvolvido por professores do departamento de física do ITA, com uma ativa participação dos nossos alunos de graduação que fazem o ciclo básico. Essa participação, está baseada na solução dos problemas que são propostos dentro dos cursos, utilizando para tanto, os seguintes recursos computacionais: uso do Interactive Physics®, Mathematica®, linguagem de programação JAVA, C++ e etc. O envolvimento dos alunos nesse processo foi fundamental para o sucesso desse projeto, pois quando o aluno entra no ITA existe uma resistência natural a esse novo método de ministrar as aulas, em razão de poucos terem tido contato no ensino médio com essas práticas pedagógicas. Com a inclusão dessas Tecnologias, os nossos alunos tem mostrado um maior interesse pela física, bem como melhorado seu desempenho acadêmico.



Estamos estudando a possibilidade de criar um grupo multidisciplinar, para desenvolver um sistema computacional baseado no modelo de ensino a distância, onde poderemos explorar a possibilidade ensinar física usando essa maravilhosa mídia que é a Internet.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Zacharias Z., O. R. Anderson (2003). **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 . 71 (6), 618-629.

Pearson J. (1999). **Electronic networking in initial teacher education: is a virtual faculty of education possible?**, Computers & Education, 32, 221-238.

Watkins J., Augousti A., Calverley G. (1997). **Evaluation of a physics multimedia resource**. Computers & Education, 28 (3), 165-171.

Esquembre F. (2002). **Computers in physics education**. Computer Physics Communications, 147, 13-18.

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

Wood D., Underwood J., Avis P. (1999). **Integrated learning systems in the classroom**. Computers & Education, 33, 91-108.

A NEW METHODOLOGY FOR PHYSICS TEACHING IN THE BASIC COURSE OF ITA

Abstract: *In the last years, we had a surprising growth of the calls Technologies of Information and Communication (TIC). One of the most important and challenging applications of those technologies, without any doubt, it is area of the EDUCATION. How can those technologies aid in the improvement of the process teaching-learning? A possible answer for this difficult question, is related to the discovery of the most appropriate procedures, that the teacher can implement at classroom, in such a way that those technologies can be incorporate to the daily. In that direction, we have implementing in the Department of Physics of ITA (IEFF) a new METHODOLOGY of Teaching for the Basic Physics, using these technologies, with the objective of increasing the student's motivation and the efficiency of the process teaching-learning. In this work, we presented the activities that are being developed so much and the qualitative and quantitative results obtained until the present moment.*

Key-words: *physics education, process teaching-learning, Technologies of Information and Communication*