



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

ADALBERTO DOS SANTOS SOUSA

**O USO DO MODELLUS COMO FERRAMENTA
PEDAGÓGICA PARA AUXILIAR NO ENSINO DE FÍSICA NO
ENSINO FUNDAMENTAL**

**FORTALEZA – CEARÁ
2010**

ADALBERTO DOS SANTOS SOUSA

O USO DO MODELLUS COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA
AUXILIAR NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física Licenciatura Plena da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva.

FORTALEZA – CEARÁ
2010

S725u

Sousa, Adalberto dos Santos

O uso do Modellus como ferramenta pedagógica para auxiliar no ensino de Física no ensino fundamental / Adalberto dos Santos Sousa — Fortaleza, 2010.

46 p.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva.

Monografia (Graduação em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

1. Modellus. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Ensino Fundamental. I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

CDD:530

ADALBERTO DOS SANTOS SOUSA

O USO DO MODELLUS COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA
AUXILIAR NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física Licenciatura Plena da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva.

Aprovada em: 03/09/2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Prof. Dr. Carlos Jacinto de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Prof. Dr. Antonio Carlos Santana dos Santos
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Dedico este trabalho monográfico aos meus pais, irmãos, esposa e filhos, que tanto me apoiaram nesta conquista.

Agradecimentos

A Deus, que em sua infinita bondade sempre esteve presente nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus pais, José Joaquim de Sousa e Zenilda dos Santos Sousa, que sempre acreditaram na minha vitória profissional.

Aos meus irmãos Glauber dos Santos Sousa e Edmilson dos Santos Sousa, pelo eterno apoio moral.

À minha esposa, Francisca Annete de Sousa Moura dos Santos e meus filhos Pedro Levi Sousa dos Santos e Anna Lívia Sousa dos Santos, pelo companheirismo, incentivo e paciência nessa árdua jornada de conquista.

Ao Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva, pelo apoio e orientação na realização desse trabalho.

Não sei como posso parecer aos olhos do mundo, mas quanto a mim, vejo-me apenas como um menino brincando na praia e me divertindo em encontrar de quando em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita, enquanto o grande oceano da verdade jaz incógnito à minha frente

Isaac Newton

RESUMO

A proposta pedagógica apresentada nesse trabalho consiste na aplicação de um método de ensino mais dinâmico para o estudo de movimentos dos corpos em queda livre. Usou-se o software de modelagem computacional Modellus, que permite os alunos participarem efetivamente na construção dos modelos teóricos propostos em sala de aula. O método proposto foi aplicado a uma amostra de 20 alunos do 8º ano do ensino fundamental do colégio Dom Felipe, escola da rede particular de ensino do Município de Fortaleza/CE e divide em três momentos distintos: primeiro foi ministrado uma aula expositiva tradicional, depois, aplicou-se um questionário avaliativo para diagnosticar o nível de conhecimentos sobre o fenômeno estudado, em seguida, foi realizada aula com uso do software Modellus, onde os alunos a partir dos conceitos matemáticos apresentados realizaram simulações do fenômeno de queda livre. Os resultados mostraram que os alunos participantes obtiveram maior capacidade de envolvimento e aprendizagem efetiva e, conseqüentemente, um melhor resultado no processo de avaliação aplicado. Em adição, constatou-se que os alunos participantes gostariam que o método apresentado fosse mais utilizado em sala de aula como complemento às aulas tradicionais.

Palavras-chave: Modellus. Ensino-Aprendizagem. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

The pedagogical concept presented in this work consists of applying a more dynamic teaching method for studying the movements of bodies in freefall. He used computer modeling software Modellus, which allows students to participate effectively in the construction of theoretical models in the classroom.

The proposed method was applied to a sample of 20 students from eighth grade of elementary of Dom Felipe school, private school of the Fortaleza city and divided into three distinct moments: the first was given a traditional lecture, then applied to an evaluation questionnaire to diagnose the level of knowledge about the phenomenon, then class was done using the software Modellus, where students from the mathematical concepts presented performed simulations of the phenomenon of freefall. The results showed that participating students had greater capacity for engagement and effective learning and hence a better result in the assessment process applied. In addition, we found that participating students would be shown that the method most used in the classroom as a supplement to traditional classes.

Keywords: Modellus. Teaching-Learning. Basic Education.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Tela do modellus indicando o modelo matemático de uma partícula em movimento de queda livre, suas condições iniciais e o controle da variável tempo.....	31
FIGURA 2	Tela do modellus indicando animação do experimento de queda livre de uma partícula e seus respectivos gráficos de espaço e velocidade em função da variável tempo.....	31
FIGURA 3	Percentual do número de acertos por número de alunos por acerto.....	33
FIGURA 4	Percentual do número de acertos por número de alunos por acerto.....	34
FIGURA 5	Percentual da opinião dos alunos sobre os conteúdos de Física ministrados diariamente da forma tradicional.....	35
FIGURA 6	Percentual da opinião dos alunos sobre o uso do computador como ferramenta para o ensino de Física.....	36
FIGURA 7	Percentual do número de alunos que já utilizaram recursos computacionais no ensino de Física.....	36
FIGURA 8	Percentual da opinião dos alunos sobre as melhorias na aprendizagem dos conteúdos de queda livre, com os recursos das simulações.....	37
FIGURA 9	Percentual do número de alunos que gostariam que as simulações fossem mais utilizadas nas aulas de Física.....	38
FIGURA 10	Percentual da opinião dos alunos sobre a importância da escola dispor de um laboratório de informática para pesquisas, experimentos e simulações em Física.	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1	A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA E O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL.....	12
2.2	A FÍSICA NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO.....	15
2.3	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	18
2.4	NOVAS METODOLOGIAS E O ENSINO DE FÍSICA.....	22
2.5	MODELLUS: UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA.....	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1	DESCRIÇÃO TEÓRICA DO FENÔMENO FÍSICO.....	28
3.2	APLICAÇÃO DA PROPOSTA E MÉTODO DE AVALIAÇÃO.....	32
3.2.1	Descrição do ambiente da pesquisa.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	ANEXOS.....	43

1. INTRODUÇÃO

O ensino de uma forma geral e em particular o ensino de Física, tem sido objeto de intensas pesquisas nos últimos anos, pois existe uma preocupação por parte dos estudiosos da educação em desmistificar o ensino de Física, transformando o que hoje tem-se como o sendo a disciplina mais complicada e muitas vezes monótona dentre as ciências exatas nos níveis fundamental e médio, em algo dinâmico e que desperte o interesse dos alunos em aprender.

Como alternativa para superar tais dificuldades de aprendizagem encontra-se na literatura a indicação do uso de novas práticas pedagógicas, tais como o uso de experimentos em sala de aula, vídeos científicos, práticas em laboratório, hipertextos, links educativos juntamente com softwares educativos que proporcionam ao aluno uma variada fonte de pesquisas e aplicações diretas das teorias trabalhadas em sala de aula, dinamizando as aulas e incentivando a continuidade do processo ensino aprendizagem até mesmo fora da sala de aula.

O uso de novas tecnologias tem-se mostrado uma das alternativas mais eficientes, dentre muitas outras, no tocante a resultados positivos no processo de ensino-aprendizagem. Resultados de pesquisas mostram que os alunos interagem de maneira mais aberta quando o professor utiliza de recursos que envolvem animações, vídeos e computadores, o que não acontece quando a aula é ministrada de maneira tradicional, onde a participação do aluno é a de mero espectador. Isso demonstra a possibilidade de construir múltiplas representações da mesma situação, concordando com as características esperadas pelos PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) no conhecimento em Física.

Diante desta realidade, é que propõe-se neste trabalho a utilização do recurso de software de modelagem (*Modellus*), no estudo do movimento dos corpos como forma de dinamização da abordagem teórica de corpos em queda livre, visando uma maior motivação e interação dos entes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, professores, conteúdos ministrados e alunos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A formação de professores de Física e o ensino de física no Brasil

Ao tratar-se dos estudos em ensino de Física no Brasil, deve-se enfatizar uma quebra seqüencial de paradigmas desde o princípio dos anos setenta até a atualidade. O ensino de Física no Brasil está diretamente ligado aos projetos internacionais de ensino de Física, pois o ponto de partida para a quebra de paradigmas na estrutura curricular brasileira foi a tradução para o português, em 1963, pela editora Universidade de Brasília, da primeira edição do PSSC (*Physical Science Study Commitee*), publicada em 1960, pela D.C.Heath & Co., sendo não apenas um novo livro de Física para o ensino médio, mas um projeto curricular completo e inovador da filosofia do ensino de Física (MOREIRA, 2000).

Como a cada quebra de paradigma surge outro, novo e sempre desafiador, não poderia deixar de ser com os projetos criados no PSSC. Os enfoques eram inovadores, assim como as novas maneiras de se ensinar, mas pouco ou nada disseram sobre como aprender Física. É impossível separar o processo de ensino-aprendizagem, em virtude disso, a formação permanente de professores em ensinar e fazer aprender Física é de extrema importância.

O que têm-se atualmente como o novo paradigma é a concepção de que todos os livros devem ser voltados aos programas de vestibular, com cada vez menos textos e mais figuras e cores (MOREIRA, 2000). O estímulo a concorrência desordenada e descontrolada faz com que o aluno perca o interesse pelos princípios da física. O novo desafio é gerar competências no ensinar e no aprender, promovendo uma interação entre as capacidades técnicas e habilidades de compreensão e quantificação de fenômenos físicos, associados às realidades sócio-culturais do indivíduo, ensinando uma ciência não dogmática, mas com elementos práticos próximos da realidade do aluno, ou seja, Física contemporânea (MOREIRA, 2000).

A partir dos anos oitenta, houve um grande avanço no volume de pesquisas em ensino Física no Brasil. Com a criação dos periódicos como o Caderno Catarinense de Ensino de Física e o encontro de Pesquisa em ensino de Física, houve uma disseminação dos resultados das pesquisas em ensino de física no Brasil. Mas apesar do grande avanço nas pesquisas e da grande divulgação dos resultados nos periódicos

brasileiros, ainda há pouca aplicação desses resultados em sala de aula, o que prova que mesmo com o grande trabalho realizado pelos pesquisadores, tais resultados ainda encontra resistência a sua aplicação na prática pedagógica (PENA, 2004).

Neste processo de mudança destaca-se como ponto de partida uma formação continuada e de melhor qualidade de professores de Física. Como segundo desafio têm-se, a conscientização da sociedade como um todo de que o ensino não deve ser direcionado apenas para o mecanismo excludente do vestibular, tão sólido e inerte aos questionamentos dos movimentos sociais.

O que têm-se como principal modelo de ensino-aprendizagem nas escolas em termos de ensino de ciências, são reproduções por parte dos professores de métodos de memorização de fórmulas e resolução de exercícios. Eles não procedem assim por mero acaso, mas por não terem tido acesso a um tipo de ensino que lhes proporcionasse uma base empírica pessoal capaz de servir de modelo a ser imitado nos primeiros anos da profissão. De fato, os professores, em geral, não tiveram em sua graduação, uma experiência mais autêntica de pensar cientificamente (BORGES, 2005).

Sabe-se também que um dos fatores que contribuem para a má formação de professores nas universidades é a grande resistência por parte dos docentes universitários em melhorar suas práticas de ensino, no tocante às práticas pedagógicas que possam contribuir para um processo de aprendizagem mais eficiente. Ensinar não é algo que apenas os bem dotados podem fazer bem. Basta desenvolvermos um senso de responsabilidade e de compromisso para com aquilo que mais firmemente acreditamos, a ciência (BORGES, 2005).

O resultado de todo esse processo de resistência e má formação dos profissionais está na atual realidade estatística do número de docentes formados em Física, que contrasta com a enorme demanda de profissionais em ensino de ciências e mais especificamente de ensino de Física. Com a finalidade de amenizar, mesmo que minimamente, a grande carência de profissionais, foram criados cursos de licenciatura no regime de educação à distância (EAD) ou semipresenciais em todo o país. Esses cursos atendem preferencialmente aos docentes de Física em exercício no interior ainda sem habilitação em licenciatura.

Os primeiros resultados com os cursos para docentes de matemática, biologia, química e Física foram apontados em 2002 com um projeto pioneiro da UFSC/SEE-BA. A relação disciplina, matriculados/formados foi respectivamente;

matemática 240/182; biologia 120/92; química 110/77; Física 80/28. O número de reprovações foi sensivelmente baixo em todos os cursos e a diferença relativamente aos egressos do curso de Física pode ser explicada, em parte, pelo fator desistência, muito maior nesta área do que nos demais (ANGOTTI, 2006).

A estimativa dos projetos do MEC para professores de Física no ensino médio até 2015 estaria no limite de 42 mil profissionais para uma contratação de 40 mil professores de Física. Vale registrar aqui, que infelizmente o total de habilitações da licenciatura em Física nos últimos doze anos não tem sido minimamente suficiente para suprir as demandas atuais do EM, muito menos as dos demais segmentos. (ANGOTTI, 2006).

Além dos dados citados anteriormente, temos a realidade dura e cruel das escolas públicas que em geral não oferecem as condições necessárias para que os professores possam exercer seu papel, como laboratórios, bibliotecas, espaço físico para atividades esportivas dentre outros.

Uma vez apontado onde se encontra o problema e onde se pretende chegar, esperava-se uma ação mais incisiva por parte do governo para buscar as soluções necessárias. É uma ilusão achar que a formação e a pesquisa resolverão o déficit de um projeto de educação continuada de professores. O professor também precisa de boas condições de trabalho, como laboratórios, e de um bom salário. Sem isso, não haverá procura pela área, afirma Marcelo Giordan, coordenador, na Sociedade Brasileira de Química (GOBARA e GARCIA, 2007).

Os incentivos aos cursos à distância têm desviado a atenção para as soluções mais imediatas: é preciso investimentos nos cursos que já existem que certamente gastarão menos recursos e poderão dar resultados em prazos mais curtos. Os cursos à distância certamente poderão contribuir, porém na atual conjuntura, em fase de implantação, seria muito ingênuo apostar apenas nesta modalidade de ensino para resolver a falta de professores (GOBARA e GARCIA, 2007).

2.2 A Física nos ensinamentos fundamental e médio

O prazer de descobrir é intrínseco do ser humano e é despertado desde os primeiros instantes de vida. Diariamente observamos novas coisas que cada vez mais aguçam a nossa curiosidade. Pelo fato da Física ser o mais básico dos ramos da ciência, é que se adotando uma perspectiva mais ampla a respeito dos propósitos do ensino e da Física, pode-se identificar nesta oportunidade singular para que as crianças desenvolvam sua auto-estima através das vivências de situações ao mesmo tempo desafiadoras e prazerosas (SHROEDER, 2007).

Aprender Física nas primeiras séries do ensino fundamental é na realidade fazer com que as crianças sejam desafiadas a solucionar problemas de maneira a interagir coletivamente e refletir sobre suas ações. O desenvolvimento da fluência em aprender depende do desenvolvimento de dois tipos de habilidades básicas: as cognitivas e as afetivas. Essas habilidades cognitivas são divididas em o que se aprende – os conteúdos – e como se aprende – a forma pela qual se aprende. As habilidades afetivas têm a ver com o porquê se aprende. O aprendizado depende mais da perseverança do estudante do que do eventual sucesso em alguma tarefa (SHROEDER, 2007).

A intervenção dos professores na realização desse trabalho é mínima e sutil, observando o trabalho de cada grupo, garantindo que haja possibilidade de todas as crianças colaborarem na solução do desafio, além de auxiliar com pequenas sugestões. O fato das conclusões eventualmente não concordarem com teorias cientificamente aceitas é secundário. O aprendizado de tais teorias é mais oportuno e frutífero para estudantes em séries posteriores (SHROEDER, 2007).

Um dos grandes desafios na implantação do ensino de Física nas séries do ensino fundamental está no fato de que na maioria das vezes se tem um só professor que leciona todas as disciplinas, e mais, não têm formação nenhuma nas áreas que lecionam. A formação de professores as séries iniciais não vê com atenção necessária a capacitação para o ensino de ciências naturais, com isso, os professores carregam informações equivocadas ou mesmo errôneas, causando um ensino conceitualmente equivocado de Física nas séries iniciais. A maneira mais adequada para atingir este objetivo é através da formação continuada de professores (DAMÁSIO e STEFFANI, 2008).

Este preparo por parte dos professores é de extrema importância, pois, ao trabalharem com desafios, as crianças se abastecem de idéias prévias e concepções alternativas que freqüentemente estão em desacordo com o que é aceito cientificamente. Um dos maiores desafios no ensino de ciências é a dita mudança conceitual. Thomas Kuhn propôs uma mudança de paradigma: existir uma insatisfação com as concepções existentes, o novo conceito deve ser entendível, devem resolver anomalias geradas por seus antecessores e abrir a possibilidade de novas explicações que seus antecessores não podiam provar. O modelo de Posner *et al.* baseado na epistemologia de Thomas Kuhn e Imre Lakatos propôs uma mudança conceitual, mas a grande dúvida gerada pelo modelo foi: é de fato possível substituir a concepção alternativa pela cientificamente aceita? Hoje é quase consenso que não (DAMÁSIO e STEFFANI, 2008).

A educação como um todo tem sido alvo de discussões e mudanças nos últimos anos no tocante a sua estrutura, papel na sociedade, dentre outros aspectos. O ensino médio é um dos alvos dessas mudanças previstas em lei e em meio às propostas de melhorias, está uma nova forma de ensino que inclui palavras como contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades. Sabe-se que este novo modelo proposto para o ensino médio depende de um processo contínuo de discussão, investigação e atuação, necessariamente permeado por diálogo constante entre todos os envolvidos, ou seja, é um processo de construção coletiva. A escola real é muito mais complexa do que os instrumentos disponíveis para descrevê-la ou analisá-la (KAUAMURA e HOSOUIME, 2003).

A sociedade como um todo, tendo como mola mestra uma estrutura econômica, político-social que estimula de forma alienada a competitividade, tem refletido no sistema educacional, principalmente no ensino médio, uma visão voltada única e exclusivamente para o sucesso no vestibular. Uma das metas de mudança da Lei de Diretrizes e Bases de 1996 (LDB/96) é a superação da dicotomia preparação para o vestibular *vs.* formação profissional; ou ensino propedêutico *vs.* ensino profissionalizante (RICARDO e FREIRE, 2007).

No tocante ao ensino de Física no ensino médio, têm-se um conjunto de conhecimentos pré-determinados nos livros didáticos e no coletivo das pessoas, de uma forma tão completa que parece não haver espaço para outras escolhas: cinemática, dinâmica, estática, eletrostática etc. Essa era a Física. Existe como proposta, uma física voltada para o mundo em que vivemos. Uma Física que ajude a compreender o

funcionamento dos aparelhos como geladeiras, condicionadores de ar, motores etc., para uma formação mais completa de jovens preparados para a cidadania com temas atuais do mundo contemporâneo (KAWAMURA e HOSOUIME, 2003).

Mesmo sabendo que a visão do jovem no ensino médio, sobre a Física é a de uma ciência extremamente complicada e na qual envolve muitos cálculos, em pesquisa realizada por alunos do curso de Física da Universidade Católica de Brasília, constatou-se que mesmo com uma posição, muitas vezes de repúdio por parte dos alunos com relação à disciplina de Física, deu-se o devido reconhecimento. Mesmo os alunos que responderam não gostar de estudar Física entendem que é uma disciplina importante. Percebe-se que o aluno consegue relacionar assuntos da Física com avanços tecnológicos, que viu tal assunto em outras fontes, além da sala de aula (RICARDO e FREIRE, 2007).

O art. 35 da LDB/96 destaca que o nível médio é “a etapa final da educação básica”. Verifica-se, portanto, que o ensino médio passa a ter uma identidade que supera tanto a formação profissional como a preparação para o vestibular (RICARDO E FREIRE, 2007). As mudanças esperadas para o ensino médio se concretizam na medida que as aulas deixem de ser apenas de “quadro negro e giz”. Nessas circunstâncias, importa o desenvolvimento de atividades que solicitem dos alunos várias habilidades, entre elas, o estabelecimento de conexões entre conceitos e conhecimentos tecnológicos, o desenvolvimento do espírito de cooperação, de solidariedade e de responsabilidade (KAUAMURA e HOSOUIME, 2007).

Uma reflexão sobre a prática profissional dos professores de Física do ensino médio deve ser aberta no que diz respeito a interatividade e colaboração entre os profissionais. A pesquisa por parte dos profissionais em ensino de Física de periódicos relacionados a temáticas pedagógicas e laboratoriais é de extrema importância no desenvolvimento de um ensino de qualidade. Uma boa parte dos estudos refere-se ao desenvolvimento de experimentos de baixo custo, visando substituir equipamentos caros e sofisticados e com isso aguçando a criatividade dos alunos (REZENDE, OSTERMANN e FERRAZ, 2009).

2.3 Atividades experimentais no ensino de Física

O sistema de ensino de uma forma geral e particularmente o ensino de Física são alvos de grupos de estudiosos e pesquisadores que identificaram os problemas e dificuldades vivenciados diariamente por profissionais da educação e pelos alunos, e com isso estudaram propostas de possíveis soluções que se direcionam para uma educação mais participativa dos indivíduos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Dentre os vários instrumentos e formas dinâmicas de ensinar Física, destaca-se a atividade experimental que, mesmo se revelando ser apenas mais um instrumento de ensino, mostra as diversas tendências e aspectos dos quais envolve desde a simples observação de um fenômeno por parte do aluno, até a participação efetiva na construção e execução de um experimento.

Mesmo com a grande dificuldade de material de apoio, que na sua grande maioria são tidos como “livros de receita”, cuja abordagem tradicional não enfatiza nem os contextos histórico-científicos nem atividades experimentais, vários pesquisadores publicam trabalhos com vários enfoques e finalidades das atividades experimentais (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Segundo Araújo e Abib (2003), em pesquisa realizada em 106 artigos dos 122 analisados, são lançadas várias propostas de métodos de utilização da atividade experimental, separando por categorias em função da área temática. O professor tem a possibilidade de complementação de sua aula teórica com um simples experimento demonstrativo, onde o aluno visualiza o fenômeno para um melhor entendimento da teoria.

Há também atividades em que pode ser explorado o tratamento matemático formal no experimento, dando ao aluno a possibilidade tanto de levantamento de dados e geração de gráficos e tabelas como a comparação dos resultados obtidos com os de referência. As novas tecnologias e a física no cotidiano, também são aspectos de grande valorização por parte dos alunos, pois eles têm a possibilidade de conhecer o mundo ao seu redor a partir de uma visão científica (ARAÚJO e ABIB, 2003).

A utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, possibilita a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes. A criação de situações facilitadoras para o aprendizado pode ser caracterizada também

pela possibilidade de se gerar conflitos cognitivos através da utilização de métodos dialógicos de ensino que privilegiam a “inclusão” dos estudantes no processo de aprendizagem. No entanto independente da modalidade adotada, nota-se a participação ativa dos alunos, despertando sua curiosidade e interesse pela ciência (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Através da experimentação, consegue-se compreender conceitos importantes das mais diversas áreas da Física, mas com especialidade da mecânica, como velocidade, aceleração, força, entre outros. De acordo com a criatividade e conhecimentos do professor-experimentador, o laboratório pode se tornar um ambiente facilitador da aprendizagem científica tecnológica. Por isso a dedicação do professor, e do próprio aluno, torna-se fundamental (SISMANOGLU, *et al.*, 2009).

A utilização de novas tecnologias como ferramenta de laboratório faz com que o aluno sintase mais motivado. Sensores de força, sensores de presença, sensores de tempo, computadores, softwares de edição de imagens e câmeras filmadoras possibilitam uma participação mais ativa dos alunos, pois eles têm a chance de estudarem um fenômeno real captado em tempo real pela filmadora. Isso permite a aquisição de dados de maneira precisa e torna o processo ensino-aprendizagem bastante atraente para o aluno. A câmera de vídeo digital, ou mesmo a webcam, são ferramentas úteis no processo pedagógico no sentido de levar ao aluno o conhecimento e o entendimento do fenômeno físico. A motivação alcançada com o uso da câmera é observada através da promoção de um ensino mais eficaz, tornando, mais efetiva a participação do grupo de alunos (SISMANOGLU *et al.*, 2009).

Um dos questionamentos mais frequentes por parte de alunos no ensino médio ou ensino técnico é o da aplicabilidade prática dos conceitos de Física no dia a dia ou nas vivências profissionais, o que faz com que os alunos se dediquem mais às disciplinas técnicas do que as disciplinas do ensino médio.

Um dos recursos didáticos utilizados para contornar essa visão de inutilidade das teorias Físicas nas disciplinas técnicas e na prática profissional é a criação de hipertextos, vídeos, animações, figuras, textos, atividades práticas associando as teorias Físicas às profissões técnicas.

Segundo Vigotsky, citado em WERLANG *et al.* (2008), há necessidade de troca de experiências e conhecimentos, pois o desenvolvimento cultural se processa primeiro no nível social e depois no nível individual, ou seja, primeiro entre as pessoas

e depois no interior de cada pessoa. É necessário levar em conta o fato de que o aluno já possui uma história prévia muito antes de ingressar nos bancos escolares.

Acredita-se que um material didático utilizando novas tecnologias, pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem, sobretudo, se for desenvolvido de forma contextualizada com a realidade dos aprendizes, levando em conta um referencial teórico adequado. É fundamental que os professores se adaptem às novas tecnologias, fazendo cursos de capacitação, a fim de utilizá-las com todo o seu potencial promissor sem cometer equívocos na sua utilização como ferramenta pedagógica (WERLANG *et al.*, 2008).

O acesso ao conhecimento científico ou a determinados ramos da ciência ainda é algo muito restrito. Sabe-se que, as nações que investem em educação científica e tecnológica têm contribuído para determinar patamares diferenciados de desenvolvimento. No entanto o capital científico se encontra desigualmente distribuído no planeta.

As atividades experimentais despertam a curiosidade e o espírito crítico, suscitam discussões, demandam reflexão, elaboração de hipóteses, ensinam a analisar os resultados e favorecem uma melhor percepção da relação ciência e tecnologia (REIS *et al.*, 2008).

Uma das maneiras de inserção social no meio científico, ou seja, alfabetização científica é a escolha, pelo professor, de experimentos de fácil realização e que aborde assuntos científicos de difícil acesso como educação espacial. Tomando essas considerações como premissas, são apresentadas e discutidas algumas potencialidades educativas em educação espacial, denominada como girar um satélite. Essa atividade experimental contribui para a compreensão do princípio da ação e reação (terceira lei de Newton) e apresenta alguns elementos da dinâmica orbital de um satélite artificial. Sua realização é fácil e demanda materiais acessíveis e de baixo custo. Ela pode ser utilizada tanto na forma de demonstração quanto de experimento prático, com ampla participação dos alunos, que montam e discutem coletivamente o experimento (REIS *et al.*, 2008).

A princípio é discutido com os alunos, a real maneira de como se utiliza da terceira lei de Newton para girar o satélite para posições desejadas, mostrando que uma das formas possíveis de se aplicar a força F é por meio de propulsores, que são motores que expulsam gases em alta velocidade. O objetivo da oficina, consiste em, de maneira

simples, barata e eficaz, demonstrar qualitativamente como, no espaço sideral, os satélites descrevem seu movimento de rotação.

O material utilizado para a realização do experimento é de fácil acesso, sendo uma lata de refrigerante vazia, pregos de vários diâmetros, linha de pesca, balde com água, fita crepe e caneta vermelha. Com esse material o professor tem a possibilidade de variar o experimento de acordo com o número de furos e do diâmetro dos furos, com isso levantar questionamentos acerca dos efeitos provocados na variação desses parâmetros.

O uso de experimentos práticos em educação espacial contribui não somente para que o aluno visualize e reconstrua conceitos científicos abstratos, mas para atribuir um novo significado às práticas pedagógicas em ensino de Física, de modo que o estudante assuma um papel mais ativo no processo ensino-aprendizagem dessa disciplina (REIS *et al.*, 2008).

A astronomia exerce fascínio no ser humano desde os tempos remotos. Os avanços tecnológicos e científicos no decorrer dos séculos fizeram com que alguns dos mistérios sobre o universo e sobre a terra mais propriamente dita fossem desvendados. Nesse contexto, é fácil verificar que a astronomia é uma das áreas que mais atrai a atenção e desperta a curiosidade dos estudantes, desde os primeiros anos escolares até sua formação nos cursos de graduação, abrangendo todas as áreas, principalmente de física (BERNARDES *et al.*, 2006).

No entanto o ensino de astronomia nas escolas de ensino fundamental e médio depara-se com o grande problema da qualificação dos docentes que o ministram. Uma das saídas para esse problema é a construção de equipamentos como telescópios e lunetas com material de baixo custo, para que o professor utilize os conceitos fundamentais de óptica na astronomia, despertando assim o interesse dos alunos em formar grupos de estudos em astronomia (BERNARDES *et al.*, 2006).

2.4 Novas metodologias e o ensino de Física

A suposta falta de aplicabilidade dos conceitos estudados em Física no ensino médio é um dos principais fatores que levam o aluno a rejeição, senão por completo, mas parcial da disciplina de Física, pois a ênfase em resolução de exercícios e o incontável número de fórmulas que o aluno deve ter em mente para o vestibular desviam o foco principal no ensino de Física, que é a aplicabilidade no dia a dia do ser humano.

A acústica é um dos ramos da Física ao qual tem-se uma maior aplicabilidade prática desde os tempos antigos. Na atualidade têm-se projetos acústicos, estúdios musicais, instrumentos e uma infinidade de equipamentos que se utilizam das teorias da acústica como princípio de funcionamento, desde sua estrutura corporal, como em instrumentos de cordas até o tipo de material utilizado em sua fabricação (DONOSO *et al.*, 2008).

Dentre tantos conceitos de grande relevância teórica na Física destacamos os conceitos de campo, que se consolidou ao longo do século XIX, quando se revelou uma das mais importantes invenções desde o tempo de Newton. Conceitos estes que pelo fato da exclusiva exploração matemático-conceitual perde um pouco de toda sua potencialidade científica.

Debates sobre as evoluções de idéias na Física, ou seja, a utilização dos conceitos da evolução histórica de determinada teoria na Física, é de extrema importância para que se compreenda com mais maturidade as teorias matemático-conceituais atuais do assunto abordado em sala de aula. O conhecimento histórico-conceitual não se aplica somente a teoria de campos citada pelo autor, mas a toda a Física que é composta de conteúdo histórico, ao qual faz parte o conteúdo matemático (ROCHA, 2009).

O uso de novas tecnologias como ferramenta para o ensino de Física tem sido nos últimos anos uma temática muito debatida e utilizada como tema de pesquisas nacionais e internacionais. Apesar de ser um recurso bastante aplicado na modalidade de ensino à distância (EAD), está a cada dia sendo implementado no ensino presencial.

Existem várias publicações sobre softwares educativos para o ensino de Física, mas quase nenhum deles enfatiza o método de modelagem computacional como sendo um dos mais eficientes e poderosos para o ensino de Física, que é o caso do

software *Modellus*, que através da experimentação conceitual favorece a aprendizagem do jogo de modelagem (VEIT e TEODORO, 2002).

As maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes em Física ou em áreas afins são as aplicações das equações nas quais eles estudam e na maioria das vezes não imaginam em que serão aplicadas tais equações. Estas barreiras são quebradas como o uso do software de modelagem, pois facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem construtivista, elevando o nível do processo cognitivo fazendo com que o aluno possa explorar e testar seus próprios modelos e cheguem as suas próprias conclusões, que é um dos pontos estabelecidos pelas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, a integração e a interdisciplinaridade através da contextualização (VEIT e TEODORO, 2002).

A falta de habilidade com linguagens de programação é um dos fatores que contribuem para uma maior recusa do uso de softwares de modelagem por parte dos alunos e principalmente dos professores, que geralmente não possuem qualificação nesta área de conhecimento. Com o *Modellus* não acontece isto, pois é um software que utiliza uma sintaxe de escrita praticamente a mesma que se usa ao escrever um modelo no papel, descartando com isso a obrigatoriedade do usuário aprender uma linguagem de programação, facilitando assim, a transmissão concreto-formal do pensamento. O usuário tem a possibilidade de construção de um modelo como se tivesse usando papel e lápis, e com a possibilidade de manipulação dos objetos na tela.

Com uma ferramenta com essas características, tem-se mais um instrumento poderoso de utilização laboratorial, para que se possa fugir do tradicionalismo em sala de aula. Não se trata da substituição do laboratório didático ou da figura do professor, mas de um complemento, de ampliar limites, de reforçar o aspecto construtivista da ciência e da aprendizagem (VEIT e TEODORO, 2002).

As dificuldades no ensino de Física no ensino médio são inúmeras e dentre elas podemos citar a de que o professor encontre o melhor modelo ou ferramenta para o melhor entendimento do aluno. Outra dificuldade dentre tantas já citadas, é o tratamento matemático necessário para o melhor entendimento ou elaboração de um modelo a ser explorado no ensino médio que satisfaça o grau de sofisticação do assunto ministrado.

Nesse sentido a prática laboratorial ganha uma enorme importância, na medida em que essas práticas possibilitam o aluno perceber com maior clareza os

limites dos modelos envolvidos e sua simplificação na descrição dos fenômenos (BARBOSA *et al.*, 2006).

Mesmo com o crescente uso de tecnologias como o computador em laboratórios didáticos, a análise numérica continua tendo uma grande importância para a Física. A utilização do computador no aprofundamento do estudo de Física no ensino médio, propicia ao aluno, a possibilidade de estudar um conjunto maior de problemas físicos, e introduz de forma interativa, as idéias de cálculo numérico e do cálculo diferencial e integral (BARBOSA *et al.*, 2006).

Sabe-se que a cada dia a carga horária das aulas é significativamente reduzida levando os professores a selecionarem os conteúdos considerados mais importantes ou até mesmo fazerem uma abordagem bem superficial dos conteúdos, provocando no aluno uma maior falta de interesse pela disciplina. A aula presencial é praticamente toda desperdiçada com questões burocráticas como avisos, chamadas, anotações, gabaritos e o mínimo aproveitada com o que realmente interessa, que é o aprendizado efetivo do aluno. Uma das alternativas de se ampliar a carga horária das aulas é a extensão da disciplina para além da sala de aula. Os professores devem utilizar-se dos recursos de educação à distância, servindo-se das tecnologias de informação como a internet para criar atividades como leitura de textos, simulações interativas, vídeos, softwares específicos, voltados para o ensino de Física e com isso, aumentar significativamente tanto o tempo de aula, quanto valorizar o processo de ensino-aprendizagem (PIRES e VEIT, 2006).

Essa estratégia de ensino à distância como forma de complementar a carga horária desperdiçada em sala de aula vem sendo aplicada em vários países da Europa, Estados Unidos e Canadá, em nível universitário e pré-universitário em várias áreas do conhecimento. O professor utiliza-se do número de acessos e participações dos fóruns de discussões como forma de controle efetivo da presença do aluno na sala virtual.

De um modo geral a utilização de tecnologias de informação como alternativa de complemento não só da aula tradicional, mas também das aulas de laboratório é um recurso em crescimento, pois é muito mais viável financeiramente a manutenção de computadores com acesso à rede mundial, que a instalação de um laboratório de Física estruturado (PIRES e VEIT, 2006).

A utilização de novas tecnologias como ferramenta complementar e facilitadora no processo de ensino aprendizagem é de extrema importância para que o

professor consiga um maior envolvimento dos alunos não só na sala de aula mas também fora dela, pesquisando, trocando informações com os colegas e com o professor através da internet, transformando suas vidas num processo permanente de aprendizagem.

Muitas formas de ensinar de hoje não se justificam mais. Perde-se tempo demais, aprende-se muito pouco e com isso produz-se uma contínua desmotivação. Pode-se modificar a forma de ensinar e de aprender. Um ensinar mais compartilhado, orientado, coordenado pelo professor, mas com profunda participação dos alunos, onde as tecnologias nos ajudarão muito, principalmente as telemáticas (MORAN, 1998).

Assim como muitas vantagens, as tecnologias da informação trazem um grande volume de dados que precisam ser filtrados para que o objetivo principal seja alcançado, que é a aprendizagem. Com isso o papel do professor é ajudar o aluno a interpretar esses dados, a relacioná-los e a contextualizá-los. Tem-se hoje um amplo conhecimento horizontal, sabe-se um pouco de muitas coisas, um pouco de tudo.

Falta um conhecimento mais amplo, mais rico, mais integrado, desvendador, mais amplo em todas as dimensões. O professor é um facilitador, que procura ajudar a que cada um consiga avançar no processo de aprender. As mudanças na educação dependem também dos alunos. Alunos curiosos, motivados, facilitam enormemente o processo, estimulam as melhores qualidades do professor, tornando-se interlocutores lúcidos e parceiros de caminhada do professor-educador. Alunos motivados aprendem e ensinam, avançam mais, ajudam o professor a ajudá-los melhor.

A internet é uma tecnologia que facilita a motivação dos alunos, pela novidade e pelas inesgotáveis possibilidades de pesquisa que oferece. Essa motivação aumenta se o professor a faz em um clima de confiança, de abertura, de cordialidade com os alunos. O aluno desenvolve a aprendizagem cooperativa, a pesquisa em grupo, a troca de resultados. A interação bem sucedida aumenta a aprendizagem (MORAN, 1998).

2.5 Modellus: uma ferramenta pedagógica no ensino de Física

O processo de ensino-aprendizagem passa atualmente por uma grande mudança de paradigmas, os quais têm-se como principal objetivo a maior participação dos alunos em sala de aula, interagindo com o professor e com os colegas de sala. No ensino de Física não seria diferente, há a necessidade de uma aula mais dinâmica, com a participação efetiva dos alunos, onde possam ter contato com os fenômenos físicos estudados de tal forma que o aluno possa interagir nos parâmetros e analisar os resultados do experimento, tendo com isso maior participação e por consequência maior rendimento.

Têm-se atualmente os recursos computacionais como uma ferramenta muito evidente em sala de aula, que deve ser explorada em todo o seu potencial educacional. Uma proposta para o ensino de Física, é o uso de softwares de modelagem, onde o professor e o aluno trocam conhecimentos e analisam os resultados dos fenômenos físicos através da modelagem computacional. Existem atualmente vários softwares de modelagem disponíveis para fins educacionais, dentre eles o Stella e o Modellus que é o objetivo central deste trabalho.

Mesmo com a substituição do computador nas práticas de ensino, a modelagem computacional seja a que melhor permita a interação dos estudantes com o processo de construção e análise do conhecimento científico, permitindo que compreendam melhor os modelos físicos e discutam o contexto de validade dos mesmos (ARAÚJO *et al*, 2004).

Entende-se modelagem como um processo de criação de um modelo, dividido em cinco estágios não-hierárquicos: seleção, construção, validação, análise e expansão do modelo, “onde os três estágios intermediários sobrepõem-se, podendo ser conduzidos ao mesmo tempo”.

O Modellus destaca-se por permitir que estudantes e professores façam experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos definidos a partir de funções quase sempre da mesma forma que a manuscrita do dia-a-dia, sem a necessidade de metáforas simbólicas, tais como os diagramas de Forrester utilizados nos modelos confeccionados com o Stella. O Modellus possui uma interface gráfica intuitiva, o que vem a facilitar a interação dos estudantes com modelos em tempo real e a análise de

múltiplas representações desses modelos, permitindo também observar múltiplos experimentos simultaneamente (ARAÚJO *et al*, 2004).

Segundo Bliss e Ogborn *apud* Teodoro, o Modellus incorpora tanto o modo expressivo quanto o modo exploratório das atividades de aprendizagem. Na aprendizagem expressiva os estudantes podem construir seus próprios modelos matemáticos e criar diversas formas de representá-los enquanto no modelo exploratório, os alunos podem usar modelos feitos por outros alunos, analisando como grandezas diferentes se relacionam entre si ou visualizando a simulação de um evento físico.

O delineamento pedagógico do Modellus admite que o computador é uma ferramenta cognitiva, mas não substitui habilidades humanas de alta ordem, ou seja, admite-se que o Modellus auxilia na aprendizagem, mas que a inteligência, emoção, cultura, poesia e arte residem no usuário, não no software.

A exploração desse tipo de modelo faz com que o estudante se questione constantemente sobre os efeitos de suas ações sobre os resultados gerados pelo modelo computacional. Este raciocínio causal subjacente servirá como pano de fundo para a promoção da interatividade. O aluno pode interagir totalmente com o seu modelo, podendo reconstruí-lo tantas vezes quanto lhe for necessário para a produção de resultados que lhe sejam satisfatórios.

É importante destacar a participação efetiva do professor para fins de auxílio nos termos técnicos de operação do software como nas dúvidas sobre Física ou matemática na construção do modelo. Deve-se destacar que a elaboração das atividades são de caráter complementar às aulas tradicionais, e não com a finalidade de substituí-las (ARAÚJO *et al*, 2004).

Deve-se ter muito cuidado com o uso das tecnologias no ensino de Física pois não devem ser a única ferramenta educacional utilizada pelo professor, pois apesar do louvável interesse pela inovação e atualização dos velhos métodos, muitos relatos do uso destes recursos não vêm acompanhados por uma avaliação criteriosa de suas contribuições ao processo de aprendizagem do aluno.

Certamente as potencialidades da modelagem computacional podem ser aproveitadas em outros diferentes contextos onde a natureza dinâmica de determinados fenômenos físicos precisem ser explicadas, possibilitando ao aluno perceber que o estudo destes não se resume a uma mera aplicação de fórmulas.

3. Materiais e métodos

A proposta desse trabalho consiste no desenvolvimento de um método mais dinâmico em sala de aula ou em laboratório, de abordagens sobre os movimentos dos corpos em queda livre, através do uso de tecnologias disponíveis, nesse caso o software de modelagem Modellus, onde os alunos possam participar efetivamente na construção dos modelos teóricos propostos em sala de aula.

3.1 Descrição teórica do fenômeno físico

O modelo matemático descrito abaixo é o modelo frequentemente utilizado por professores no ensino básico, o qual descreve o comportamento de uma partícula em movimento de queda livre ao longo de um eixo vertical (y) em função do tempo (t).

O movimento ao longo da vertical é uniformemente variado tendo a aceleração como sendo a aceleração da gravidade ($-g$), assim sendo a velocidade v_y é dada pela equação diferencial:

$$\frac{d}{dt} (v_y) = -g \quad (1)$$

Utilizando-se de técnicas de integração, tem-se:

$$dv_y = -g \cdot dt \quad (2)$$

Integrando-se ambos os lados da equação 2, tem-se:

$$\int dv_y = \int (-g \cdot dt) \quad (3)$$

Deve-se impor as condições iniciais do experimento através das equações abaixo:

$$\begin{aligned} v_{0y} &= 0 \\ v_y &= v \\ t_0 = t &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Como a aceleração da gravidade é uma constante, pode-se retirá-la da integral, portanto tem-se:

$$\int dv_y = -g \int (dt) \quad (5)$$

Aplicando-se as condições iniciais da equação 4, determina-se os limites de integração da equação 5 e tem-se:

$$\int_{v_{0y}}^{v_y} dv_y = -g \int_0^t (dt) \quad (6)$$

Resolve-se as integrais da equação 6, encontrando-se assim a equação horária da velocidade:

$$v_y - v_{0y} = -g(t - t_0) \Rightarrow v_y = v_{0y} - g \cdot t \quad (7)$$

Para determinar a equação horária do espaço do movimento ao longo do eixo y, deve-se resolver a equação diferencial abaixo:

$$\frac{d}{dt}(y) = v_y \quad (8)$$

Utilizando-se de técnicas de integração, tem-se:

$$dy = v_y \cdot dt \quad (9)$$

Integrando-se ambos os lados da equação 2, tem-se:

$$\int dy = \int (v_y \cdot dt) \quad (10)$$

Deve-se impor as condições iniciais do experimento através das equações abaixo:

$$\begin{aligned} y_0 &= 0 \\ v_y &= v \\ t_0 &= t = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Aplicando-se as condições iniciais da equação 11, determina-se os limites de integração da equação 10 e substituindo a equação 7 na equação 10, tem-se:

$$\int_{y_0}^y dy = \int_{t_0}^t [(v_{0y} - g \cdot t)] \cdot dt \Rightarrow \int_{y_0}^y dy = \int_{t_0}^t v_{0y} \cdot dt + \int_{t_0}^t (-g \cdot t) \cdot dt$$

Integrando-se nas respectivas variáveis, tem-se:

$$y - y_0 = v_{0y}(t - t_0) - g \cdot \left(\frac{t^2}{2} - \frac{0^2}{2}\right)$$

Portanto, tem-se:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t - g \left(\frac{t^2}{2}\right) \quad (12)$$

Utilizando-se das equações 7 e 12 deduzidas acima na tela modelo e as condições iniciais do experimento nas telas condições iniciais e controlo indicadas na Figura 1, inicia-se a construção do modelo matemático para o fenômeno de movimento de queda livre de uma partícula, desprezando-se a resistência do ar.

Utilizando-se as ferramentas da tela animação indicada na Figura 2, cria-se a interface gráfica de visualização do fenômeno físico e seus respectivos resultados gráficos em função do tempo, tendo-se com isso a possibilidade de análise do movimento de acordo com os dados inseridos no ato da montagem do modelo matemático a ser estudado.

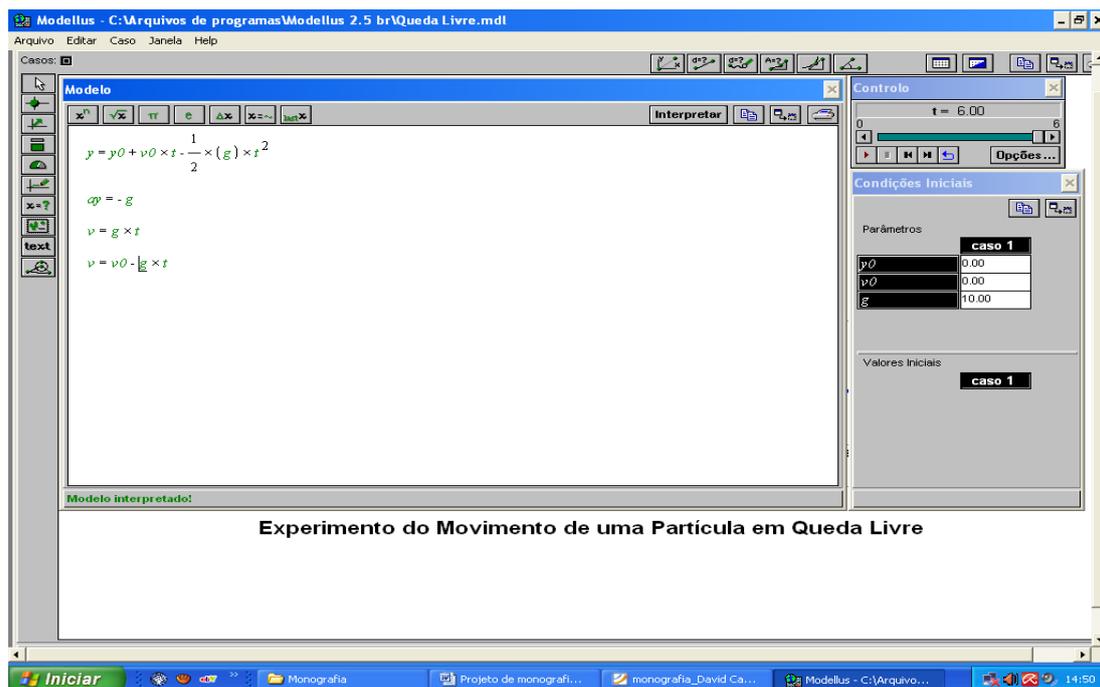


Figura 1 - Tela do modellus indicando o modelo matemático de uma partícula em movimento de queda livre, suas condições iniciais e o controle da variável tempo.

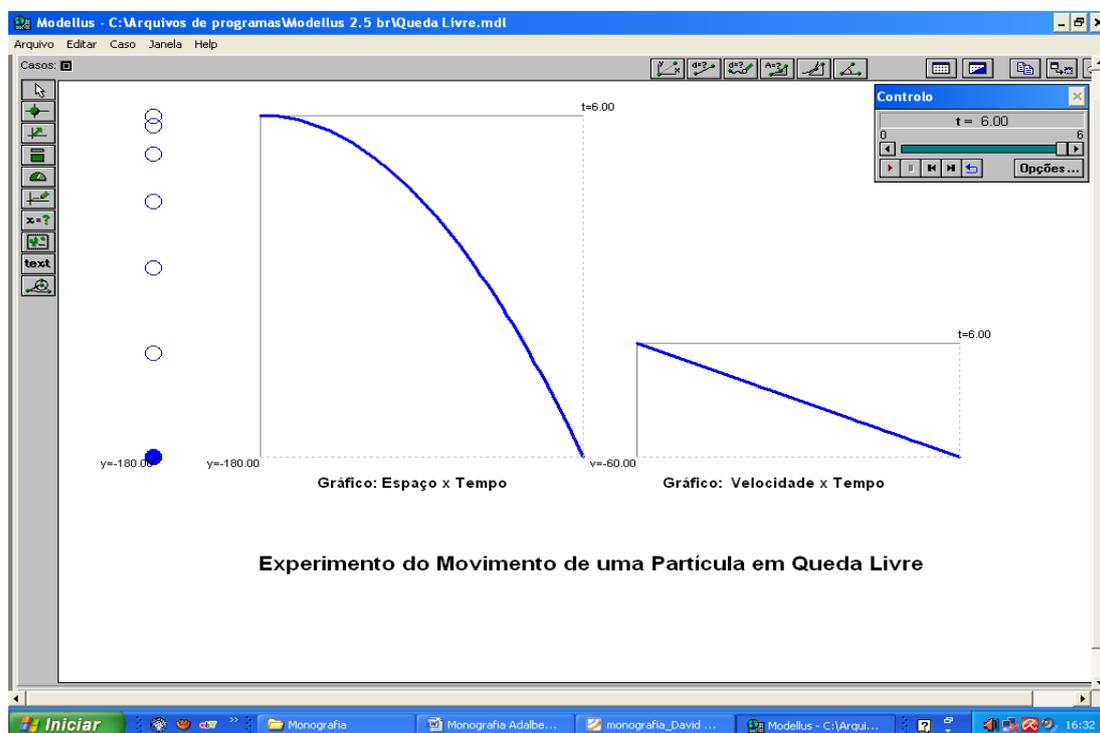


Figura 2 - Tela do modellus indicando animação do experimento de queda livre de uma partícula e seus respectivos gráficos de espaço e velocidade em função da variável tempo.

3.2 Aplicação da proposta e método de avaliação

Como método de aplicação e avaliação, realizou-se como primeiro momento uma aula tradicional, utilizando-se dos recursos do livro texto, quadro branco, e aplicou-se uma avaliação analítico-descritiva sobre o assunto ministrado – que se encontra no Anexo I – o qual foi respondido logo após a aula .

Como segundo momento do processo, com a aplicação do recurso didático proposto no escopo do trabalho, como atividade experimental com grau de direcionamento na utilização de novas tecnologias, aliada ao formalismo matemático, e aplicou-se uma avaliação analítico-descritiva – que se encontra no Anexo II - sobre o assunto ministrado em laboratório ou sala de aula.

Após a aplicação dos procedimentos acima citados, comparou-se os resultados das avaliações nas duas etapas dos procedimentos analisando assim os resultados obtidos e avaliando o grau de crescimento no processo de ensino-aprendizagem.

Finalmente aplicou-se um questionário de avaliação do uso do Modellus como recurso didático no ensino de Física, que se encontra no Anexo III.

3.2.1 Descrição do ambiente da pesquisa

Para a aplicação da proposta, utilizou-se alunos das turmas de 8º ano do colégio Dom Felipe, escola da rede privada de ensino fundamental, localizada à avenida Independência, nº1652, no bairro Quintino Cunha, na cidade de Fortaleza-Ce, que tem como proposta o ensino de Física nas séries terminais do ensino fundamental.

A escola conta com um laboratório de informática onde foram realizadas as aulas com o uso do recurso do Modellus e os alunos do 8º ano tiveram a oportunidade de construir os seus próprios modelos do fenômeno de queda livre. Foi utilizada uma amostra de 20 alunos de um total de 25 alunos do 8º ano A do ensino fundamental para realizarmos o trabalho proposto na seção 3.2.

4. Resultados e discussões

Com a aplicação da metodologia citada na seção 3.2 deste trabalho, coletaram-se os dados dos questionários aplicados em cada momento do experimento que teve como amostragem vinte alunos do 8º ano do ensino fundamental.

Após a realização da aula utilizando os instrumentos tradicionais em sala de aula, como pincel, quadro branco e o livro didático, como forma de avaliação foi aplicado o questionário do Anexo I sobre o tópico da aula, movimento vertical no vácuo, mais especificamente, queda livre.

Nota-se no gráfico da Figura 3, que nesse primeiro momento uma grande parte da amostra dos alunos apresentaram um pequeno número de acertos, ou seja, 25% acertaram somente uma questão das cinco questões propostas e 20% acertaram somente duas questões das cinco questões propostas.

Os níveis médios de acerto foram 30% que acertaram três questões e 20% que acertaram quatro questões. Apenas um aluno que equivale a 5% da amostra teve 100% de aproveitamento acertando todas as questões propostas.

No primeiro momento da pesquisa se tem um resultado de 45% da amostra com níveis de acertos entre uma e duas questões, que mostra um baixo nível de compreensão do conteúdo ministrado em sala de aula.

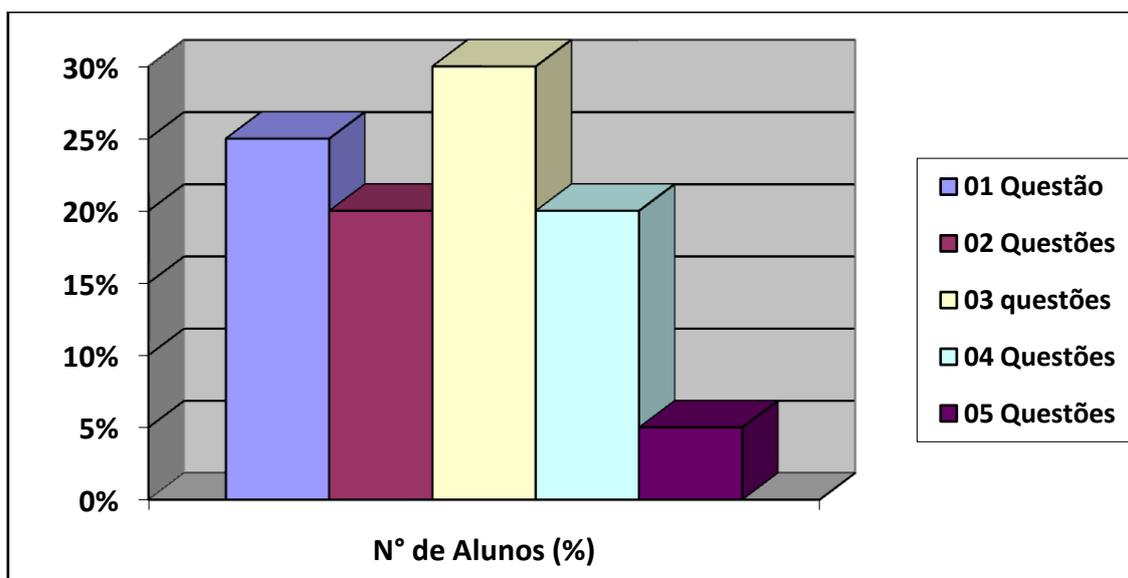


Figura 3 – Percentual do número de acertos por número de alunos por acerto.

No segundo momento da pesquisa em que foi utilizado o recurso computacional do Modellus, os alunos tiveram a oportunidade de participar de forma ativa da aula, através da produção da modelagem e simulação de queda livre de uma partícula no vácuo com base no formalismo matemático das equações necessárias para formularmos o modelo a ser simulado. Após a aula ser ministrada foi aplicado o questionário do Anexo II também sobre conhecimentos do fenômeno de queda livre.

Nota-se que nesta etapa do trabalho tem-se uma diminuição significativa do número de alunos que acertaram apenas uma e duas questões, que no primeiro momento foi de 25% da amostra para o acerto de uma questão e decresceu para 5% e de 20% da amostra para o acerto de duas questões que decresceu para 15%.

Nota-se também que o nível de acerto de três questões se manteve em 30% da amostra, mas houve um aumento bastante significativo dos alunos que acertaram quatro questões do questionário que no primeiro momento foi de apenas 20% da amostra e cresceu para 45% sendo que o nível de acertos de 100% das questões propostas se manteve em 5%, como mostrado no gráfico da Figura 4.

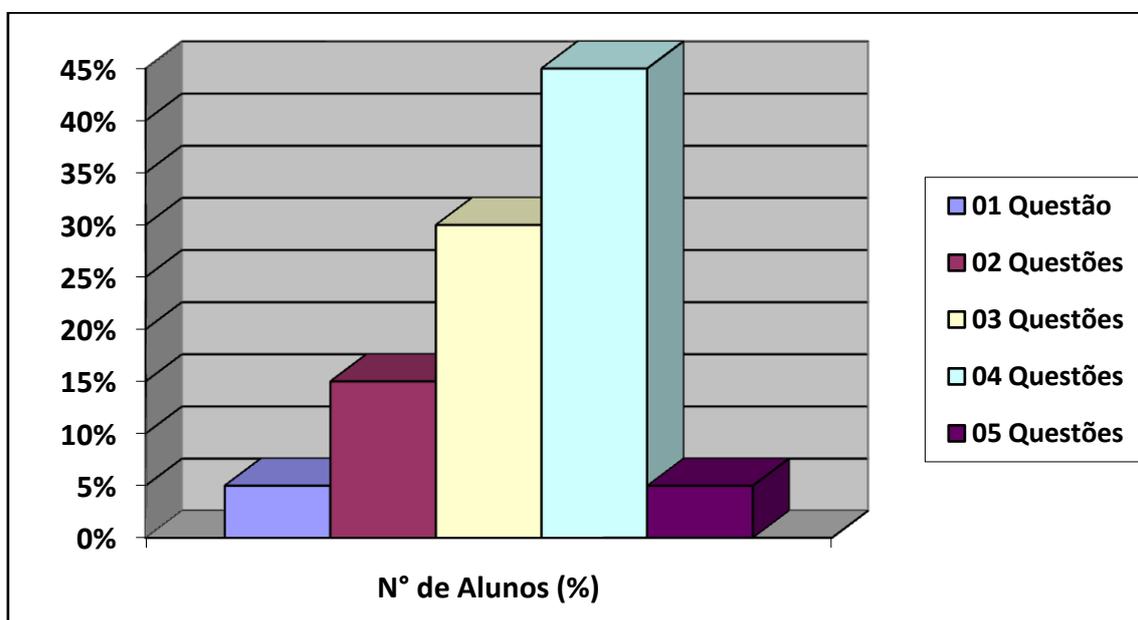


Figura 4 - Percentual do número de acertos por número de alunos por acerto.

Ao final do segundo momento da pesquisa realizamos um questionário sobre a importância do uso das simulações no ensino de Física cujo conteúdo localiza-se no Anexo III.

Na questão 01 que tratava da opinião dos alunos sobre a aprendizagem dos conteúdos de Física com as aulas ministradas da maneira tradicionalmente utilizada, os alunos mostram nos resultados que é mais fácil da maneira tradicional pelo fato da grande maioria nunca ter tido contato com tal ferramenta computacional como veremos nos dados colhidos relacionados à questão 03, sendo que 60% da amostra avaliam ser mais fácil da maneira tradicional, 30% nem fácil, nem difícil e apenas 5% avaliam ser difícil e 5% não vê aplicação na forma tradicional de ensino de Física, dados estes mostrados no gráfico da Figura 5.

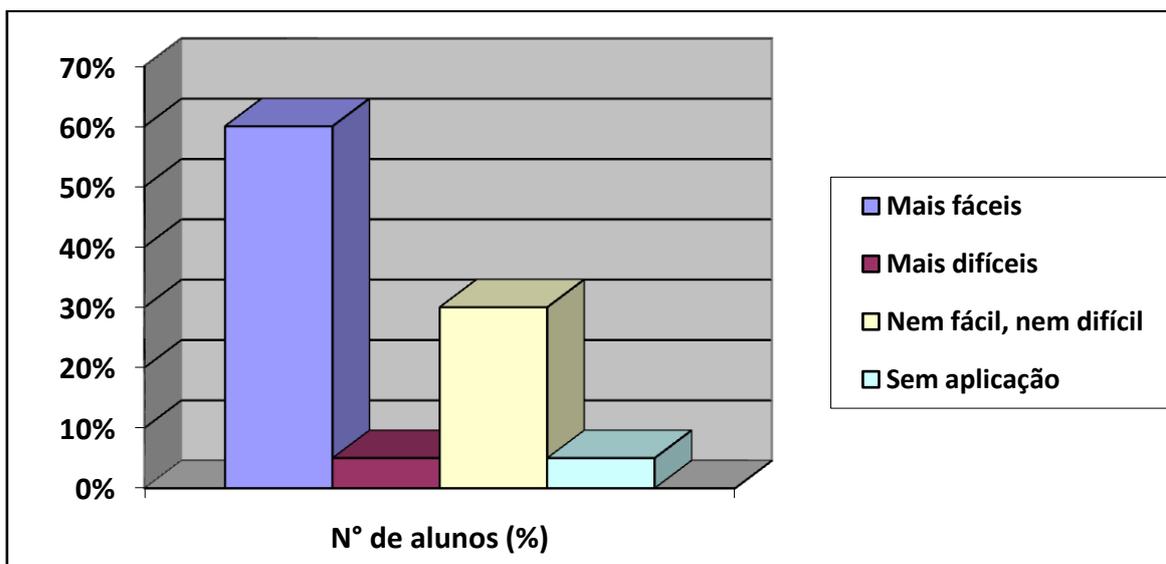


Figura 5 - Percentual da opinião dos alunos sobre os conteúdos de Física ministrados diariamente da forma tradicional.

Na questão 02 as evidências do potencial de envolvimento que a ferramenta computacional exerce sobre os alunos são mostradas em suas respostas, que a partir do momento que eles começam a aprender a utilizar a ferramenta de maneira correta, desmistificando o processo, os conteúdos são assimilados de maneira mais fácil.

Os dados colhidos na questão 02 mostram que 45% da amostra responderam que a ferramenta computacional facilita a compreensão dos assuntos ministrados e 40% da amostra concorda que influencia positivamente na aprendizagem, 10% avalia que não facilita a compreensão e 5% da amostra avalia que não influencia no aprendizado, como mostrado no gráfico da figura 6.

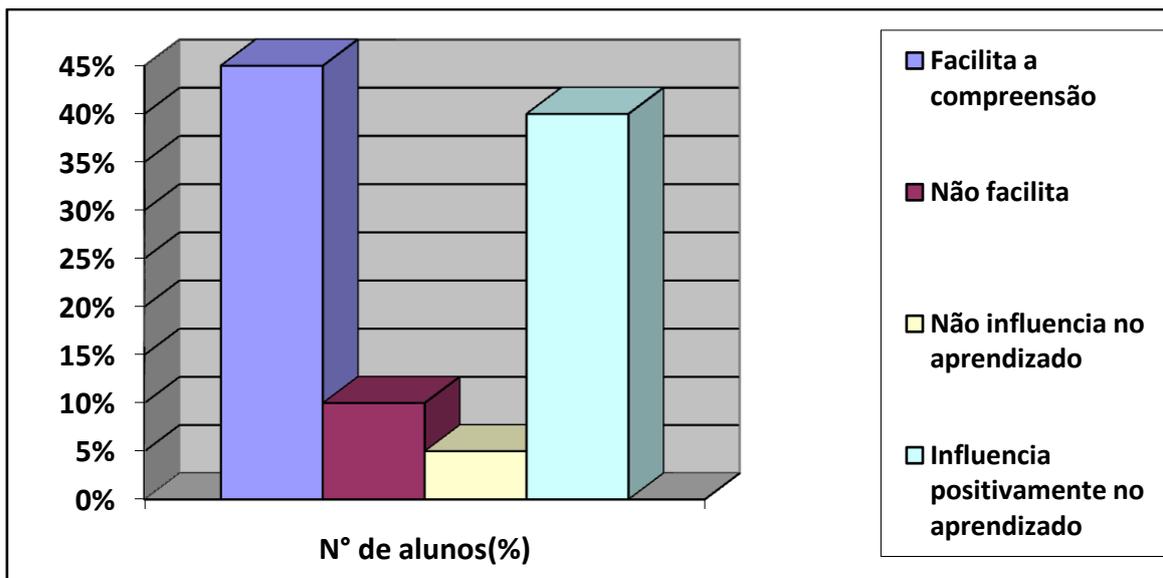


Figura 6 - Percentual da opinião dos alunos sobre o uso do computador como ferramenta para o ensino de Física.

Na questão 03 fica explícita a falta de intimidade dos alunos com a ferramenta computacional em sala de aula, pois 95% da amostra afirma nunca ter utilizado o computador como ferramenta para o ensino de Física e apenas 5% já havia utilizado de alguma forma o recurso em sala de aula, como mostrado no gráfico da Figura 7.

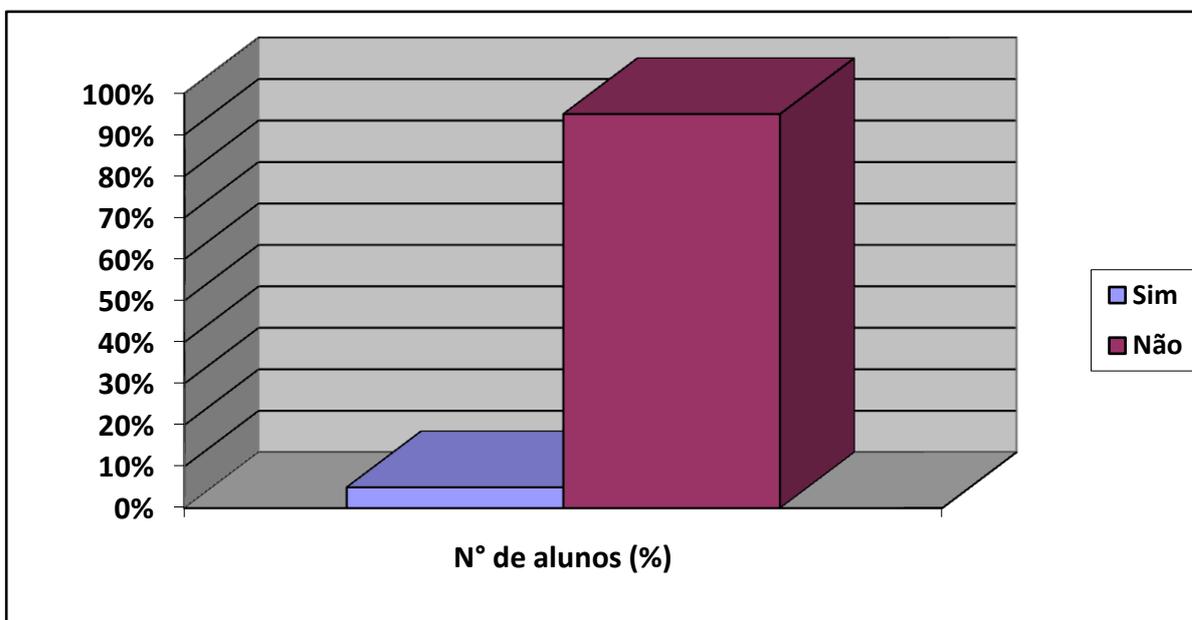


Figura 7 - Percentual do número de alunos que já utilizaram recursos computacionais no ensino de Física.

Os resultados colhidos na questão 4 mostram que os alunos admitem que as simulações melhoraram ou melhoraram muito seus conhecimentos sobre queda livre. 25% concordam que melhoraram, 40% afirmam que melhoraram muito, 25% afirmam que melhoraram pouco e apenas 10% afirma que não houve melhora em seus conhecimentos como mostrado na Tabela 6 e na Figura 8.

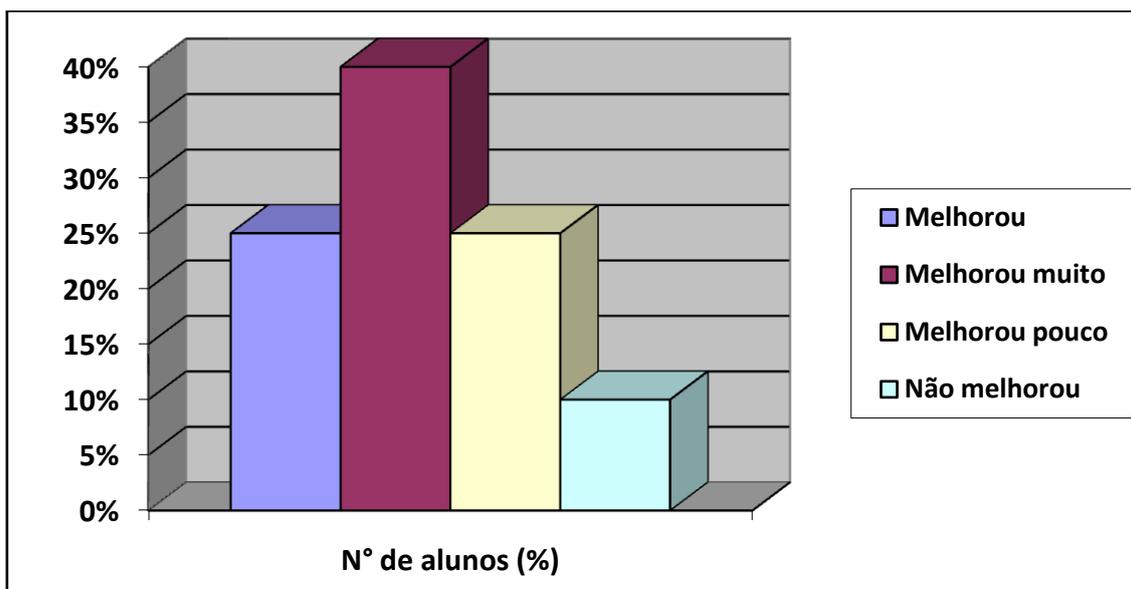


Figura 8 - Percentual da opinião dos alunos sobre as melhorias na aprendizagem dos conteúdos de queda livre, com os recursos das simulações.

Os resultados da questão 5 evidenciam que os alunos sentem a necessidade do uso de novas tecnologias como ferramenta pedagógica complementar no ensino de Física, pois os computadores fazem parte de suas vidas cotidianas, apesar das dificuldades iniciais no manuseio com o Modellus.

A grande maioria dos alunos, o que equivale a 90% da amostra, responderam que as simulações deveriam ser mais utilizadas em sala de aula, e apenas 10% responderam que não deveria ser utilizada, como mostrado no gráfico da Figura 9.

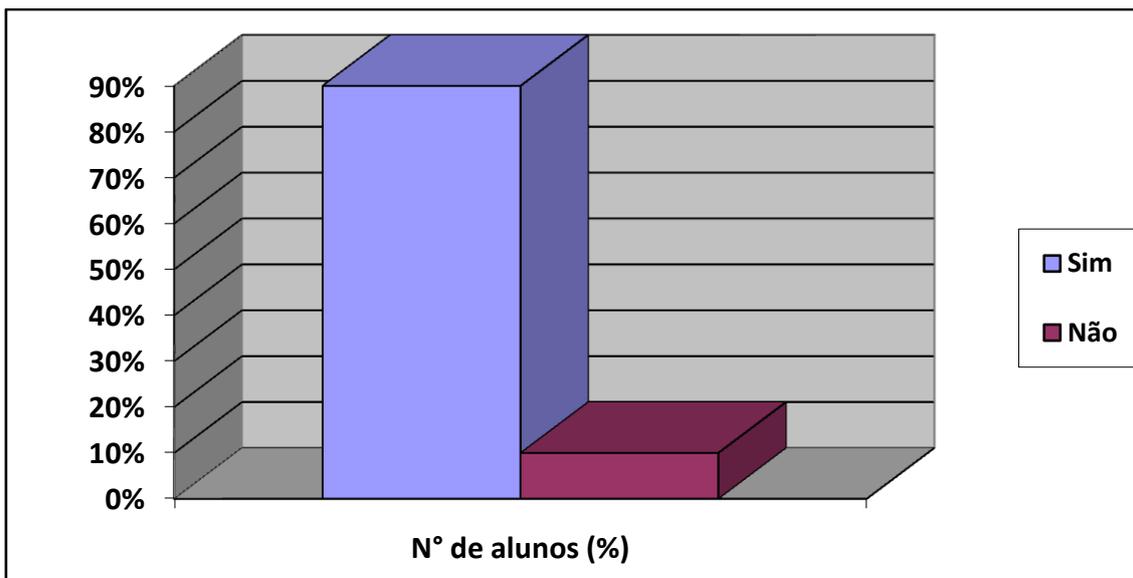


Figura 9 - Percentual do número de alunos que gostariam que as simulações fossem mais utilizadas nas aulas de Física.

As respostas da questão 06 mostram a certeza dos alunos em que a escola deve dispor do laboratório de informática como ferramenta pedagógica no ensino de Física, onde poderão realizar pesquisas, experimentos e simulações como forma de complemento às aulas tradicionais.

O gráfico da Figura 10 mostra que a grande maioria avalia ser importante ou muito importante a utilização do laboratório de informática nas aulas de Física, 20% da amostra avalia ser importante e 70% da amostra avalia ser muito importante.

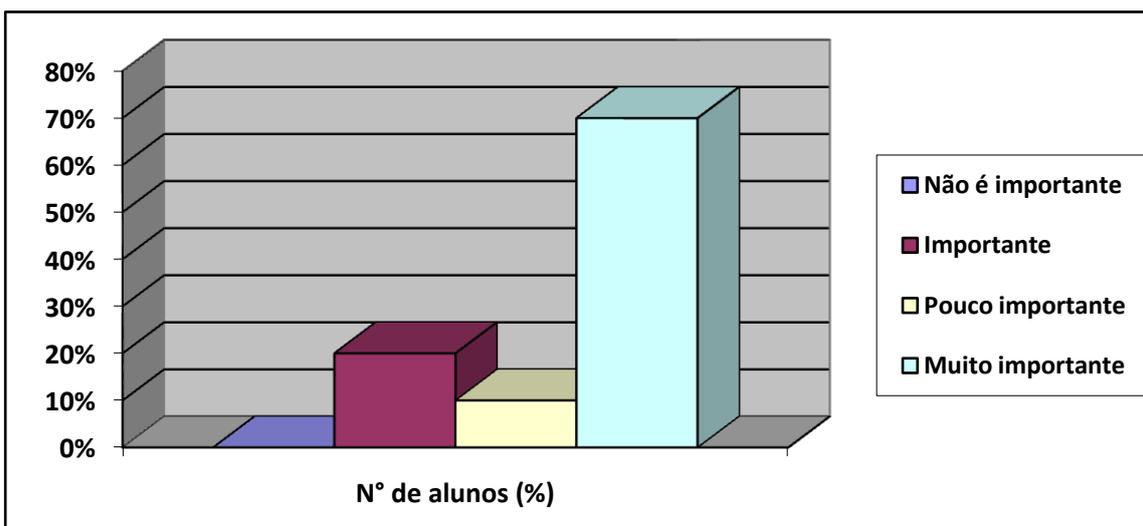


Figura 10 - Percentual da opinião dos alunos sobre a importância da escola dispor de um laboratório de informática para pesquisas, experimentos e simulações em Física.

5. Considerações finais

É de extrema importância que os docentes libertem-se dos paradigmas estabelecidos durante anos pelo ensino tradicional de forma a adequar-se e utilizar-se das ferramentas para a obtenção de melhores resultados em sala de aula. Desta forma, é necessário que haja uma melhor formação dos docentes no intuito de capacitar-se na utilização desses recursos didáticos.

Durante todo o período de realização deste trabalho em sala de aula e no laboratório foi notório o envolvimento dos alunos com os colegas, trocando idéias sobre o programa, sobre as simulações uns dos outros, de maneira que a aula tornou-se além de mais dinâmica, mais interativa, mesmo com as dificuldades iniciais acerca do manuseio do programa.

A aplicação das simulações fizeram despertar nos alunos uma visão mais crítica sobre o fenômeno que foi estudado, dando-lhes uma verdadeira visão Física do acontecimento em vez de uma matematização jogada para que eles decorem sem que haja um entendimento mais concreto.

Os resultados mostrados na seção 4 mostram uma aprovação entre 70% e 90% dos alunos envolvidos na pesquisa, fato este que deve estimular os profissionais de ensino de Física a repensar sua prática pedagógica, adicionando dinamismo ao formalismo matemático e libertando os alunos para um novo mundo científico.

É de extrema importância que os profissionais da educação tenham uma visão cada vez mais contemporânea dos recursos pedagógicos em ensino de Física, desenvolvendo projetos que venham contribuir de forma positiva para o engrandecimento do processo de ensino aprendizagem, seja com a utilização de recursos tecnológicos ou outra forma alternativa de recursos que contribua para o enriquecimento das aulas ministradas.

Despertar no aluno uma visão diferenciada da Física é um grande desafio, que pode ser vencido com a utilização de modelos e situações reais, práticos e vivenciais do aluno, mostrando uma Física não dogmática, mas sim contemporânea.

6. Referências bibliográficas

ANGOTTI, J.A.P.”Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28. n. 2. p. 143-150.(2006).

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.S.”Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n°. 2, Junho, 2003.

ARAÚJO,I.S.; VEIT,E.A.; MOREIRA,M.A. “Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 26, n°. 2, São Paulo, 2004.

BARBOSA, A.C.C.; CARVALHAES, C.G.; COSTA, M.V.T.”A computação numérica como ferramenta para o professor de física do ensino médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n°. 2, p. 249 – 254 - (2006).

BERNARDES, T.O.; BARBOSA, R.R.; IACHEL, G.; NETO, A.B.; PINHEIRO, A.L.; SCALVI, R.M.F.”Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 28, n°. 3, p. 391-396, (2006).

BORGES, Oto.”Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor!”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28. n. 2. p. 135-142.(2006).

DAMÁSIO, F. ; STEFFANI, M.H.”A física nas séries iniciais (2^a a 5^a) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30. n. 4, 4503.(2008).

DONOSO, J.P.; TANNÚS, A.; GUIMARÃES, F.; FREITAS, T.C. “A física do violino”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n°. 2, 2305 (2008).

GOBARA, S.T; GARCIA, J.R.B.”As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29. n. 4. p. 519-525.(2007).

HONOR, D.C.” Trabalho Monográfico: Uso do Modellus como ferramenta facilitadora na aprendizagem de conceitos de lançamento oblíquo.”p. 29., Fortaleza, 2009.

KAUAMURA, M.R.D. ; HOSOUME, Y.”A contribuição da física para um novo ensino médio”. Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.

MORAN, J.M. “Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias: transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial”. 1998.

MOREIRA, M.A.”Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22. n. 1, Março,2000.

PENA, F.L.A.”Carta ao editor: Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de física no Brasil, ainda há pouca publicação dos resultados em sala de aula?”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 26, nº. 4, p. 293 – 295, (2004).

PIRES, M.A.; VEIT, E.A.”Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, nº. 2, p. 241 – 248, (2006).

REIS, N.T.O.; GARCIA, N.M.D.; SOUZA, P.N.; BALDESSAR, P.S.”Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 30, nº. 1, 1401 (2008).

REZENDE, F. ; OSTERMANN, F. ; FERRAZ, G.”Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI” . Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1402, (2009).

RICARDO, E.C. ; FREIRE, J.C.A.”A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p.251-266, (2007).

ROCHA, J.F.M. “O conceito de “campo” em sala de aula – uma abordagem histórico-conceitual”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n°. 1, 1604 (2009).

SCHROEDER, C.”A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29. n. 1. p. 89-94.(2007).

SISMANOGLU, B.N.; GERMANO, J.S.E.; AMORIM, J.; CAETANO, R.”A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 31, n°. 1, 1501 (2009).

VEIT, E.A.; TEODORO, V.D. “Modelagem no ensino/Aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n°. 2, Junho, 2002.

WERLANG, R.B.; SCHNEIDER, R.S.; SILVEIRA, F.L.”Uma experiência de ensino de física com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 30, n°. 1, 1503 (2008).

ANEXOS

Anexo I – Questões para diagnosticar os conhecimentos sobre queda livre

Questionário sobre queda livre
8º ano

1ª Questão - Que tipo de movimento é observado no fenômeno de queda livre?

2ª Questão – Que parâmetro físico produz mudança de velocidade no fenômeno de queda livre?

3ª Questão – Qual o comportamento de um corpo que está em queda livre em um planeta que possui aceleração da gravidade maior que a da terra?

4ª Questão – Qual o comportamento de um corpo que está em queda livre em um planeta que possui aceleração da gravidade menor que a da terra?

5ª Questão – De acordo com o experimento de Galileu Galilei, o que acontece com dois corpos de massas diferentes que são soltos simultaneamente de uma determinada altura em relação ao solo, submetidos à mesma aceleração da gravidade?

Anexo II – Questões para diagnosticar os conhecimentos sobre queda livre após aula com aplicação do Modellus

Questionário sobre queda livre
8º ano

1ª Questão – Que tipo de movimento é observado no fenômeno de queda livre?

2ª Questão – Quando definimos a trajetória com sentido positivo para cima, o que acontece com os sinais da aceleração da gravidade e da velocidade no movimento de queda livre?

3ª Questão – Qual o comportamento de um corpo que está em queda livre em um planeta que possui aceleração da gravidade maior que a da terra?

4ª Questão – Qual o comportamento de um corpo que está em queda livre em um planeta que possui aceleração da gravidade menor que a da terra?

5ª Questão – Quando aumentamos ou diminuimos o tempo de simulação o que acontece com os módulos da velocidade e do espaço percorrido pela partícula?

Anexo III - Questionário sobre a importância do uso do Modellus no ensino de Física no ensino fundamental

Questionário sobre o Modellus
8º ANO

1ª Questão – Na sua opinião, os métodos utilizados diariamente em sala de aula tornam os conteúdos de Física:

- a) Mais fáceis
- b) Mais difíceis
- c) Nem fácil, nem difícil
- d) Sem aplicação

2ª Questão – O que acha do uso do computador como ferramenta para o ensino de Física?

- a) Facilita a compreensão
- b) Não facilita a compreensão
- c) Não influencia na aprendizagem
- d) Influencia positivamente na aprendizagem

3ª Questão – Já havia sido utilizado o recurso computacional no ensino de Física?

- a) Sim
- b) Não

4ª Questão – Você acha que as simulações melhoraram seus conhecimentos em Física, principalmente sobre o fenômeno da queda livre?

- a) Melhorou
- b) Melhorou muito
- c) Melhorou pouco
- d) Não melhorou

5ª Questão – Gostaria que as simulações fossem mais utilizadas nas aulas de Física?

- a) Sim
- b) Não

6ª Questão – Você acha importante a escola dispor do laboratório de informática para pesquisas, experiências e simulações em Física?

- a) Não é importante
- b) Importante
- c) Pouco importante
- d) Muito importante

Instrumento de avaliação metodológica

Fonte: Honor, D.C.” Trabalho Monográfico: Uso do Modellus como ferramenta facilitadora na aprendizagem de conceitos de lançamento oblíquo.”p. 29., Fortaleza, 2009.