

ENSINANDO CONCEITOS FÍSICOS COM ATIVIDADES NO SOFTWARE MODELLUS.

Ricardo Bastos¹

Marília Paixão²

¹UENF/Departamento de Física/CEFET-Campos/ rbastos@uenf.br

²UENF/Departamento de Física/ paixaoli@uenf.br

RESUMO

Uma das características da Física é a busca de modelos que representem situações reais observadas ou idealizadas. A exploração desses modelos em geral ocorre através de práticas experimentais, mas também é possível utilizar softwares de modelagem e simulação, cujas saídas gráficas permitem visualizar representação de fenômenos, viabilizando a compreensão dos conceitos envolvidos nesta “experiência virtual”. A utilização de softwares de modelagem tem crescido de forma acentuada no ensino da Física, pois o uso dos computadores na educação oferece diversas possibilidades de aplicação. Este trabalho avalia o software Modellus como recurso complementar, motivador e facilitador na aprendizagem de conteúdos de Mecânica. O projeto foi desenvolvido com grupos de alunos do ensino médio e da licenciatura em Física. A metodologia utilizada foi o desenvolvimento e avaliação de um conjunto de atividades sobre força e movimento com o software a partir da avaliação das concepções prévias dos estudantes.

Palavras-chave: ensino de Física, modelagem.

ABSTRACT

One of the characteristics of the Physics is the search of models that represent observed or idealized real situations. The exploration of these models in general occurs through practical experimental, but also it is possible to use softwares of modeling and simulation, whose graphical exits they allow to visualize representation of phenomena, making possible the understanding of the involved concepts in this "virtual experience". The use of softwares of modeling has grown of form accented in the education of the Physics, therefore the use of the computers in the education offers diverse possibilities of application. This work evaluates Modellus software as complementary, motivator and facilitator resource in the learning of contents of Mechanics. The project was developed with groups of pupils of average education and the licenciatura in Physics. The used methodology was the development and evaluation of a set of activities on force and movement with software from the evaluation of the previous conceptions of the students.

Keywords: education of Physics, modeling.

1. INTRODUÇÃO:

O surgimento dos computadores na década de 50 foi um marco na geração contemporânea envolvendo todas as áreas das ciências e do conhecimento, provocando significativas transformações no desenvolvimento científico-tecnológico.

O computador foi incorporado na educação assim como em outros setores da sociedade, pois, como afirma Donald Schön (1992) “*a educação reflete o que está acontecendo noutras áreas*”. Esta implantação tem provocado uma mudança de postura, conceitos e valores em todos os segmentos da escola, principalmente em professores e alunos que buscam se adequar aos novos paradigmas da Sociedade da Informação, que tem como uma de suas prioridades o uso e a compreensão das tecnologias de informação e comunicação. É necessário preparar indivíduos para “*lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação da base tecnológica*”. (Takahashi, 2000, p.45). Destaca-se também que nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 1999) todas as grandes áreas incluem entre suas tecnologias o uso do computador no processo ensino-aprendizagem.

Neste contexto, é imprescindível que a escola ensine e explore estas tecnologias, já que estão cada vez mais presentes no nosso dia-a-dia. Portanto devemos repensar os processos educacionais, principalmente aqueles que estão diretamente relacionados com a formação de professores e com os processos de ensino e de aprendizagem.

Na visão de muitos educadores, educação e tecnologia devem caminhar juntas para a construção do mundo real e abrir novas perspectivas para o mundo tecnológico, que não é uniforme, pronto e acabado, sendo certo que o mundo das modernas tecnologias é aberto a inúmeras interpretações, com imensuráveis informações que devem ser interpretadas, modificadas e, sobretudo adequadas e re-criadas.

A enorme diminuição dos custos dos equipamentos eletrônicos foi dando significativo impulso na área de tecnologias de informação e comunicação com reflexos em toda sociedade. Os setores ligados à informática desenvolvem-se de forma acelerada, tanto na parte ligada a equipamentos como a indústria de software.

Apesar de ser uma dessas tecnologias, o computador tem sido a principal tecnologia no processo educacional, permitindo uma nova visão da escola, pois seu uso possibilita tanto transmitir a informação para o aluno reforçando o processo instrucionista, quanto para enriquecer ambientes de aprendizagem auxiliando o aluno no processo de construção de seu conhecimento, processo construcionista, como bem assevera Valente (1999).

O computador resgata nos ambientes de aprendizagem, uma nova maneira de reescrever o conhecimento, provocando um redimensionamento dos conceitos já conhecidos e possibilitando a busca e compreensão de novas idéias e valores. No entanto não basta usar uma tecnologia para garantir uma aprendizagem, pois “a presença de tecnologia não garante por si só a mudança dos processos de ensino e de aprendizagem: só o uso adequado da tecnologia pode auxiliar essa mudança, como ressaltam Bransford, Brown, & Cocking (apud Teodoro, 2002, p22).

Neste sentido, o professor necessita atualizar-se e capacitar-se, para tomar conhecimento sobre os potenciais educacionais do computador, e com uma visão coerente do seu uso no processo ensino-aprendizagem, ser capaz de alternar adequadamente atividades tradicionais com atividades que usem as ferramentas computacionais, como mais um recurso na construção do conhecimento e da aprendizagem.

Atualmente, o uso do computador na educação se dá em grande parte para acesso à internet e utilização de softwares educacionais, sendo estes, cada vez mais elaborados e diversificados. Os softwares de modelagem e simulação estão se destacando, pois permitem que o usuário manipule modelos de forma virtual auxiliando na exploração e compreensão de conceitos.

Segundo Yamamoto e Barbeta “o uso de simulações em aulas de laboratório já vem sendo feito em vários projetos pilotos fora do Brasil e também no Brasil e sua utilização nas aulas de teorias formam uma espécie de “laboratórios de demonstrações virtuais”, forma ainda pouco explorada no Brasil” (Yamamoto e Barbeta, 2001, p.215).

Nos PCNEM (BRASIL, 1999) as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física demonstram a integração que deve existir entre a Física e a Matemática, pois a Física, como outras ciências trabalha com modelos, que são descrições simplificadas ou idealizadas do mundo real, e a Matemática se torna um instrumento importante para esta modelagem. Softwares educacionais que conjugam esta integração são vistos como ferramentas importantes no auxílio da construção do conhecimento destas ciências.

Modellus é um software de modelagem que nos permite criar simulações de situações-problemas reais, e através da exploração desses modelos, compreender os conceitos físicos envolvidos. A exploração pode se dar pela manipulação de valores, construção de gráficos e tabelas. Ao usuário é permitido optar por trabalhar com modelos previamente construídos, onde pode alterar os parâmetros das condições iniciais e com isso construir múltiplas representações da mesma situação ou criar seus próprios modelos, demonstrando a compreensão dos fenômenos estudados.

Este trabalho propõe enfatizar o uso do software de modelagem educacional Modellus, como um recurso complementar e facilitador no ensino dos conceitos de gráficos cinemáticos e de força e movimento, de modo a auxiliar os estudantes na compreensão desses conceitos físicos e dos modelos que os representam.

Os tópicos de Física abordados neste trabalho foram selecionados através de pesquisa na literatura, dos fenômenos que os estudantes encontram maiores dificuldades em compreender, aliado à experiência profissional do professor-pesquisador deste trabalho junto a seus alunos.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO:

- ❖ Verificar a aplicabilidade do software Modellus como recurso motivador e facilitador da aprendizagem de conceitos de Física.
- ❖ Avaliar o software Modellus na interatividade com o usuário.

3. DESENVOLVIMENTO:

Este trabalho de pesquisa foi realizado em duas etapas, pois foram abordados dois tópicos de Física. Iniciamos a primeira etapa no segundo semestre de 2004 com um grupo de alunos da licenciatura em Física e outro grupo de alunos do ensino médio(3ª série), num total de 52 alunos, abordando o tópico gráficos cinemáticos. Foi aplicado um teste validado pela literatura (Araújo, 2002 e Teodoro, 2002) de múltipla escolha contendo 21 questões, com o objetivo de avaliar a compreensão dos estudantes sobre este tema.

Cabe ressaltar que as aulas do grupo da licenciatura foram concomitantes com as aulas regulares do curso e realizadas no laboratório de informática da Universidade, em parceria com o professor da disciplina. A maioria das intervenções dos professores durante as aulas foi para auxiliar os estudantes a usar corretamente o software. Foi considerado que a cinemática era um tema já conhecido pelos alunos, os quais requisitaram explicações apenas nas situações mais difíceis. Neste caso, a intervenção baseava-se em levar o estudante a encontrar a solução sem responder diretamente a pergunta. Em relação ao uso dos computadores, cuja disponibilidade inicial era de um computador para cada aluno, devido a problemas de manutenção em algumas aulas, os estudantes tiveram que participar das atividades propostas em grupos de dois ou três, fato que se contrapôs à proposta inicial do trabalho individualizado para motivar e facilitar o domínio do software, mas que demonstrou também gerar uma boa participação dos estudantes.

Por outro lado, as aulas do grupo do ensino médio foram independentes das aulas regulares do curso e realizadas no laboratório de informática do CEFET-Campos, com alunos voluntários. Mas, diferentemente do grupo anterior, a intervenção do professor se deu não só sobre o uso do software, mas também sobre o tema, já que a turma apresentava maiores deficiências conceituais. É conveniente ressaltar que estes alunos estudaram cinemática no primeiro ano do ensino médio.

As aulas seguintes foram no laboratório de informática com o uso do software Modellus em um conjunto de atividades retiradas da literatura (Araújo, 2002 e Teodoro, 2002) do tipo exploratória e de criação, visando sanar as dificuldades dos estudantes sobre os conceitos e propriedades dos gráficos cinemáticos. Após este procedimento, aplicamos outro teste contendo 25 questões de múltipla escolha, sendo 21 questões do teste inicial colocadas de forma aleatória, acrescido de 4 questões, também validado pela literatura (Araújo, 2002 e Teodoro, 2002). Nas atividades exploratórias, o estudante responde a questões propostas no roteiro e depois as compara com suas observações através da exploração de um modelo previamente construído. Nas atividades de criação o estudante tem que desenvolver um modelo que represente uma situação-problema proposta.

A segunda etapa iniciou-se no primeiro semestre de 2005, com um grupo de alunos diferente da etapa anterior, mas também alunos da licenciatura em Física e de alunos do ensino médio (3ª série), num total de 13 alunos, abordando o tópico força e movimento. Foi aplicado um questionário adaptado da literatura (Pacca e Villani, 1995 e Gomes, 1996) contendo 10 questões, distribuídas em questões discursivas e questões de múltipla escolha com justificativa, com o intuito de avaliar as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos de inércia, força, velocidade, aceleração e simultaneidade de movimento. A partir das respostas dos estudantes foram elaboradas atividades do tipo exploratórias a serem realizadas no laboratório de informática utilizando o software e duas atividades de criação propondo a resolução de uma situação-problema através do software, cuja saída gráfica (simulação), gráficos e tabelas, demonstre a compreensão dos conceitos envolvidos. A última atividade desta etapa consistiu na aplicação do questionário final de avaliação, contendo 14 questões, sendo dez do questionário inicial acrescido de quatro questões discursivas.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES:

4.1 Análise Quantitativa:

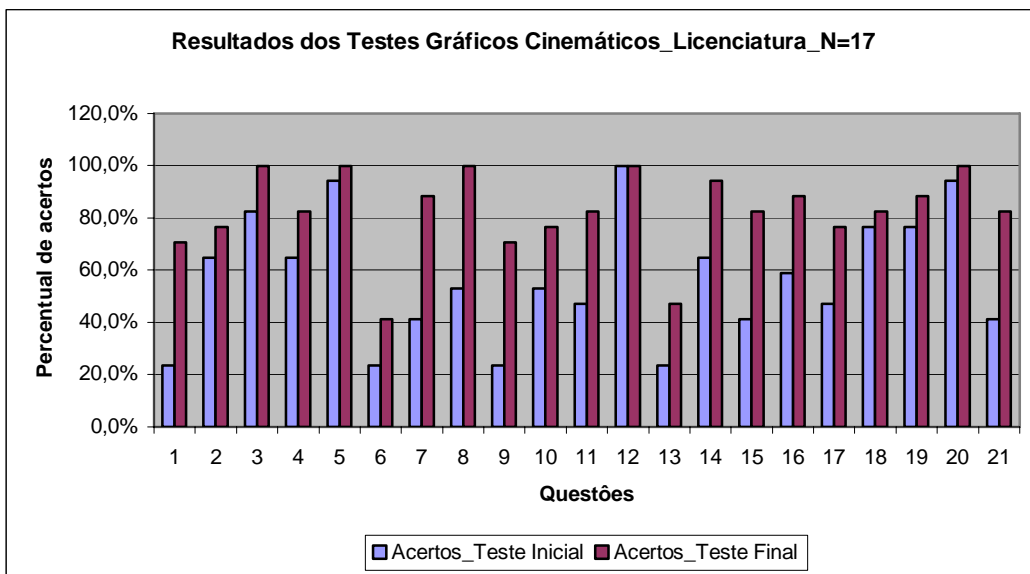
4.1.2 Análise dos Resultados da Primeira Etapa

Para esta análise utilizaremos os resultados obtidos nos testes diagnósticos aplicados antes e depois das atividades com o software e para medir o desempenho dos grupos, utilizaremos como parâmetro de avaliação da aprendizagem dos grupos o ganho normalizado (g) utilizado como instrumento de medida por Barros e Remold (2003, p.66) para verificar o desempenho dos alunos que participaram de atividades de ensino pautadas por uma metodologia de engajamento interativo e confrontar com o desempenho de grupos que usaram metodologia tradicional. Para o cálculo do ganho normalizado (g) foi usada a expressão abaixo:

$$g = (\%pós - \%pré) / (100\% - \%pré)$$

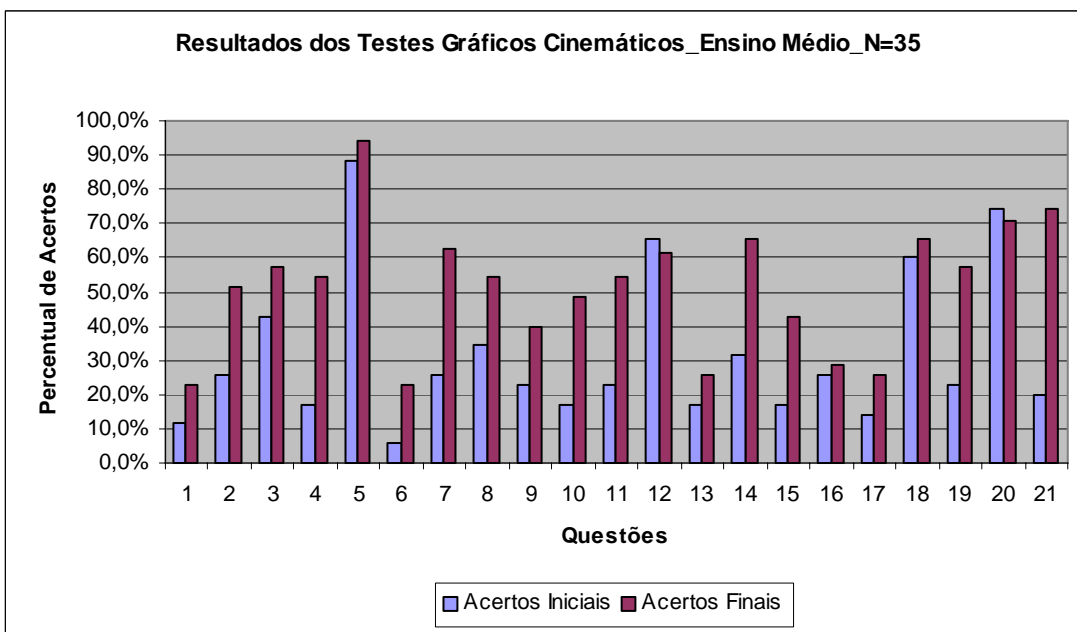
onde %pré corresponde à nota do teste diagnóstico inicial e %pós a nota do teste diagnóstico final. O ganho normalizado representa uma comparação entre a variação real obtida e a variação máxima que o grupo poderia ter, o que aconteceria quando todos terminassem com 100% de respostas certas. Segundo os autores, entrevistas conduzidas por Hestenes et al, levam a concluir que uma visão newtoniana só começa a existir com resultados no FCI superiores a 60% correspondendo a valores do parâmetro g maiores que 0,25.

Os resultados da avaliação da primeira etapa obtidos a partir dos testes diagnósticos, para o grupo da licenciatura, são apresentados no gráfico abaixo.



O gráfico foi elaborado a partir da tabela de correlação entre as questões do teste diagnóstico inicial e final de gráficos cinemáticos e mostra que houve um aumento no percentual médio de acertos, fato comprovado também pelas médias contidas na tabela que mostram os valores de 56,9% para o teste inicial e 82,4% para o teste final. O ganho normalizado para este grupo foi calculado a partir da média dos acertos dos testes inicial e final usando a equação $g = (\%pós - \%pré) / (100\% - \%pré)$. Nesta etapa este grupo da licenciatura obteve g igual a 0,6 que é um valor superior aos valores apresentados pela literatura para métodos tradicionais.

Os resultados da avaliação obtidos a partir dos testes diagnósticos do grupo do ensino médio são apresentados no gráfico abaixo.

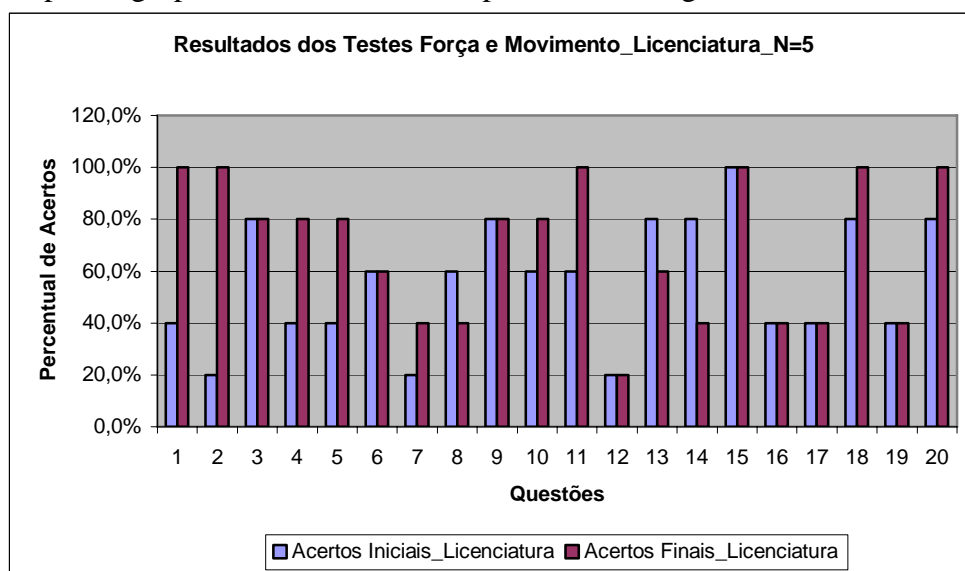


O gráfico foi elaborado a partir da tabela de correlação entre as questões do teste diagnóstico inicial e final de gráficos cinemáticos do grupo do ensino médio e demonstra que os acertos no teste final foram na maioria das questões maiores que os acertos iniciais, fato

comprovado também pelas médias contidas na tabela que mostram os valores de 31,6% para o teste inicial e 51,5% para o teste final. O cálculo do ganho normalizado para o grupo dos estudantes da 3ª série do ensino médio a partir das médias do pós-teste e pré-teste nos mostra um resultado igual a 0,3, menos expressivo que o grupo da licenciatura, mas superior aos índices de referência da literatura

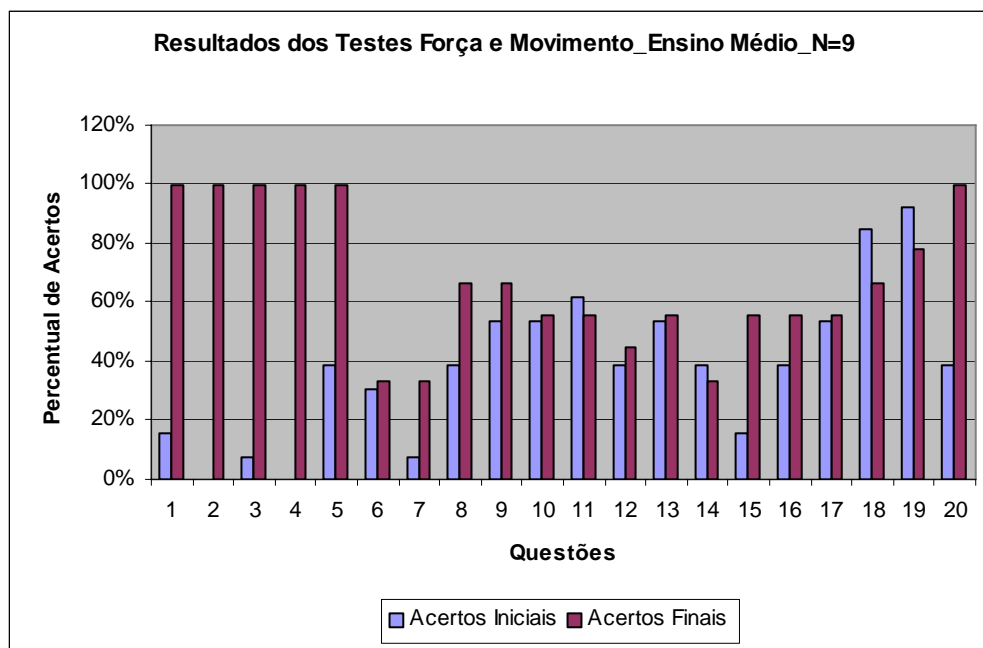
4.1.3 Análise dos Resultados da Segunda Etapa

Os resultados da avaliação da segunda etapa obtidos a partir dos questionários diagnósticos, para o grupo da licenciatura, são apresentados no gráfico abaixo.



O gráfico foi elaborado a partir da tabela de resultados dos questionários diagnóstico inicial e final de força e movimento do grupo licenciatura e mostra um aumento no percentual de acertos como mostra também os valores médios de 56% para o questionário inicial e 69% para o questionário final. O ganho normalizado para este grupo foi calculado usando a média dos acertos pós-teste e a média dos acertos pré-teste considerando as mesmas questões e aplicando a equação descrita anteriormente, encontramos um valor igual a 0,3, maior que o valor de referência apresentado pela literatura para métodos tradicionais.

O gráfico abaixo mostra os resultados de avaliação dos questionários Força e Movimento do grupo ensino médio.



O gráfico foi elaborado a partir da tabela de resultados dos questionários diagnósticos inicial e final de Força e Movimento do grupo do ensino médio e mostra um aumento no percentual de acertos como mostra também os valores médios de 38% para o teste inicial e 68% para o teste final. Calculando-se o ganho normalizado (g) utilizando as médias do pós-teste e pré-teste encontramos para este grupo um valor igual a 0,5 também superior ao valor de referência apresentado pela literatura.

Contrapondo os resultados apresentados pelos dois grupos em ambas as etapas, verificamos que a diferença entre as médias sugere que o grupo da licenciatura tem domínio maior dos tópicos de Física estudados que pode estar relacionado com o fato do grupo da licenciatura ser um grupo já selecionado pelo vestibular para um curso de Física e os do ensino médio ainda estão na escolha de seus cursos de preferência.

Cabe ressaltar que os dois grupos tiveram o mesmo tempo de estudo de conteúdos de Física. O grupo da licenciatura estava iniciando o primeiro período na licenciatura, logo, os conteúdos de Física estudados eram do ensino médio. Já os alunos do ensino médio estavam finalizando o ensino médio tendo estudado todo o programa de Física. Portanto, poderia se esperar desempenho equivalente, caso o ensino de Física no ensino médio estivesse de acordo com o currículo vigente.

Embora o grupo da licenciatura tenha mostrado um desempenho inicial maior, pois partiu de um patamar superior ao do grupo do ensino médio, os resultados finais dos dois grupos mostraram que houve avanço do conhecimento dos conteúdos abordados, quando comparados com os resultados iniciais,

Ressaltamos, que embora o planejamento das atividades tenha sido o mesmo para os dois grupos, na prática os alunos do ensino médio solicitaram mais esclarecimentos sobre os conteúdos abordados de Física do que o grupo de alunos da licenciatura, que manifestou mais dúvidas principalmente com respeito a utilização do software. Essa diferença de postura fez com que a dinâmica da aula se adequasse aos grupos em questão.

Em relação às atividades de criação sessenta e cinco por cento dos alunos conseguiram desenvolver sozinhos os modelos das situações-problemas propostas, mostrando domínio dos conteúdos e familiaridade de interação com o software, e os que não conseguiram foram levados pelo professor através de outros exemplos a encontrar a solução. Na opinião, colhida

informalmente, com os alunos o software motiva as aulas de Física e ajuda na compreensão dos temas abordados.

4.2 Análise Qualitativa

Os tópicos de Física abordados neste trabalho costumam ser apresentados aos estudantes de forma tradicional. É exposto o problema e aplicam-se fórmulas para resolvê-lo sem que o aluno tenha tempo de confrontar seu modelo intuitivo com o que lhe é apresentado e compreender as diferenças. Em geral são apresentados exercícios padrões cujas soluções se repetem nos exercícios propostos. Não há uma atividade de discussão e reflexão sobre as soluções obtidas e os conceitos físicos envolvidos. Também, os modelos físicos são apresentados sem nenhuma atividade experimental. Ao se estudar gráficos, por exemplo, valoriza-se mais os valores numéricos do que as relações entre as variáveis envolvidas e os seus significados. As atividades exploratórias com o software permitem que o estudante, através da manipulação dos valores das variáveis envolvidas no estudo, perceba a diferença entre o seu modelo intuitivo e o modelo apresentado pelo professor e compreenda como as variáveis se relacionam.

A interação dos alunos com o software Modellus foi positiva. A observação do professor permite afirmar que a participação dos estudantes em sala de aula foi ativa. Muitas perguntas sobre o software e sobre as atividades propostas foram feitas ao professor e aos colegas, produzindo uma cooperação efetiva entre eles. Nas atividades exploratórias o aluno, antes de executar o modelo, apresentava suas respostas, por escrito, para as questões propostas, expondo suas próprias idéias sobre a situação física em estudo. Ao executar o modelo construído pelo professor, o aluno confrontava suas respostas com as do modelo e comentava as diferenças por escrito. A comparação entre as idéias do aluno e o modelo do professor executado pelo software, motivava a busca de alternativas para os valores das grandezas físicas envolvidas na situação física que confirmassem a solução proposta. O uso do software de modelagem em sala de aula permitiu ao professor afirmar que o aluno desempenha um papel ativo, diferente do que ocorre em aulas tradicionais. Cabia ao professor orientar e promover o debate entre os alunos, pois ao ser perguntado sobre alguma questão retornava este questionamento para o grupo de forma a encontrar uma solução conjunta e que seria verificada na execução do modelo pelo software. As correções foram feitas geralmente no final das atividades exploratórias, em sala de aula, focalizando as diferenças encontradas entre as respostas dos alunos e as do modelo executado pelo software.

Nas atividades de criação, os alunos apresentaram mais dificuldade, pois deveriam modelar uma situação-problema proposta e, para isso, era necessário conhecimento do tópico de física e da sintaxe do software. Foi necessário que o professor atuasse mais individualmente, o que facilitou a execução da tarefa. Alguns alunos até se surpreenderam por terem conseguido modelar e executar a animação, satisfatoriamente, da situação física proposta pelo professor. Os resultados encontrados neste trabalho de pesquisa, tanto no aspecto de motivação e desempenho dos alunos quanto na participação efetiva nas atividades, estão em concordância com os relatos da literatura. O software Modellus, por ser uma ferramenta cognitiva na sua concepção, permite ao aluno construir seu conhecimento e incorporar a sua estrutura cognitiva os conceitos estudados. A conjugação de atividades exploratórias e de criação permite o confronto entre as idéias intuitivas dos alunos e as concepções científicas expostas através do software.

Desta experiência foi possível avaliar que a situação mais adequada para a utilização do software de modelagem é durante o curso regular que permita ao aluno ultrapassar a fase inicial de familiarização com a ferramenta e incorporá-la a sua rotina de estudo como um instrumento auxiliar na aprendizagem dos conceitos físicos.

5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, IVES SOLANO. Um Estudo sobre desempenho de Alunos de Física Usuários da Ferramenta Computacional Modellus na Interpretação de Gráficos em Cinemática. Tese (Mestrado em Ciências), Departamento de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2002.
- BARROS, J.A, REMOLD, J; SILVA, GLAUCO S.F.; TAGLIATI. **Engajamento Interativo no Curso de Física I da UFJF**, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.26, nº 1, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm>>.
- GOMES, FLÁVIA REZENDE dos SANTOS: A Hipermídia no Ensino de Física Facilitando a Construção de Conceitos de Mecânica Básica. Tese (Doutorado em Educação), Departamento de Educação. PUC/RJ, Rio de Janeiro, dezembro de 1996.
- PACCA, JESUINA L.A. e VILLANI, ALBERTO: A Lei da Inércia. Projeto USP/BID – Formação de Professores de Ciências, São Paulo/SP, 1992.
- ROSA, P.R.S.. Revista Brasileira de Ensino de Física 17, 182 (1995). In BARBETA, VAGNER BERNAL e YAMAMOTO, ISSAO. Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.23, nº 2, junho 2001.
- SHÖN, DONALD A. Formar Professores como Profissionais Reflexivos. In Nóvoa, A. (coord.). Os Professores e a sua formação. Lisboa, Dom Quixote (1992).
- TAKAHASHI, T. (org.) (2000). Sociedade da Informação no Brasil: Livro Verde. Brasília: Ministério da ciência e Tecnologia. Disponível em: www.socinfo.org.br
- TEODORO, V.D.: Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling. Tese (Doutorado em Ciências da Educação- especialidade de Teoria Curricular e Ensino das Ciências). Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa, 2002.
- VALENTE, JOSÉ A. Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender. Capítulo 2. 1999. Disponível em: <<http://teleduc.nied.unicamp.br/oea/pub/livro1/>>. Acesso em 14/07/2004