PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA MODERNA APOIADO EM EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES VIRTUAIS.

Elcio Schuhmacher[1],Itamar Gili[2]

Abstract — *Studies show that Engineering students present difficulty in the integration and understanding of concepts associates to the physical processes. The difficulties of the students have as cause its personal interpretations of the phenomena, the alternative conceptions, that result of its experiences in the daily one or its inability to understand the model and to pass of a level of representation to another one when they search to interpret the process that describes the phenomenon. In this work the difficulties of students had been analyzed of Engineering in the learning of some concepts of the Modern Physics. The use of the computer and in special of simulation of experiments is important factors for the motivation of the learning and the use of this new technology must be made in balanced and never exclusive way.*

Word-key: Physics, Educational Technology, modeling, simulation.

INTRODUÇÃO

A realidade mostra que os alunos envolvidos na aprendizagem dos conceitos de física têm dificuldades de entendê-los. A utilização de métodos tradicionais de ensino e a ausência de metodologias que envolvam multimeios constituem-se em muitos casos a razão deste problema. O ensino atual baseado quase que exclusivamente na transmissão de conteúdos, que em muitos casos são destituídos de significados, não desenvolve as competências e habilidades científicas que se buscam nos alunos.

Segundo Borges [1], o ensino tradicional de ciências do fundamental ao superior, tem se mostrado pouco eficiente, seja tanto na perspectiva dos estudantes e professores, quanto das expectativas da sociedade.

Para Veit e Teodoro [2],” *na prática Física representa para o estudante, na maior parte das vezes, uma disciplina muito difícil, em que é preciso decorar fórmulas cuja origem e finalidades são desconhecidas. Um ensino de Física baseado na exposição de conceitos transmite uma idéia incompleta e pouco motivadora do que é a ciência e de como ela se constrói.”*

Para Moreira [3], *“a educação em ciências tem por objetivo fazer com que o aluno venha a compartilhar significados no contexto das ciências, ou seja, interpretar o mundo desde o ponto de vista das ciências, manejar alguns conceitos, leis e teorias científicas, abordar problemas raciocinando cientificamente, identificar aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais desta área. “*

A física como ciência, surge para explicar os fenômenos naturais, no qual qualquer teoria só tem significado real quando comprovada experimentalmente.

Para Moreira e Levandowski [4] *“o processo de investigação experimental é, essencialmente, um processo através do qual se vai de eventos até respostas a questões formuladas a respeito dos mesmos. Por maior que seja a capacidade de explanação de determinado professor, este defrontará com as dificuldades de expor um fenômeno físico dinâmico a partir de recursos estáticos que dispõem. É quase impossível, usando apenas giz e quadro negro, representar a dinâmica de um evento em uma seqüência de instantâneos – como desenhos de uma animação.”*

A forma de se transmitir conteúdos de Física necessita de uma mudança, pois a capacidade de pensar, oriunda do desenvolvimento de habilidades como a observação, a descrição, a leitura, a interpretação, a conclusão, entre tantas outras, contribui para compreensão dos conteúdos.

O ensino de Física não deve se reduzir apenas às repetições conceituais e analises matemática. O que se pretende é que os estudantes saibam utilizar os conhecimentos científicos adquiridos que os auxiliem na tomada de decisões. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em conseqüência, muitos deles não conseguem relacionar a Física com o seu cotidiano. Segundo Hestenes [5] os métodos tradicionais de ensinar Física são inadequados. Como afirmam Lawson e McDermott [6];

“ não é de admirar falhas na aprendizagem, se conceitos complexos e difíceis de visualizar só forem apresentados de uma forma verbal ou textual. Devem ser divulgadas e encorajadas técnicas de instrução atraentes que coloquem a ênfase na compreensão qualitativa dos princípios físicos fundamentais. “

A necessidade de diversificar métodos de ensino para contrariar o insucesso escolar ajudou no uso crescente do computador no ensino da Física. A utilização de programas apropriados, por exemplo, de modelagem e/ou simulação, vêem a facilitar o ensino.

1 Elcio Schuhmacher, Dr. , Departamento de Física , Universidade Regional de Blumenau - FURB, Rua Antonio da Veiga, 140 , 89012.170 - Blumenau – SC, Brazil, elcio@furb.br
2 Itamar Gili, Departamento de Física, Universidade Regional de Blumenau – FURB, Rua Antonio da Veiga, 140, 89012.170 - Blumenau SC, Brazil, itamar.gili@gmail.com

O uso do computador em uma simulação ou na modelagem do ambiente real é uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar Física.

SIMULAÇÕES NA APRENDIZAGEM

Simulações são modelos simplificados da realidade, que oferece ao aluno uma maneira de compreender uma parte de um acontecimento que seria impossível de ser visualizado em nosso mundo real.

A Física surge para explicar os fenômenos naturais, sempre sujeita a reformulações, no qual qualquer teoria só tem significado quando comprovada fazendo-se uso da matemática que desempenha um papel fundamental nesta representação. O uso da matemática como ferramenta se deve principalmente pelo fato de ela poder ser usada como forma de representar e descrever os fenômenos e não tanto de explicá-los. Isto é, utilizando-se equações, é possível modelar fenômenos que estão presentes no nosso cotidiano, usando para isto de um computador. Um modelo é uma representação simplificada de uma parte da nossa realidade. Quando são relacionados com acontecimentos dinâmicos, os modelos são facilmente perceptíveis se providenciamos uma animação que exiba a sua evolução temporal.

Conteúdos abordados no ensino de Física são baseados em modelos dinâmicos e estabelecem relações matemáticas de tempo e quantidades físicas. Desta forma, a utilização de simulações computacionais para o ensino da física pode ser vista sob dois aspectos: a utilização de animações do movimento de um corpo em estudo e a sua representação na forma de gráficos; e que permitem uma melhor compreensão dos aspectos matemáticos e físicos que envolvem o conceito em estudo. Uma vantagem dos programas de simulação é a possibilidade de construir diversas representações de uma mesma situação.

As simulações podem ser consideradas, a solução de muitos problemas que professores de física enfrenta ao tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiado abstratos para serem visualizados pela descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados por meio de uma figura estática. Elas possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho realizado na Universidade Regional de Blumenau para a disciplina de Física Experimental para o curso de Ciências da Computação enfatiza o apoio no tripé constituído por:

- ✯ DEMONSTRAÇÃO REAL;
- ✯ MANIPULAÇÃO VIRTUAL;
- ✯ TRATAMENTO DE DADOS.

O que é uma demonstração real? É a realização da experiência na qual o fenômeno físico ocorre diante do aluno e é por ele visualizado ou medido e, quando necessário, repetido. E que na seqüência é solicitado ao aluno fazer o tratamento matemático dos dados: construção e análise de gráficos, cálculos de valores relevantes para a experiência, discussão dos princípios físicos a serem confirmados.

Na atividade de manipulação virtual utiliza-se de aplicativos que simulam os eventos físicos na tela do monitor do computador. Nesta etapa de simulações, o objetivo é:

1. utilizar das equações matemáticas presente nos livros;
2. modelar e comprovar os resultados obtidos na demonstração;
3. observar a influência de fatores ausentes ou desprezados no experimento real.

A demonstração e a manipulação virtual são formas de ensinar Física que, quando usadas em conjunto, enriquecem e complementam o ensino e que podem servir como uma etapa preparatória para realização de atividades em laboratórios reais. O programa "Modellus" foi usado como ferramenta de modelagem aplicada à disciplina de Física Instrumental.

O programa Modellus permite a construção e simulação de modelos de fenômenos reais a partir das equações matemáticas. O aluno ao inserir as equações no programa pode visualizar e simular tal fenômeno, possibilitando assim uma análise diferenciada da situação e oferece a possibilidade de refletir e analisar os modelos. A vantagem do programa é que o mesmo permite que estudantes interajam com os fenômenos que estão sendo estudados de forma dinâmica, ao contrário da forma estática que estamos acostumados a lidar em sala de aula.

O programa pode ser considerado como animação interativa, e considerado como ferramenta computacional que auxilia a construção do conhecimento, e ser usado para ressignificar o conhecimento mediante significados claros, estáveis e diferenciados previamente existentes na estrutura cognitiva do aluno [7].

A essência do processo de aprendizagem significativa indica que as idéias expressas simbolicamente, são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Esta relação significa que as idéias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, como por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo. Segundo David Ausubel,[8]" *a aprendizagem significativa só ocorre quando o material a ser aprendido é "ancorado" em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Por este processo a nova informação interage como uma estrutura de conhecimento específica, chamada subsunçor.*" Quando o material aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, Ausubel chama de aprendizagem mecânica, onde

as novas informações são aprendidas sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.
A teoria da aprendizagem significativa é "uma teoria construtivista já que dá muita relevância às concepções prévias de cada aprendiz e considera a sua operacionalização uma construção pessoal e idiossincrática" [9].
Como forma de auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, o programa de modelização *"Modellus"* vem a corroborar a visão sobre o processo de aprendizagem que fundamenta a utilização de softwares de caráter exploratório. O programa provê uma representação múltipla, onde o usuário pode criar, ver e interagir com as representações analíticas, analógicas e gráficas dos objetos matemático.
Do ponto de vista educacional incorpora tanto o modo expressivo, onde os alunos constroem seus próprios modelos e as formas de representá-los; quanto o modo exploratório utilizando atividades modeladas por outros [11].
O uso do *Modellus* como ferramenta cognitiva mediadora, aplicada ao ensino da disciplina de física, foi o objeto desta pesquisa.

EXPERIMENTO

A população alvo desta pesquisa foi formada por alunos dos cursos de engenharia de telecomunicações e elétrica da disciplina de Física Experimental, os participantes da pesquisa foram voluntários e os trabalhos realizados foram extraclasse de aula. A investigação ocorreu durante o segundo semestre de 2007, na qual foram realizadas aulas práticas no laboratório de Física, com o objetivo de esclarecer dúvidas dos alunos a respeito dos conceitos a serem discutidos posteriormente e obtenção de dados.
O programas *Modellus* foi utilizado como ferramenta de apoio a aprendizagem, instalado no laboratório de Física e foram modeladas as seguintes atividades:

- Queda livre;
- Pêndulo simples.

Todos os conceitos e/ou quantidades físicas desenvolvidas nas atividades tem como variável independente o tempo, o que permite obter animações dinâmicas, possibilitando o uso dos programas de animação.
Nas simulações foram usados os dados obtidos no laboratório num processo de comparação com as simulações, na qual foram utilizados modelos matemáticos.
Durante as atividades os alunos trabalharam os seguintes aspectos da aprendizagem exploratória:
• Visualização gráfica e conseqüente interpretação;
• Observação das trajetórias dos movimentos;
• Interpretação matemática das representações gráficas, analíticas e analógicas.
• Análise das relações entre as grandezas.
No primeiro momento, fez-se experimento de queda livre de um corpo, aonde foram realizadas medidas de um corpo em queda livre. Antes da tomada de dados, discutiram-se algumas questões tais como: trajetória do movimento durante a queda, altura e tempos nos intervalos de queda, em seguida foram realizadas as medidas de altura e tempo de queda usando de sensores (Photogates) e montado os gráficos para o cálculo da velocidade e aceleração. Posteriormente foram discutidas com os alunos as relações envolvendo a variação da energia cinética, da energia potencial gravitacional e da velocidade de queda.
No segundo momento usou-se do *Modellus* para modelar o experimento usando das equações de queda livre e observar graficamente o movimento simulado pela equação matemática.
O segundo experimento foi o movimento de oscilação produzido por um pêndulo simples. Neste experimento foram discutidas, com os alunos, questões relacionadas com velocidade, aceleração, forças envolvidas no movimento e a oscilação que acontece em termos de energia potencial e cinética. Foram coletados os dados referentes ao experimento tais como: período de oscilação, comprimento do fio e mudança de massa.
No programa *Modellus* colocaram a equação matemática que descreve o movimento de oscilação do pêndulo simples e observaram a período de oscilação do mesmo quando da mudança de comprimento e gravidade.Figura 1.

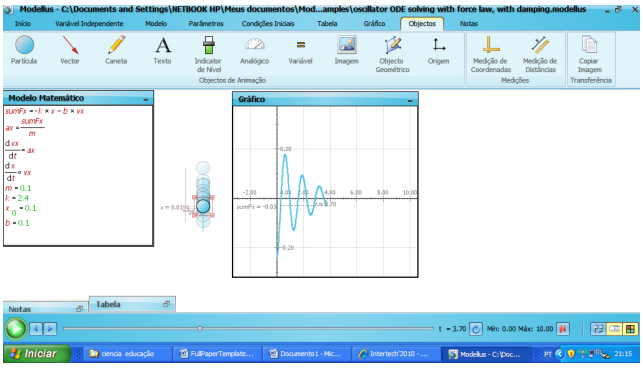

FIGURA. 1
TELA DO PROGRAMA MODELLUS USADA PARA EXPLICAR O MOVIMENTO DE OSCILAÇÃO.

Em todas as atividades, ao aluno foi apresentada a possibilidade para modificar as grandezas e observar as múltiplas representações das atividades: gráficos, tabelas, animações e modelos matemáticos.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na avaliação dos resultados foi elaborado um questionário contendo 4 questões que tinham como objetivo quantificar a atitude dos alunos em relação aos objetos de aprendizagem, utilizando uma escala de atitude do tipo Likert [13]; na escala do tipo Likert, dá-se aos sujeitos uma proposição e eles devem expressar sua posição sobre a declaração que ela contém. Para cada declaração os sujeitos são solicitados a indicar sua atitude em relação a ela e o grau em que são afetados. Pede-se que assinalem suas respostas segundo a intensidade de sua concordância ou discordância.
O questionário utilizado investigou os seguintes pontos:

1) Você tem dificuldades para entender os conceitos de Física, que são dados dentro da sala de aula?
(Muito difícil, Difícil, Nem difícil nem fácil, Fácil, Muito fácil).
2) Você acha que o uso simulações, facilita o entendimento da Física?
(Não facilita nada, Não facilita, Tanto faz, Facilita sim, Facilita muito).
3) Você já usou o computador da sua casa para realizar alguma experiência da disciplina de Física?
(Sim ou Não).
4) Você acha importante realizar experiências, pesquisa e animações de Física no computador?
(Não importante, Pouco importante, Tanto faz, Importante, Muito importante).

A questão 1 foi respondida antes do começo das atividades de simulação. Do total 68% responderam que apresentam dificuldades significativas na aprendizagem de física, enquanto que apenas 6% não encontram dificuldades na disciplina.

Na questão 2, obteve-se que 64% dos alunos encontraram grande facilidade no entendimento da Física ao utilizarem dos programas de simulação. Ou seja, a utilização de programas como apoio na realização de experiências vêem a facilitar o ensino e estimula a aprendizagem. O que vêem a reforçar o conceito de que as novas tecnologias oferecem um grande número de possibilidades para ajudar a resolver alguns problemas concretos do ensino de física.

A questão 3 obteve-se que apenas 3% dos alunos já utilizaram o computador em casa para algum tipo de simulação ou animação, objetivando o aprendizado da física. Ou seja, mesmo que o aluno conheça inúmeros programas computacionais e "navegue" na Internet é pouco provável, que ele tenha executado ou observado a simulação de um fenômeno da física no computador da sua casa.

Na questão 4 é possível perceber o grau de importância, para os alunos, da existência de um laboratório de física e virtual para o ensino da disciplina de Física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da grande quantidade de simulações e animações interativas que são possíveis de serem encontradas na rede mundial de computadores, poucos são os relatos do uso, de forma contextualizada, no ensino/aprendizagem de física aplicada no ensino médio. Importantes Instituições de Ensino trabalham com pesquisas e Núcleos de Construção de Objetos de Aprendizagem, que buscam atender uma demanda para construção de animações interativas de física. As dificuldades naturais do ensino tradicional de ciências relacionadas às representações dos fenômenos, os poucos laboratórios existentes e o ensino exclusivamente instrucionista, parecem distanciar e desmotivar o aluno do ensino médio. Este mesmo que já possui um conhecimento prévio sobre tecnologia da informação, no que tange a utilização de sites de relacionamento e busca, chats, email e blogs não encontra na escola ambiente capaz de aproveitar este conhecimento já adquirido e tão utilizado na rotina diária.

Utilizamos o *Modellus* como ferramenta computacional pedagógica de forma a mediar o ensino e aprendizagem da física, buscando diminuir esta distância tecnológica entre a escola e o aluno. Buscou-se também com a pesquisa promover a interatividade do aluno com o objeto de conhecimento produzido, como forma de construção de uma aprendizagem significativa.

Durante as aulas no Laboratório Virtual de Física, foi notório e relevante o interesse dos alunos pela disciplina, na busca da compreensão dos experimentos, conceitos, interpretação gráfica, mudança de variáveis, levantamento de hipóteses e estímulo à pesquisa.

Em resumo nossos resultados mostram que o uso do Modellus como ferramenta mediadora do ensino de Física, obteve uma aceitação acima dos 90% entre os alunos pesquisados. Com isso, entendemos que o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, contextualizados com a educação em ciências, se torna uma linguagem de fácil entendimento para alunos do ensino médio e objeto facilitador aos professores.

REFERÊNCIAS

[1] Borges, A. T. O Papel do laboratório no ensino de ciências. Colégio Técnico da UFMG (1996).

[2] Veit, E.A.; Teodoro, V.D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Rev. Bras. Ens. Fis. 24 (2002), pp 87- 90.

[3] Moreira, M. A. Pesquisa básica em educação em ciências: uma visão pessoal. In: I CONGRESSO IBER-AMERICANO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS, La Serena, Chile (1998).

[4] Moreira. M. A.; Levandowski, C. E. Diferente abordagens ao ensino de laboratório. Porto Alegre: Editora da Universidade, (1983).

[5] D. Hestenes, American Journal of Physics 55, (1987), pp 440.

[6] R. Lawson, L. McDermott, American Journal of Physics 55, (1987), pp811.

[7] Moreira, M.A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EDU (1999).

[8] Arnay, José. Reflexões para um debate sobre a construção do conhecimento na escola: rumo a uma cultura científica escolar. In Conhecimento cotidiano, escolar e científico: representação e mudança. São Paulo: Ática, 1998.

[9] Perrenoud , Philippe. Dez novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

[10] Moreira. M. A.; Levandowski, C. E. Diferente abordagens ao ensino de laboratório. Porto Alegre: Editora da Universidade, (1983).

[11] Halloun, I. – Schematic Modeling for Meaningful Learning for Physics. Journal of Research in Science Teaching , 33, Issue 9 (1996).

[12] Davies, C.H.J. Student engagement with simulations: a case study. Computers & Education, 39, p. 271 (2002).

[13] . Ludke, M.; Andre, Marli E.D.A. Pesquisa em Educacão: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U. - Editora Pedagógica e Universitaria Ltda (1986).