

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**INSTITUTO DE FÍSICA**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física

**Introdução ao uso da Informática no Ensino de Física no Ensino Médio<sup>1</sup>**

**Moacir da Rosa Miranda Júnior**

Dissertação realizada sob orientação da Profa. Dra. Naira Maria Balzaretto, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Porto Alegre**

**2005**

---

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Moacir da Rosa Miranda e Erodite Gimenez Miranda, e minhas irmãs, Paloma Gimenez Miranda e Dafni Gimenez Miranda, pelo incentivo, pelo apoio, e principalmente pelo amor demonstrado durante toda minha vida! A minha esposa, por estar sempre ao meu lado!

A companheira de algumas noites de estudo: Paula Renata de Freitas Miranda! E a minha Orientadora, Naira Maria Balzaretto, que durante todo este processo, me incentivou, motivou e fez por minha pessoa mais do que uma professora, uma verdadeira amiga (aulas particulares de quântica). Você será um exemplo a ser seguido durante toda minha vida! Ao amigo Danilson, pela ajuda na impressão e correção da dissertação!

A Deus por estar sempre ao meu lado nos bons e maus momentos! Obrigado a todos!

## SUMÁRIO

<b>I.</b>	<b>Introdução</b>	<b>6</b>
<b>II.</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>7</b>
<b>III.</b>	<b>O Uso de Novas Tecnologias no Ensino de Física:</b>	
	<b>Alguns Exemplos Ilustrativos</b>	<b>15</b>
<b>IV.</b>	<b>Metodologia</b>	<b>18</b>
<b>V.</b>	<b>Apresentação e Discussão dos Resultados</b>	<b>19</b>
	<b>V.1 – Resultados das Atividades no Teleduc</b>	<b>23</b>
	<b>V.2 – Resultados do Fórum de Discussão – Teleduc</b>	<b>46</b>
	<b>V.3 – Resultados do Pré e do Pós-teste</b>	<b>55</b>
<b>VI.</b>	<b>Comentários Finais e Conclusões</b>	<b>59</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>64</b>
	<b>Anexos</b>	
<b>A.</b>	<b>Proposta Pedagógica da Escola</b>	<b>67</b>
<b>B.</b>	<b>Os Parâmetros Curriculares Nacionais</b>	<b>69</b>
<b>C.</b>	<b>Teste de Concepções Alternativas</b>	<b>71</b>

## RESUMO

Neste trabalho foi proposta e avaliada uma concepção alternativa de ensino de Física para o ensino médio, onde recursos de informática, como: animações, *applets*, páginas e *softwares* educacionais, foram incorporados ao contexto de aulas teóricas e de laboratório, no ensino de Cinemática, Dinâmica e Energia. Parte dos recursos de informática foi desenvolvida para este projeto, e parte foi selecionada dentre o material de livre acesso disponível na *internet*. O objetivo deste trabalho foi proporcionar aos alunos um ensino de Física mais dinâmico, com aplicação do que é estudado em sala de aula, relacionando conceitos com os fenômenos estudados, a partir de análises gráficas, exercícios, experiências virtuais e demais recursos da informática. O referencial teórico para o desenvolvimento do projeto foi o da aprendizagem sob um enfoque cognitivista (Piaget), através de um desenvolvimento progressivo, com a aquisição e análise do conhecimento pelo aluno durante todo processo educacional. O material educacional produzido foi aplicado no Colégio Salesiano Dom Bosco (Escola Particular), em duas etapas: em 2003 de maneira experimental, com duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio (101 e 102), a fim de verificar qual metodologia seria a mais adequada, quais as estratégias a serem desenvolvidas e quais as eventuais dificuldades encontradas. Na segunda etapa, em 2004, foi aplicado o material otimizado na turma 103.

A avaliação do material foi realizada a partir de um teste aplicado no início e no final do período letivo. O teste teve por objetivo verificar as concepções sobre conceitos de Física trazidos das séries anteriores. Observou-se um aumento significativo no número de acertos no final do ano letivo, o que sugere uma evolução no entendimento dos conceitos estudados em sala de aula. A eficiência do material pôde ser melhor avaliada ao comparar os resultados do teste obtidos para alunos de duas turmas, a que participou do projeto, e outra, da mesma série e Escola, que não participou do projeto. Para esta outra turma, o índice de acertos praticamente não se alterou em comparação com o teste realizado no início do ano, indicando que o método tradicional foi pouco eficiente em provocar mudanças nas concepções alternativas dos estudantes. Para a turma que participou do projeto, houve mudanças significativas. O produto educacional produzido inclui um CD, contendo o hipertexto desenvolvido sobre: Cinemática, Dinâmica e Energia, com textos, ambiente educacional, vídeos, exercícios e artigos.

## ABSTRACT

In this work it was investigated an alternative conception of physics teaching at High School, where computational resources, like: animations, applets, homepages and educational softwares, were incorporated into the context of explanatory and practical classes. Part of the computational material was developed for this project, and part was selected among the available material in the internet. The aim of this work was to provide a dynamical framework for the students to learn physics, applying the concepts studied in classroom to understand different phenomena, through graphic analysis, exercises, virtual experiments and other computational tools. The theoretical background chosen for this project was the Piaget cognitive framework, based on the progressive development, with acquisition and analysis of knowledge by the student during every step of the educational process. The project was applied in Colégio Salesiano Dom Bosco (private): first, during 2003, the project was applied in a experimental way, in two classes of the first year of High School (101 and 102), in order to evaluate if the methodology was adequate, to investigate the strategies and to check for eventual difficulties that could happen. After that, in 2004, the improved project was applied to the class 103. The evaluation of the project was performed from the analysis of the results for the test for alternative conceptions, authored by Prof. Fernando Lang da Silveira et al.(UFRGS), where it was possible to verify a very expressive increase in the number of right answers, comparing the results obtained in the beginning of the year, before the application of the project, and in the end of the year, after the project. This increase in the number of right answers suggests an evolution of the understanding of physical concepts studied in classroom. The efficiency of the project was better evaluated when it was compared with the results for the test obtained for another class, which did not participate of the project, but which was also from the first year of High School, from the same school. For this class, the number of right answers was practically the same as it was in the beginning of the year, showing that the traditional method of teaching physics was not very effective in changing students' alternative conceptions. For the class which participated of the project, there were significant changes in the conceptual field.

The educational product of this work includes a CD, containing a homepage about Kinematics, Dynamic and Energy, with texts, educational framework, videos, exercises and articles.

## I - INTRODUÇÃO

Sendo professor desde 1992 em diferentes Escolas, tanto particulares como públicas (estaduais e municipais), pude verificar os diversos problemas que nosso sistema de ensino vem enfrentando, como por exemplo: alunos desmotivados, falta de interesse, má qualificação dos professores, falta de pré-requisitos, currículos mal elaborados, etc. A partir desta realidade, como objetivo deste trabalho, almejo desenvolver e avaliar um novo método de ensino de Física para o Ensino Médio, usando aulas teóricas, aulas de laboratório, e informática, através do programa *Modellus* (Teodoro, 1996), o ambiente de ensino virtual Teleduc e material disponível na *internet* (páginas, textos, etc).

Os conteúdos ministrados envolvem Cinemática, Dinâmica e Energia para alunos do primeiro ano do Ensino Médio, da Escola Salesiana Dom Bosco (ver Apêndice A). A avaliação do método é feita através da comparação dos resultados de testes para avaliar as concepções alternativas em turmas onde o método foi aplicado, e em turmas onde o método não foi aplicado (ver Apêndice C).

No capítulo II será apresentada a fundamentação teórica sobre aprendizagem, que serviu de base para o trabalho: primeiramente caracterizando a aprendizagem, focalizando em como os processos educacionais ocorrem, nas condições para que o aluno aprenda, segundo um enfoque cognitivista (Jean Piaget), e nas implicações educacionais e motivação em sala de aula. No capítulo III serão apresentados alguns exemplos ilustrativos sobre o uso do *Modellus* no ensino de Física, encontrados na literatura e na *internet*. No capítulo IV será apresentada a metodologia adotada; no capítulo V serão apresentados os resultados obtidos e no capítulo VI serão discutidas as conclusões do trabalho. No apêndice A será apresentada a proposta pedagógica da Escola onde o projeto foi aplicado, expondo as características e a estrutura educacional presente durante a realização deste trabalho. No apêndice B encontram-se os Parâmetros Curriculares Nacionais, e no apêndice C encontra-se o teste utilizado para avaliar os conceitos alternativos do aluno.

Um CD acompanha esta dissertação, contendo o hipertexto desenvolvido, utilizado no ambiente Teleduc, e o material de apoio disponibilizado para os alunos. O acesso ao material do CD é feito através do arquivo [hindex.htm](#).

## II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Aprendizagem: Uma Introdução

A aprendizagem tem sido objeto de estudo dentro da Psicologia, ao longo do tempo. Educadores e pesquisadores têm buscado responder:

- Como acontece a aprendizagem?
- O que ocorre dentro do aprendiz?
- O que acontece em termos comportamentais?

Essas e outras indagações estão presentes e têm sido pesquisadas. Acredita-se que a aprendizagem seja um processo que inicie no nascimento e só termine com a morte. Isso significa que em qualquer etapa, em qualquer situação, o indivíduo está aprendendo.

Como o estudante interage em vários ambientes, a aprendizagem ocorre também em variadas situações. Assim, existem aprendizagens que vão acontecer no contexto informal. Estas aprendizagens levam o sujeito à mudança e à evolução, e muita coisa se aprende sem que haja uma deliberação planejada. Contudo, muito do que se aprende pode estar em desacordo com aquilo que é aceito do ponto de vista científico, e isso deve estar bem delimitado pelo educador. Em outras palavras, o professor deve procurar evidenciar as concepções alternativas<sup>2</sup> que os estudantes possuem, para assim discuti-las oportunamente em aula.

Professor e aluno são elementos que devem estar unidos na busca de um objetivo comum: a aprendizagem, a evolução, o crescimento como pessoas, onde a superação de estágios menos eficientes leva a uma situação mais efetiva e com maior poder de funcionamento.

### Conceituando Aprendizagem

Sabe-se que através da aprendizagem os homens mudam e transformam o meio que vivem! De maneira geral, existem diversos conceitos que subjazem a palavra aprendizagem.

“A aprendizagem pode ser definida como modificação sistemática do comportamento,

---

<sup>2</sup> Concepções Alternativas são aqueles conceitos adquiridos pelos alunos durante suas experiências de vida, os quais nem sempre estão de acordo com os aceitos pela comunidade científica.

por efeito da prática ou da experiência, com um sentido de progressiva adaptação ou ajustamento”.(Campos, 1986).

“A aprendizagem é inferida quando ocorre uma mudança ou modificação no comportamento, mudança esta que permanece por períodos relativamente longos durante a vida do indivíduo” (Gagné, 1980).

“A aprendizagem pode ser definida como mudança no comportamento que resulta tanto da prática quanto das experiências anteriores” (Kaplan et al., 1997).

“Aprender é uma atividade que ocorre dentro de um organismo e que não pode ser diretamente observada; de forma não inteiramente compreendida os sujeitos da aprendizagem são modificados: eles adquirem novas associações, informações, *insights*, aptidões, hábitos e semelhantes” (Davidoff, 1983).

Poderia-se escrever inúmeras definições sobre aprendizagem, mas todas de alguma forma afirmam que a aprendizagem é um processo, que leva à mudança, que leva ao conhecimento. Isso sem dúvida alguma é almejado neste projeto, pois ele insere em sua estrutura a análise de conceitos e de fenômenos, não de maneira estática, mas sim flexível, com adequação à realidade do grupo e de acordo com as dificuldades individuais de cada aluno.

A memória é elemento importante porque permite a identidade do ontem, estabelecendo relação com o hoje, o agora. A retenção significa o reconhecimento e a aprendizagem (Davidoff, 1983).

É importante também explicitar a aprendizagem como algo que deve ser significativo na vida do indivíduo, onde se sobressai a qualidade de um envolvimento pessoal, permanente e que vai ao encontro das necessidades do sujeito. Sabe-se que aquilo que não é tomado como significativo tende a ser abandonado. Assim sendo, e considerando-se aprendizagem na situação de sala de aula, onde eventos de aprendizagem devem ser favorecidos, torna-se importante referendar a necessidade de estratégias de ensino que oportunizem ao aprendiz vislumbrar o verdadeiro significado (desenvolvimento, mudança) de tudo que é proposto.

É importante ressaltar que ao receber estímulos, de alguma forma a maioria dos indivíduos responde ao ambiente; a interação ocorre e é uma forma de verificar que está presente todo processo de aprendizagem.

A aprendizagem ocorre em função das necessidades do aluno, pois estas tendem a gerar um desequilíbrio, fazendo com que imediatamente surjam motivos; por motivos entende-se a

energia impulsionadora, intencional, que dispõe o indivíduo “à busca de”. Após os motivos, o aluno entra, na maioria dos casos, em motivação, que seria nada mais que a ação ou comportamento desencadeado em busca do objetivo.

Assim, pode-se dizer que, para que ocorra a aprendizagem é necessário um estado de alerta (moderado), impulso, vontade e desejo de aprender, ou seja, motivação (Kaplan et al., 1997).

### **Processos Característicos da Aprendizagem**

Aprendizagem é um fenômeno do dia-a-dia e não se aplica apenas às situações de sala de aula. A capacidade para aprender está presente desde o nascimento e significa um potencial de desenvolvimento que ocorre à medida que o ser humano amadurece suas estruturas cerebrais e seu sistema nervoso.

Como a pessoa está sempre em processo de aprendizagem, o sucesso do aprendizado vai depender do esforço e envolvimento de cada um, suas capacidades e também as condições do meio que poderão oportunizar ou bloquear certas conquistas. Como decorrência do processo, pode-se falar em aprendizagem como um evento ativo e dinâmico, na medida em que cada indivíduo é que deve, através de sua própria ação, agir dinamicamente no sentido de alcançar seu próprio desenvolvimento.

### **Condições para que a Aprendizagem Ocorra**

“O meio escolar deve ser um lugar que propicie determinadas condições que facilitem o crescimento, sem prejuízo dos contatos com o meio externo. Há dois pressupostos de partida: primeiro, é que a escola tem como finalidade inerente a transmissão do saber e, portanto, requer-se a sala de aula, o professor, o material de ensino, enfim, o conjunto das condições que garantam o acesso aos conteúdos; segundo, que a aprendizagem deve ser ativa e, para tanto, supõe-se um meio estimulante” (Lane e Codo, 1984).

Aprendizagem ocorre sempre na vida do estudante, porém existem algumas condições que podem favorecê-la:

a) Condições Físicas: É oportuno expressar que tudo que é aprendido passa pelos órgãos dos sentidos. Assim, as condições sensoriais favoráveis conduzem a aprendizagens adequadas, embora se saiba que, mesmo indivíduos deficientes em algumas áreas, conseguem realizar

aprendizagens e ajustamentos porque outros sentidos manifestam-se em socorro daqueles que estão deficientes.

b) Condições Psicológicas: As condições psicológicas da aprendizagem dizem respeito à motivação do indivíduo, ou seja, à forma como se mobiliza e direciona sua ação na aprendizagem. Sendo a motivação um processo interno e constituindo-se em uma resposta pessoal do indivíduo frente à determinada situação, está também na dependência (especialmente dos alunos mais novos) do incentivo propiciado pelo professor.

“O desafio ao educador está em criar formas de trabalho pedagógico, isto é, ações concretas, através das quais se efetue a mediação entre o saber escolar e as condições de vida e de trabalho dos alunos” (Lane e Codo, 1984).

A motivação decorre de um processo de desequilíbrio, no interior do organismo, onde a solução a este desequilíbrio significa a ação do sujeito em busca do objetivo. Quando o objetivo a alcançar situa-se em curto prazo, a motivação tende a ser intensa; já objetivos em longo prazo amortecem a motivação, pela distância existente entre o indivíduo e a sua meta.

c) Condições Ambientais: Situações ambientais favoráveis influem na aprendizagem. Assim, um ambiente adequado, ambiente reforçador, condição de acomodação física, de temperatura, iluminação e ventilação agradáveis, tendem a favorecer a aprendizagem em eficácia e realização.

d) Condições Sociais: Em qualquer situação que viva, o aluno tem sempre presente o contexto social, sendo este de muita importância para sua integração. Dentre as situações do contexto social relevantes, pode-se citar o que em Psicologia chama-se facilitação social, onde a integração no trabalho comum dispõe, de forma geral, a que pessoas, vendo outras trabalharem na mesma tarefa, sintam-se mais motivadas e consigam também realizá-la.

Cooperação significa o trabalho em conjunto, interativo, onde os benefícios pessoais e grupais são comuns. A cooperação tem se mostrado uma forma de trabalho mais eficaz quando utilizada com grupos homogêneos, auto-escolhidos, entre elementos que se conhecem e com alunos mais velhos, visto que apresentam maior nível de consciência social.

### **A Aprendizagem sob um Enfoque Cognitivista: Jean Piaget**

Piaget foi sem dúvida o teórico que conseguiu levar adiante um projeto de pesquisa para desvendar o ato de conhecer (Montagero e Maurice-Naville, 1998). Ele não se satisfaz com as concepções tradicionais da Psicologia que procuravam estudar o fenômeno inteligência sob um

enfoque quantitativo. Em análises comparativas verificava-se que o adulto é capaz de resolver muito mais problemas que uma criança, logo o adulto seria mais inteligente que a criança.

Piaget levantou uma hipótese diferente a propósito desses dados: a criança não resolve certos problemas porque ainda não dispõe de uma estrutura cognitiva que lhe permita compreender problemas dessa ordem; no momento em que vier a dispor de tal estrutura terá condições de lidar com problemas dessa natureza (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

“Para Piaget a adaptação é uma das funções invariantes do desenvolvimento mental” e para ele há adaptação quando:

“[...] o organismo se transforma em função do meio, e essa variação tem por efeito um incremento do intercâmbio entre o meio e aquele, favorável à sua conservação, isto é, à conservação do organismo” (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

A adaptação é definida por Piaget como um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação (processo de adaptar-se a um novo conhecimento). A inteligência é assimilação enquanto incorpora-se na estrutura cognitiva todo e qualquer dado da experiência. Logo, a adaptação intelectual compreende sempre um elemento da assimilação, isto é, de estruturação por incorporação da realidade exterior a formas devidas à atividade do sujeito..

Para Piaget:

“A assimilação nunca pode ser pura, visto que ao incorporar os novos elementos nos esquemas anteriores, a inteligência modifica incessantemente os últimos para ajustá-los aos novos dados. Mas inversamente, as coisas nunca são conhecidas em si mesmas, porquanto esse trabalho de acomodação só é possível em função do processo inverso de assimilação” (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

O trabalho de Piaget não se concentrou no estudo do desenvolvimento cognitivo e não propriamente no processo de aprendizagem. Porém, esse processo de desenvolvimento pode ser descrito em termos de aprendizagem. O sujeito que se desenvolve alcança um outro patamar de compreensão da realidade e passa a lidar com esta realidade cada vez com maior adequação: isto é produto de aprendizagem.

De acordo com Piaget o desenvolvimento cognitivo é um processo que se realiza em todo ser humano e tem um caráter seqüencial, isto é, ocorre numa série de estágios, sendo cada um deles necessário. Enquanto um aluno realiza uma estrutura, constrói a estrutura seguinte, que será sempre mais complexa e abrangente.

Para Piaget as condições para que se possa identificar um estágio são as seguintes:

(1º) que a sucessão de condutas e estruturas seja constante, independentemente das acelerações ou retardamentos que interferem nas idades cronológicas;

(2º) que cada estágio seja definido não por uma propriedade dominante, mas por uma estrutura de conjunto que caracterize todas as novas condutas próprias desse estágio;

(3º) que essas estruturas apresentem um processo de integração tal que cada uma seja preparada pela precedente e se integre na seguinte.

O desenvolvimento do aluno deve ser através de estágios seqüenciais, sendo impossível chegar às operações proporcionais se não são apoiadas nas operações concretas prévias. Diz Piaget que para a criança chegar à compreensão de certos fenômenos elementares:

“Necessita passar por certo número de fases caracterizadas por idéias que adiante irá considerar erradas, mas que parecem ser necessárias para o encaminhamento às soluções finais corretas” (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

Piaget refere que a construção do conhecimento é sempre um processo individual e resulta da ação do sujeito sobre o objeto, evoluindo as estruturas numa seqüência de quatro grandes estágios de desenvolvimento (ontogênese). Mas enquanto um sujeito constrói o seu conhecimento ele está reproduzindo, na sua história de desenvolvimento individual, as etapas históricas de desenvolvimento efetivadas pela humanidade (filogênese) (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

### **Implicações Educacionais**

A principal obra na qual Piaget debate as implicações de sua teoria do desenvolvimento para a educação é *Para onde vai a educação?* (Garcia, 1975.)

Um aspecto importante que pode ser inferido da teoria piagetiana é que o verdadeiro conhecimento (físico ou lógico-matemático) não é “transmitido” pela escola, mas construído pelo sujeito através das ações exercidas sobre os objetos. Um conhecimento dessa natureza (endógeno) jamais será esquecido, ao contrário dos conhecimentos exógenos que são rapidamente esquecidos. Logo, o objetivo da educação não consiste em transmitir verdades ou informações, mas possibilitar ao aluno que aprenda por si próprio, que conquiste as verdades, que descubra pessoalmente as correlações e noções, recriando-as “até o momento em que experimentará satisfação ao ser guiado e informado”.

A autonomia intelectual referida por Piaget é representada pelo próprio desenvolvimento cognitivo que envolve a aquisição do instrumental lógico-racional que possibilitará ao sujeito compreender o meio com o qual interage e responder adequadamente às exigências desse meio.

Para Piaget os métodos ativos de educação têm mais êxito que outros, no ensino da aritmética e geometria, por exemplo, pois a criança já manipulou números ou superfícies, antes de conhecê-los pelo pensamento e, portanto, o conhecimento sistemático posterior representa uma tomada de consciência dos esquemas ativos já familiares; neste caso deixa de ser meramente um conceito verbal acompanhado de exercícios formais e sem interesse, sem estrutura experimental anterior.

Uma metodologia que atende ao princípio da atividade é o jogo. Para Piaget, o jogo desenvolve as percepções da criança, sua inteligência e sua tendência à experimentação. Por essa razão quando o jogo é utilizado na iniciação à leitura, ao cálculo ou à ortografia, verifica-se que as crianças se desenvolvem com eles e, com isto, a aprendizagem de conteúdos formais é facilitada (Garcia, 1975). Contudo, no Ensino Médio, pelo número excessivo de alunos e pela não disponibilidade, em geral, de infra-estrutura para tal método, este sistema não pareceu ser o mais adequado.

De acordo com Piaget, o desenvolvimento cognitivo acontece de forma progressiva e numa seqüência invariável. Logo a aquisição de conceitos acontece de forma hierárquica, não como a aquisição e, sim, como integração de estruturas antigas e estruturas conceituais mais completas, abrangentes e integradas. Se o ensino desconsiderar o desenvolvimento cognitivo alcançado pela criança, ele será meramente verbal e exógeno. É fundamental que o professor esteja apto a avaliar o desenvolvimento cognitivo alcançado pelo aluno utilizando-se de todas formas de avaliação próprias ao conceito que se pretende ensinar.

### **Motivação em Sala de Aula**

O aluno motivado é atento e o distraído é motivado por outras necessidades que não as relacionadas à sala de aula. Variar as atividades, não fazer exposições longas, especialmente com adolescentes, e intercalar, ajudam a incrementar a atenção.

Uma outra forma de favorecer a concentração do estudante na tarefa é informá-lo a respeito do tempo de que dispõe para a sua realização. Todas tarefas propostas em sala de aula

devem possuir um prazo (algumas até possuem uma semana para realizá-la!) determinado para concluí-las! O tempo, é claro, deverá ser adequado ao nível de dificuldade e à extensão da solicitação, nem excessivo, nem insuficiente. Tempo excessivo induz à protelação da atividade; tempo insuficiente produz ansiedade.

Fornecer informação ao aluno a respeito de seu desempenho é uma outra maneira de concorrer para a melhoria do rendimento. É o que se chama *feedback* ou realimentação. A realimentação mais eficaz é aquela que ocorre imediatamente após o desempenho do estudante, enfatizando os acertos ou um modelo, e não os erros, desenvolvendo a auto-estima. O *feedback* pode incluir a indicação de falhas e inadequações, antecedidas, contudo, pela explicitação dos aspectos positivos. E deve-se, também, informar ao aluno como o trabalho poderia ser melhorado.

As experiências em sala de aula que aumentam a auto-estima dos alunos favorecem a aprendizagem. Entre tais experiências podemos citar os êxitos obtidos pelo estudante, desde os alcançados: nas tarefas diárias, provas, trabalhos, aprovações, conclusão do curso, até a qualificação de seus estudos.

### III – O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA: ALGUNS EXEMPLOS ILUSTRATIVOS

A introdução da informática no ensino de Física deve servir como uma ferramenta auxiliar na prática pedagógica, permitindo situações mais criativas em sala de aula, que favorecem a aprendizagem significativa. A tecnologia da informática oferece uma série de possibilidades, como a *internet*, o correio eletrônico, hipertextos, animações, simulações e ambientes de ensino, que podem viabilizar um espaço de ensino-aprendizagem mais eficiente, motivador e envolvente. “A tecnologia agora está redefinindo o papel dos professores porque os ajuda a tornarem-se motivadores e facilitadores, e não repetidores de fatos”.(Tapscott, 1997)

O número de atividades em ensino, inclusive de Física, que fazem uso da informática é, com certeza, grande e deve estar crescendo a cada dia. Entretanto, nem todas estas atividades são registradas na literatura na forma de artigos publicados em revistas especializadas. Isto não exime a necessidade de uma revisão bibliográfica, porém certamente esta não fará jus ao número real de atividades em andamento utilizando a informática no ensino de Física.

Para viabilizar a execução do trabalho proposto, foi necessário escolher um ambiente adequado, gratuito, que permitisse armazenar na *internet* os hipertextos e as atividades produzidas e disponibilizá-los aos alunos durante 24 horas por dia. Além disso, o professor deveria ser capaz de interagir com os alunos através do acesso ao que eles respondiam ao longo do ano letivo.

Dentre os ambientes de trabalho disponíveis e adequados para este contexto, o Teleduc, desenvolvido conjuntamente pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação e o Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas, de distribuição gratuita, foi o escolhido. Este ambiente é utilizado em várias áreas do conhecimento, como pode ser verificado na página do projeto, <http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>, e, por exemplo, no endereço <http://www.edumed.org.br/teleduc>. Este ambiente apresenta características que o diferenciam dos demais ambientes para a educação à distância, como a facilidade de uso por pessoas não especializadas em computação, flexibilidade e conjunto enxuto de funcionalidades. Dentre as ferramentas disponíveis, encontram-se: Material de Apoio, Leituras, Atividades e Perguntas Frequentes. Estas ferramentas possibilitam a ação onde o aprendizado de conceitos em qualquer área do conhecimento é feito a partir, por exemplo, da resolução de problemas, com o subsídio de

diferentes materiais didáticos. As ferramentas de comunicação, como o Correio Eletrônico, os Grupos de Discussão, o Mural, Diário de Bordo e o Portfólio, favorecem o contato entre os participantes do curso e uma ampla visibilidade aos trabalhos desenvolvidos.

O *Modellus* (Teodoro, 1996) foi a ferramenta de modelagem computacional selecionada para o desenvolvimento de atividades interativas com os alunos. Estas atividades estão incluídas no hipertexto produzido, disponível no CD que acompanha esta dissertação. Esta ferramenta de modelagem permite ao aluno utilizar modelos matemáticos escritos de forma direta, sem uma linguagem de programação especial, e permite que ele veja e interaja com as representações gráficas correspondentes, em tempo real. Segundo Teodoro (Teodoro, 2002), o *Modellus* auxilia na aprendizagem, mas “a inteligência, emoção, cultura, poesia e arte residem no usuário, não no *software*”.

A seguir são apresentados alguns exemplos ilustrativos do uso do *Modellus* no ensino de Física.

- Teodoro (Teodoro, 1996), na Conferência Internacional CoLos *New Network-Based Media in Education*, realizada na Eslovênia em 1998, apresentou uma palestra convidada sobre a modelagem interativa aplicada à Física e à Matemática através do *Modellus*. De acordo com o autor, a Física é uma ciência de construção de modelos (descrições simplificadas ou explicações) sobre o mundo real. Estes modelos são baseados em funções e equações diferenciais, cujo domínio é difícil para muitos dos estudantes em ambientes educacionais tradicionais. Esta dificuldade pode estar relacionada ao fato que muitos dos estudantes não têm ferramentas com as quais possam explorar objetos formais. Experimentos com objetos conceituais representam um novo tipo de experimento, possível apenas com o uso de ferramentas computacionais, baseadas em interfaces gráficas. O *Modellus* é uma destas ferramentas, desenvolvida tendo como base a pesquisa em ensino e a inovação.
- Teodoro (Teodoro, 2004) descreve como construir jogos baseados no uso das leis de Newton, através do *Modellus*. Segundo o autor, a solução de um sistema de equações diferenciais não faz parte do contexto da maior parte das escolas de ensino médio. Porém, com o *Modellus*, a solução é apresentada como o resultado de um raciocínio físico usual: definir a lei de força, calcular seu módulo e componentes, utilizá-la para obter as componentes da aceleração e da velocidade e, finalmente, utilizar as componentes da

velocidade para determinar as coordenadas. Ou seja, o estudante de ensino médio tem acesso ao resultado que, de outra forma, seria impossível obter com o ferramental matemático convencional que ele dispõe.

- Na página <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/Modellus.htm>, Romero Tavares da Silva apresenta o *Modellus* como um aplicativo didático que torna possível uma aula de Física com grande riqueza de detalhes, que se presta de um modo adequado à difusão da informática educativa. Ele cita que está sendo desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba, por bolsistas de Licenciatura em Física, o projeto de *Educação Mediada por Computador: Cursos de Física*, que envolve a criação de um Curso de Física de Nível Médio e Universitário, usando *applets* de Java e animações criadas com o *Modellus*. Ele também disponibiliza, no endereço acima, uma lista de animações já finalizadas pelo grupo, envolvendo vetores, cinemática e oscilações.
- No endereço <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/Modellus/examples.htm> há uma coleção de exemplos de aplicativos com o *Modellus* para a análise de dados experimentais e imagens, atividades para professores de matemática, atividades sobre energia, trabalho, movimentos e radioatividade<sup>3</sup>.
- Araújo et al. (Araújo et al., 2004) utilizam o *Modellus* no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática através de um conjunto de atividades de modelagem computacional complementares às atividades tradicionais de ensino da cinemática.

No próximo capítulo será apresentada a metodologia utilizada neste trabalho.

---

<sup>3</sup> Até fevereiro de 2005 estava à disposição na Internet.

## IV – METODOLOGIA

Tendo como base a fundamentação teórica apresentada e a proposta pedagógica da Escola onde o projeto foi desenvolvido (apêndice A), a metodologia utilizada é descrita neste capítulo.

A turma escolhida foi uma de primeiro ano do Ensino Médio, com 40 alunos, tendo aulas nas terças e quartas-feiras. Nas terças-feiras a turma era dividida em duas: no primeiro período, metade dos alunos assistia à aula de Física e a outra metade, a de Química (laboratório), e no segundo período, as turmas eram trocadas. Nas quartas-feiras, todos os 40 alunos assistiam à aula de Física simultaneamente. Foi utilizado o laboratório de informática da Escola, que possui 20 computadores com acesso à Internet, e ao ambiente do Teleduc (instalado no Portal da UFRGS).

Os conteúdos sobre cinemática, dinâmica e energia foram ministrados de forma sistemática, com aula expositiva e de problemas, e com auxílio da informática (hipertexto com atividades do *Modellus* e animações)<sup>4</sup>.

Mais especificamente, foi desenvolvido material de apoio para ser utilizado pelos alunos através da Internet, na plataforma Teleduc, com textos adicionais e fóruns de Discussão (contidos no CD). Foram desenvolvidas atividades utilizando o programa *Modellus* (Teodoro et al, 1996) para serem realizadas no laboratório de Informática da Escola, depois que o tema tivesse sido apresentado em sala de aula para os alunos, com o objetivo de reforçar a aprendizagem. O número total de horas correspondentes à aplicação do material foi de aproximadamente 100 horas no Colégio Salesiano Dom Bosco.

A avaliação sobre a eficácia do método foi feita através da comparação das respostas ao teste de concepções alternativas (veja Anexo C). Este teste foi aplicado à turma de primeiro ano que participou do projeto desenvolvido (turma piloto) e a uma turma de primeiro ano que teve aula de forma convencional. Na turma piloto, o teste foi aplicado no início e no final do ano, depois de utilizado o material desenvolvido. Na outra turma, o teste foi aplicado apenas no final do ano. O livro texto adotado pela Escola, *Aulas de Física 1 – Mecânica*, Nicolau e Toledo, da editora Atual, foi utilizado durante as aulas expositivas e de exercícios

---

<sup>4</sup> Este ambiente é do tipo *Intranet*, disponível somente para as turmas que participaram do projeto. O material utilizado encontra-se disponibilizado no CD que acompanha esta dissertação.

## V – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No CD que acompanha esta dissertação, encontra-se o material didático de apoio, desenvolvido durante o projeto, à disposição dos professores interessados. Esse material contém definições, figuras, problemas, biografias e textos adicionais para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio. O acesso ao material do CD é feito através do [hindex.htm](#). Durante o projeto, os alunos tiveram acesso a este material através da plataforma Teleduc e nas aulas no laboratório de Informática da Escola. Ao entrar no ambiente Teleduc<sup>5</sup>, a visão do aluno é a apresentada na figura 1.



Figura 1. Tela inicial do ambiente Teleduc.

## O Teleduc

O Teleduc é um ambiente em desenvolvimento, que proporciona ao professor um local onde organizar o conhecimento, através de espaços didáticos: material de apoio, leituras, mural, fóruns de discussão, diário de bordo, portfólio, etc. Este ambiente é importante, porque está à disposição dos alunos 24 horas, para aprofundar algum assunto de interesse, recuperar conteúdos ou tirar dúvidas.

Contudo, é importante ressaltar que o sindicato dos professores (Sinpro) e o sindicato das escolas particulares (SINEPE) estão discutindo a respeito deste tipo de ambiente educacional, pois há dúvida se o professor deveria ser pago pelas 24 horas de uso do ambiente como atividade extra-classe. Por isso, muitas escolas não autorizam sua utilização.

De qualquer modo, este ambiente foi utilizado no projeto como meio de contato com os alunos e para abrigar o material desenvolvido.



Figura 2 – Tela inicial com a apresentação do material no Teleduc.

<sup>5</sup> O material produzido está disponível no CD que acompanha a dissertação. Sua implementação na plataforma Teleduc depende da instalação da mesma e configuração da permissão de acesso.

As atividades desenvolvidas e propostas com o uso do programa *Modellus* foram realizadas pelos alunos no período de março a setembro de 2004, e se encontram dentro do ambiente Teleduc, na parte **material de apoio**:

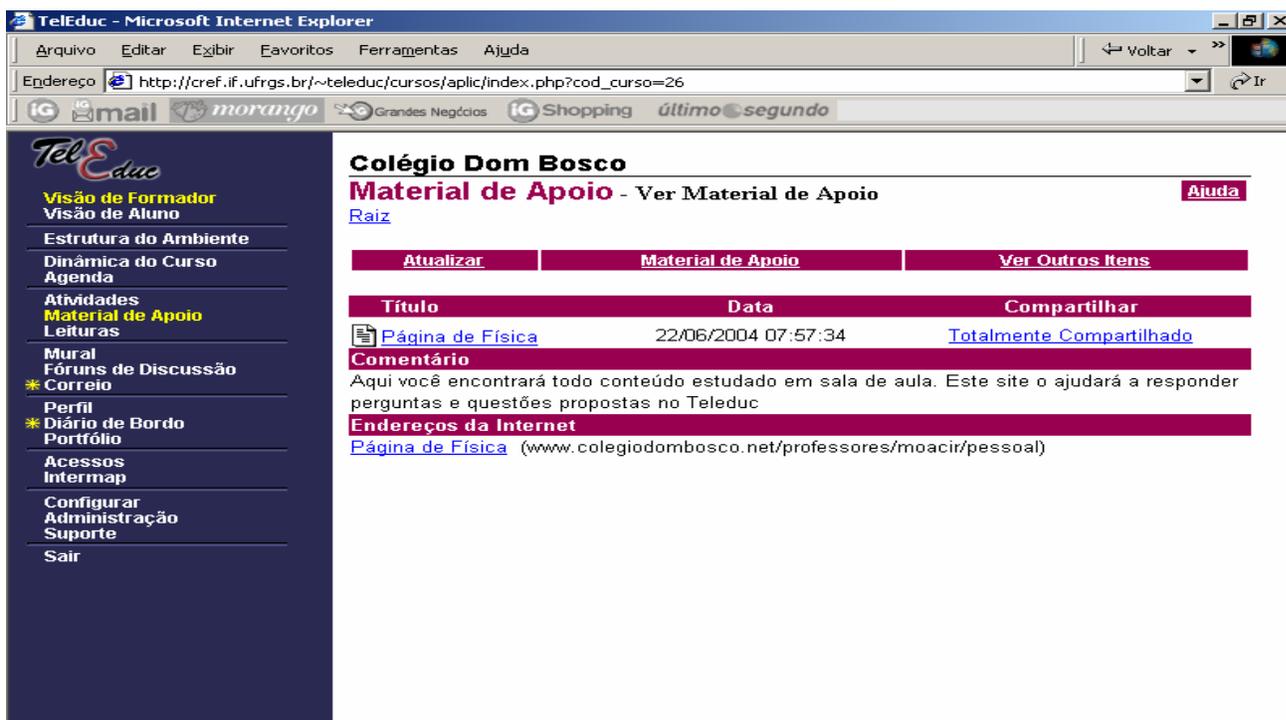


Figura 3 – Tela para acesso ao Material de Apoio Desenvolvido.

Foi desenvolvido um hipertexto onde o aluno é orientado, à cada aula, a cumprir determinadas tarefas que auxiliarão no desenvolvimento do conhecimento. A figura 4 mostra a tela inicial apresentada ao aluno quando ele entra na “Página da Física” (*link* mostrado na figura 3).

A primeira atividade tem como objetivo mostrar aos alunos o funcionamento do programa e algumas de suas ferramentas, como por exemplo, a construção de gráficos e animações. Com esta atividade o aluno pode entender como inserir equações no programa e, a partir disso, atribuir condições para construir gráficos e animações. Foram trabalhadas as funções de primeiro e segundo graus, essenciais para o desenvolvimento da Cinemática. Nas demais atividades, o aluno utiliza o que aprendeu sobre a ferramenta e explora situações e conceitos em Física.



Figura 4 – Tela inicial do Hipertexto “Página da Física” desenvolvido neste trabalho.

No link “Usando *Modellus*”, o aluno tem acesso a nove atividades desenvolvidas,

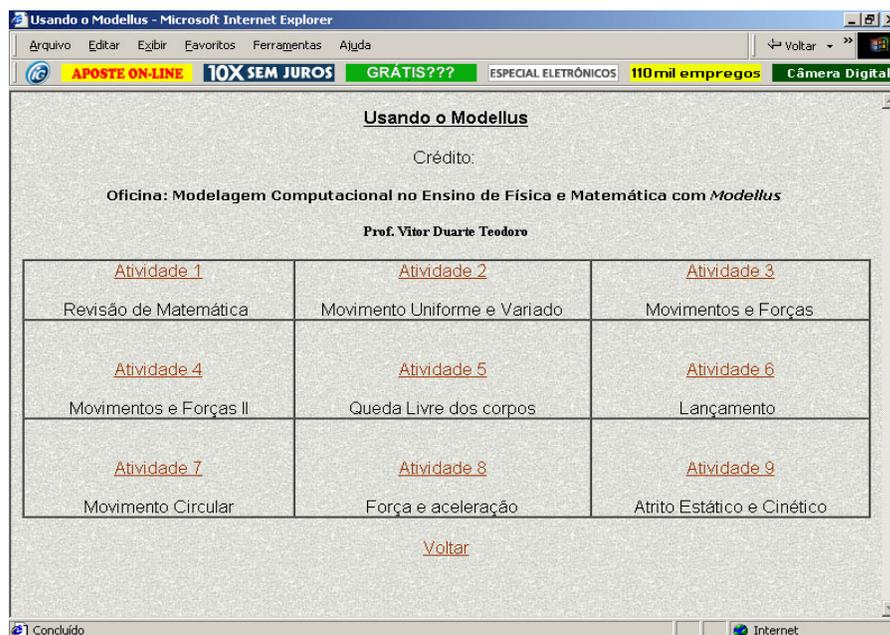


Figura 5 – Tela apresentando o índice das atividades com o *Modellus*.

## **V.1 Resultados das Atividades no Teleduc:**

A seguir serão apresentadas algumas atividades desenvolvidas para os alunos, juntamente com a avaliação do número de acertos para cada atividade realizada, para o conjunto de alunos participantes. Alguns comentários interessantes dos alunos foram reproduzidos. As demais atividades encontram-se no CD.

Na primeira semana de aula, foi proposto aos alunos:

- a) ler a **Estrutura do Curso**, que está no ambiente Teleduc, a fim de verificarem as informações gerais sobre este sistema de ensino, assim como suas ferramentas e seus propósitos;
- b) na primeira aula com o ambiente também foram disponibilizadas na **Agenda** (parte do aplicativo onde é possível inserir tarefas em datas determinadas) algumas normas para sua utilização.

### **Texto disponibilizado:**

*O Teleduc é um ambiente de ensino que utilizaremos em nosso curso de Física (com a participação de professores da UFRGS). É importante que leia a "Estrutura do ambiente" antes de manusear qualquer ferramenta deste software.*

*Algumas regras devem ser estabelecidas e seguidas para sua utilização:*

- a) sempre que você utilizar o ambiente, será gravado tudo que foi realizado, e portanto, é de sua total responsabilidade aquilo que for escrito e gerado no sistema. Para tanto, nunca empreste sua senha, pois você é responsável por aquilo que será disponibilizado no ambiente.*
- b) as tarefas serão agendadas e a avaliação será de acordo com o cumprimento da mesma, respeitando os prazos estabelecidos.*
- c) Você poderá acessar o ambiente a qualquer hora que desejar, mas lembre-se que teremos tarefas a serem cumpridas em sala de aula e outras que você poderá responder durante a semana, no horário que achar mais adequado.*

*Nesta primeira semana vocês terão de realizar:*

- 1. Completar o perfil (contando onde nasceram, quantos anos vocês têm, aquilo que esperam do curso, curiosidades sobre sua pessoa, música, time do coração, etc.)*
- 2. Responder as duas perguntas que estão no fórum de discussão.*
- 3. Realizar a atividade proposta na aula.*

Desta atividade, a parte mais interessante neste primeiro momento foi o **perfil**, pois neste o aluno expõe um pouco sobre sua vida pessoal

Um perfil interessante foi o do Aluno 36:

“Eu tenho 14 anos, vou fazer 15...Nasci em Porto Alegre. Estudo desde a pré-escola no Dom Bosco, o colégio já é quase como uma segunda casa para mim. Gosto de estar com meus amigos, me divertir, ler, ir ao cinema, etc. Espero que este curso seja uma maneira diferente e divertida de aprender e exercitar Física. Pretendo realizar todas as atividades, pois gosto muito de Física e acho essa proposta, uma boa maneira de aliar estudo e diversão”.

A segunda atividade proposta (realizada em abril de 2004) está descrita a seguir:

*Leia o texto Carro na Curva e, após, responda no diário de bordo as questões propostas:*

### **Carro na Curva**

Se um objeto não se desloca em linha reta, de acordo com o princípio de inércia deve haver uma força atuando. Ao fazer uma curva a quantidade de movimento de um carro sempre varia em direção e sentido, mas não necessariamente em intensidade. A constância dessa intensidade não decorre de ausência de forças.



Se, ao fazer uma curva de uma estrada a resultante das forças sobre o carro tornar-se nula, sua quantidade de movimento deixa de variar em direção e sentido. No caso de sua quantidade de movimento não variar em intensidade, o carro passa a um movimento em linha reta e com velocidade constante, saindo da estrada ou colidindo com a proteção lateral. Sendo assim, para que um carro faça uma curva, a resultante das forças não pode ser nula. Quem faz essa Força?

Se a direção da força coincidir com a da velocidade, a quantidade de movimento do carro aumentará ou diminuirá em módulo, mas não variará em direção e sentido. Portanto, a força

responsável pela realização de uma curva deve ter uma direção diferente da direção da velocidade.

Numa estrada plana é o atrito entre os pneus e o chão, que mantém o carro numa curva. **Se houver óleo no chão o que ocorrerá?**

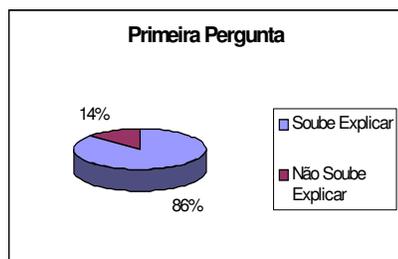


No caso que estamos analisando em que não há variação da intensidade da quantidade de movimento, a 2ª lei de Newton indicará a força necessária para que a quantidade de movimento seja alterada apenas em direção e sentido.

Podemos pensar a força responsável por trajetória curva em um certo instante, como a resultante de duas componentes: uma que tenha a direção da quantidade de movimento e outra a direção perpendicular a ela (componente radial ou normal). A componente normal ou radial (força centrípeta) varia a direção e o sentido, enquanto a tangencial varia a intensidade da quantidade de movimento.

1. Por que um carro ao executar uma curva sai tangenciando a estrada, ou seja, sai em linha reta? Explique.
2. Se a curva estiver com óleo, o que ocorre? Explique utilizando argumentos físicos para sua resposta (Leis de Newton)

Participantes: 37



(a)



(b)

Figura 6: Percentual de acertos e erros relativos à primeira (a) e à segunda (b) questões da atividade sobre o texto “Carro na Curva”.

A seguir está descrita a terceira atividade proposta:

*Após ler o texto "A vida no espaço", que está em Leituras (sob forma de página de internet) responder as perguntas no diário de Bordo:*

**A Vida no Espaço** (ASHCROFT, 2001)

O alvorecer do dia 21 de julho de 1969 está gravado na memória de milhões de pessoas, que estavam atentas diante de uma tela de televisão preto e branco, onde se faziam um enorme esforço para ouvir as palavras entre assovios e os estalidos, fascinados por uma mistura de ciência, tecnologia e exploração ao ver Neil Armstrong pisando pela primeira vez na Lua.

Dê um passo no vácuo do espaço e você morrerá em poucos e dilacerantes instantes. O ar sairia rapidamente dos seus pulmões; os gases dissolvidos no seu sangue e os fluidos corporais evaporariam, despedaçando suas células e formando bolhas em seus capilares, de modo que nenhum oxigênio chegaria a seu cérebro; o ar aprisionado em órgãos internos se expandiria, rompendo seu intestino e seus tímpanos; e o frio intenso causaria congelamento instantâneo. Você estaria inconsciente dentro de menos de 15 segundos

O homem só pode sobreviver no espaço se levar seu ambiente consigo, mas, mesmo quando protegido por uma nave espacial, o vôo no espaço gera vários problemas fisiológicos. O primeiro deles é a aceleração requerida para se escapar da gravidade da Terra, que impõe uma força gravitacional adicional ao corpo.

O segundo é o extremo oposto: a falta de peso, que pode causar doença incapacitadora do movimento, a redistribuição dos fluidos pelo corpo, uma redução no número de hemácias e uma perda óssea e de massa muscular preocupante. Se quisermos realizar nosso sonho de viajar por outros planetas dentro de nosso sistema solar temos de encontrar uma maneira de reduzir esses problemas.

Mas atualmente com inúmeros estudos já é possível controlar todas essas mudanças.

O primeiro problema com que um astronauta se defronta é a aceleração experimentada durante o lançamento, quando a nave espacial é arremessada do estado de repouso para a velocidade orbital. Por si mesma, a velocidade não tem nenhum efeito sobre o corpo humano. Mesmo quando está sentado quieto lendo este livro, você está viajando a 108.000 Km/h através do espaço, enquanto rodopia numa taxa de  $1.670 \text{ Km/h}^2$ , à medida que a Terra faz sua órbita em torno do Sol e gira em torno de seu eixo.

Nossos corpos estão bem adaptados à gravidade da Terra. Uma força positiva  $mg$  mais alta pode puxar o sangue para as pernas com tanta força que o coração fica incapaz de bombear contra ela com perda da consciência. Dificuldades de respiração também são encontradas porque o diafragma é empurrado para baixo, tornando a expiração mais difícil. Conseqüentemente, a ventilação da parte inferior dos pulmões é reduzida. Para superar esses problemas os pilotos são treinados a realizar exercícios de respiração e distensão: retesam os músculos das pernas, o que espreme as veias e a ajuda a empurrar o sangue de volta para o coração e o cérebro. Os pilotos também vestem calças anti-gravidade que fazem o trabalho por eles.

Essas calças inflam sob gravidade elevada, fornecendo uma pressão externa que comprime as pernas e ajuda o sangue a retornar ao coração.

A força negativa  $-mg$  é encontrada com menor frequência, mas também é desagradável. Arrasta o sangue para a cabeça, fazendo com que os vasos sanguíneos pequenos inchem e se rompam com a pressão, o que produz uma doença conhecida como eritopsia (avermelhamento do campo de visão), que por vezes aflige *bungee-jumpers*.

A força  $mg$  experimentada por um astronauta varia ao longo do lançamento porque é governada pela Lei do Movimento de Newton:  $F = m.a$ . O arremesso inicial tende a ser bastante suave, porque o empurrão do foguete excede apenas por pouco o peso da nave espacial. As maiores forças  $mg$  ocorrem no momento em que a nave entra em órbita, quando está muito leve (porque a maior parte do combustível foi consumida) e os foguetes propulsores ainda estão com impulso total.

Uma vez um astronauta comentou: “A sensação é que tem um elefante sentado no seu peito”. Entre as maiores forças  $mg$  já experimentadas por cosmonautas está a enfrentada durante o lançamento de uma nave Soyuz em setembro de 1983. Como um incêndio teve início embaixo do foguete, 90 segundos antes da partida, o lançamento teve de ser abortado e o sistema de escape de emergência arremessou a cápsula no ar a cerca de 1 km de altura, submetendo a tripulação a forças  $mg$  de nada menos de  $+17mg$ . Eles sobreviveram! Os pilotos militares suportam  $g$  ainda maiores ( $+25mg$ ), embora isso por um tempo mais curto.

Portanto, uma nave espacial, deve proteger sua tripulação contra os extremos do espaço. Setecentos quilômetros acima da superfície da Terra, o número de moléculas gasosas é pequena e a pressão se aproxima da de um vácuo perfeito. Onde o espaço é extremamente frio:  $-270^{\circ}C$ , mas os raios solares aquecem rapidamente os objetos em sua passagem, de modo que uma nave

espacial deve ter um sistema de controle de temperatura capaz de fazer face a extremos de calor e frio.

1. *Quais as conseqüências quando um astronauta sofre a ação de forças gravitacionais muito superiores a mg? Explique.*

2. *Qual o máximo que um astronauta já suportou?*

*E quando a gravidade é extremamente pequena, o que ocorre com o astronauta? Explique*

Participantes: 37

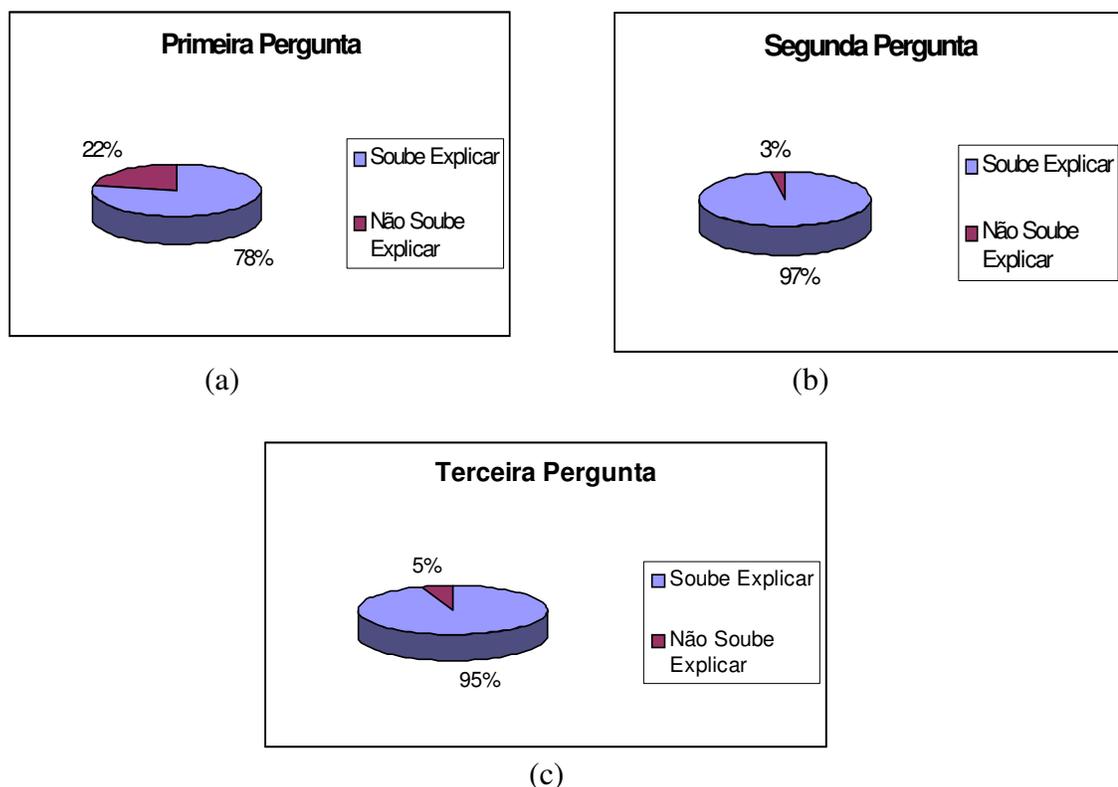


Figura 7. Percentual de acertos e erros relativos à primeira (a), à segunda (b) e à terceira (c) questões da atividade sobre o texto “A Vida no Espaço”.

A quarta atividade (realizada em maio de 2004) foi disponibilizada no “mural”, abrangendo os seguintes tópicos: as Leis de Newton, a visão de Aristóteles sobre o movimento dos corpos, e a contradição entre a visão Aristotélica e as Leis de Newton.

As questões formuladas aos alunos, colocadas no “mural”, foram:

a) *As Leis de Newton:*

*Explique as Três Leis de Newton, citando exemplos de suas aplicações no cotidiano. (coloque suas respostas no diário de bordo).*

Participantes: 38

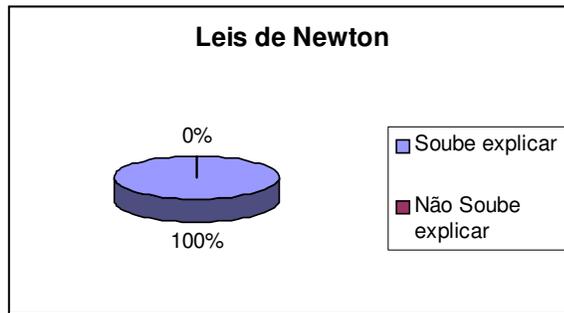
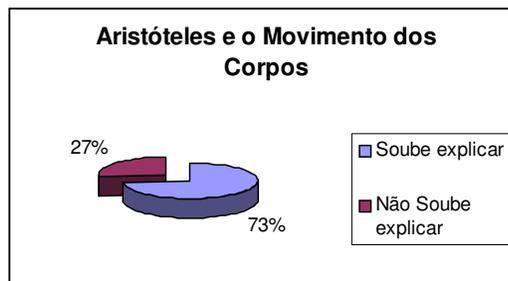


Figura 8 – Percentual de acertos referente à questão sobre as Leis de Newton.

b) *Aristóteles afirmava: "Com a experiência mostra, um corpo cai sempre no mesmo lugar da Terra, portanto, esta não se move". Ele estava correto? Justifique sua resposta no diário de Bordo.*



Participantes: 38

Figura 9 – Percentual de acertos e erros referente à questão sobre a visão Aristotélica do movimento.

*c) Para responder a pergunta sobre o que Aristóteles afirmava devemos pensar e refletir sobre as leis de Newton, sobre o movimento da Terra, ou seja, relacionar com tudo aquilo que estamos discutindo em aula. Portanto, quando estamos em um barco, ou dentro de um carro em movimento, e jogamos para cima algum objeto, ele cai em nossas mãos ou este se desloca para outra direção?*

Participantes: 38

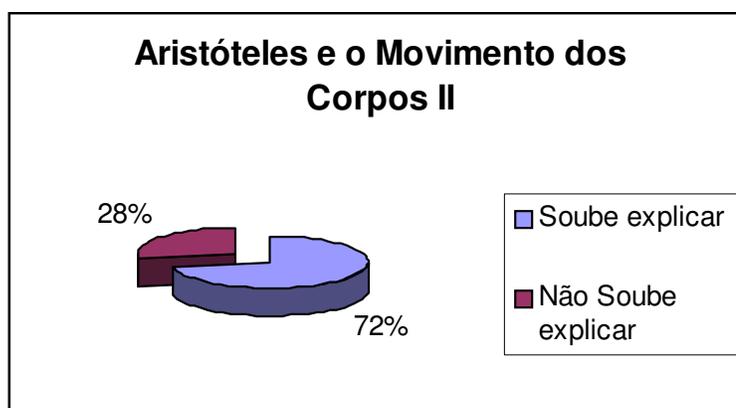


Figura 10 – Percentual de acertos e erros relativo à questão sobre a contradição entre a visão Aristotélica e as Leis de Newton.

É interessante notar que as concepções alternativas referentes à visão Aristotélica sobre o movimento dos corpos, revelam-se presentes em cerca de 30% dos alunos com os resultados mostrados nas figuras 9 e 10.

Na quinta atividade, realizada no período de maio e junho de 2004, foi utilizado o *software Modellus* através de 9 (nove) atividades descritas a seguir. Estas atividades estão disponíveis no CD, no hipertexto produzido no *link* relativo à “Usando o *Modellus*”.

#### 1) Revisão de Matemática:

Nesta atividade o objetivo foi o de familiarizar o aluno com o *Modellus* através de uma revisão dos conceitos básicos de matemática. Esta revisão é importante para o estudo do movimento retilíneo uniforme e do movimento retilíneo variado em Cinemática. Foram discutidas funções de primeiro e segundo grau, verificando graficamente as conseqüências da alteração dos coeficientes lineares e angulares destas funções.

#### 2) Movimento Uniforme e Variado de Corpos:

Nesta atividade os alunos exploraram o exemplo “corrida.mdl” disponível no *Modellus*, relacionando movimento uniforme e variado. Os alunos responderam questões por escrito ao professor, referentes ao que observaram na animação. A figura 11 apresenta a tela deste exemplo, mostrada ao aluno.

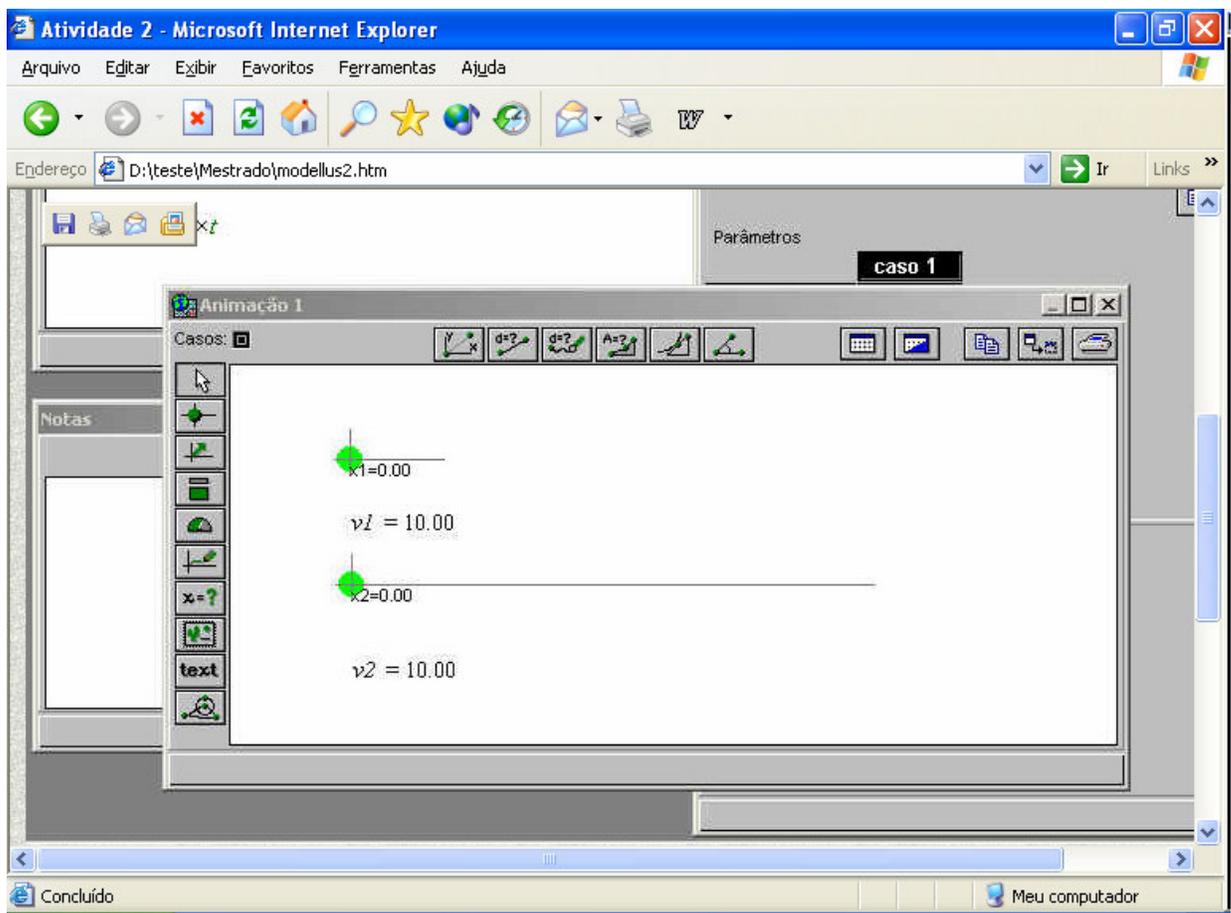


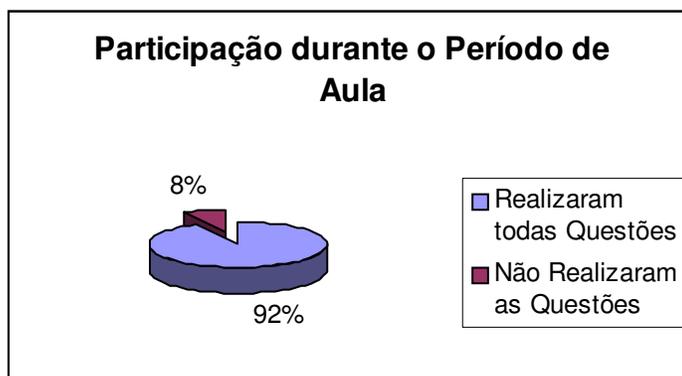
Figura 11 – Tela apresentada ao aluno ao executar o exmplo “corrida.mdl” no *Modellus*

As questões propostas aos alunos foram:

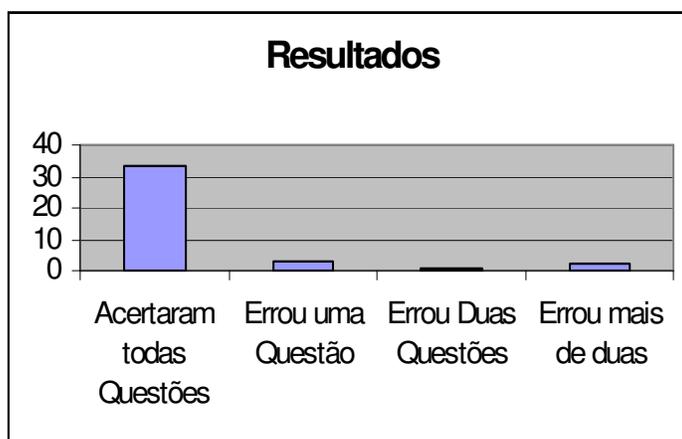
- a) *Caracterize o movimento dos dois corpos, X1 e X2 (Movimento Uniforme ou Movimento Variado):*
- b) *Quando o tempo for de 3 segundos, qual será o deslocamento de cada corpo, em metros?*
- c) *Qual a velocidade inicial e final de cada corpo? Quem foi mais veloz durante a trajetória?*
- d) *Se aumentássemos a aceleração, na tela **condições iniciais**, para  $a = 10 \text{ m/s}^2$ , o que ocorreria com o deslocamento de cada corpo? E com a velocidade de ambos?*
- e) *Faça um esboço do gráfico, utilizando o Modellus, do deslocamento ( $x$ ) de cada corpo pelo seu respectivo tempo ( $t$ ).*
- f) *Faça o esboço do gráfico, utilizando o Modellus, da velocidade ( $v$ ) de cada corpo pelo seu respectivo tempo ( $t$ ).*

Os resultados obtidos estão representados na figura 12.

Participantes: 39



(a)



(b)

Figura 12. (a) Percentual de alunos que respondeu às questões formuladas referentes ao exemplo “corrida.mdl” no *Modellus*. (b) Relação entre o número de alunos e o número de questões respondidas de forma correta e errada.

### 3) Movimento e Forças:

Nesta atividade foi explorado o exemplo “movrec.mdl” do *Modellus*, relativo ao movimento retilíneo com velocidade constante e as forças envolvidas. As questões propostas aos alunos estão relacionadas a seguir, e a Figura 13 representa a tela mostrada aos alunos nesta atividade.

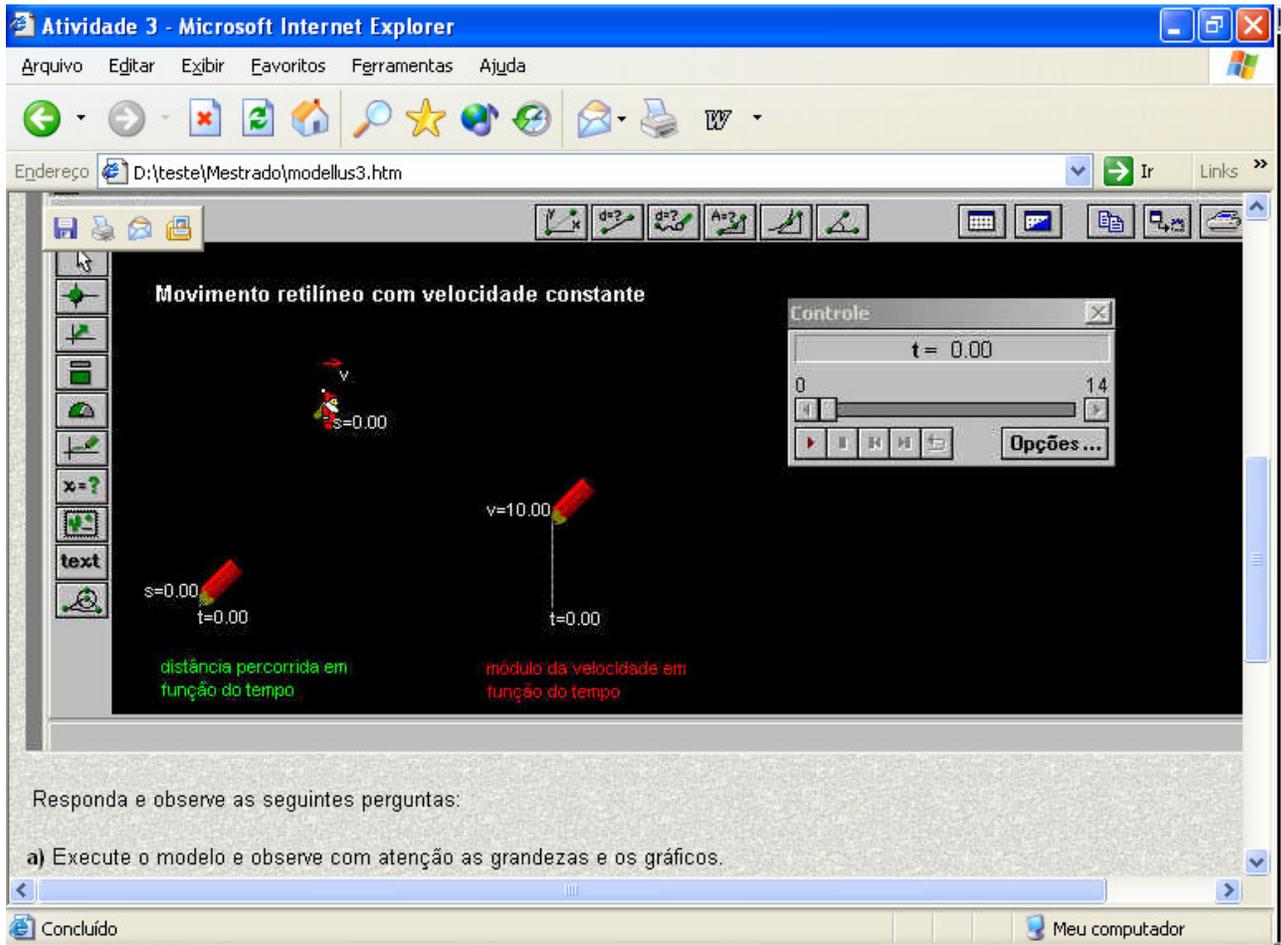


Figura 13 – tela apresentada ao aluno ao executar o exemplo “movrec1.mdl” no *Modellus*.

- a) Execute o modelo e observe com atenção as grandezas e os gráficos.*
- b) Que tipo de trajetória tem o Papai Noel neste movimento?*
- c) Qual é a distância percorrida pelo Papai Noel num segundo?*
- d) E em 5 segundos?*
- e) Como se pode calcular a distância percorrida ao final de  $t$  segundos?*
- f) Qual é a magnitude da velocidade (ou rapidez) média do Papai Noel?*
- g) E qual é o módulo ou magnitude da velocidade do Papai Noel em cada instante?*
- h) Qual é o módulo da aceleração do Papai Noel? Por quê?*
- i) Caracterizar a resultante das forças sobre o Papai Noel.*

A figura 14 mostra o percentual de acertos nestas questões.

Participantes: 39

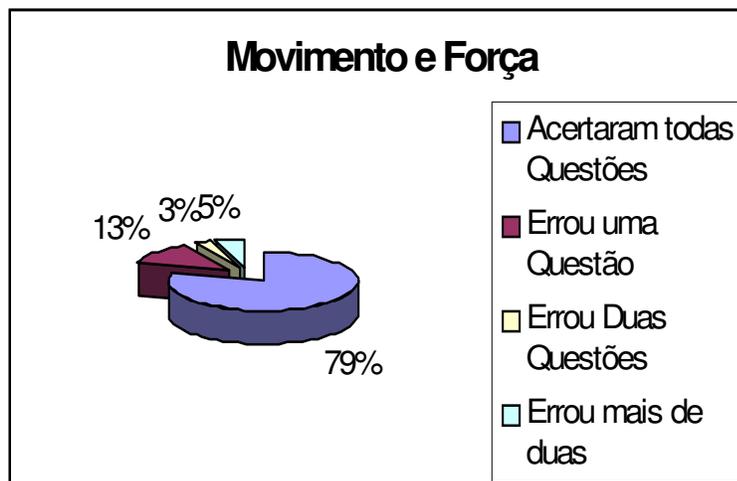


Figura 14 – Percentual de acertos e erros referentes às questões sobre o exemplo “movrec1.mdl” no *Modellus*.

#### 4) Movimento e Forças II:

Com o exemplo “movrec2.mdl” do *Modellus*, foi explorada a relação entre velocidade, aceleração e força. A figura 15 apresenta a tela mostrada aos alunos. As questões formuladas aos alunos estão a seguir.

- Executar o modelo e observar com atenção as grandezas e os gráficos.*
- Que tipo de trajetória tem o Papai Noel neste movimento?*
- Qual é a distância percorrida pelo Papai Noel em 14 segundos?*
- Qual é a distância percorrida pelo Papai Noel nos primeiros 5 segundos?*
- Controlando a barra de tempo, indicar a distância percorrida pelo Papai Noel nos primeiros 10 segundos.*
- Qual é o módulo da velocidade do Papai Noel ao fim de 14 s?*
- Qual é o módulo da velocidade do Papai Noel ao fim de 5 s?*
- Qual é o módulo da velocidade do Papai Noel ao fim de 10 s?*
- Caracterizar a aceleração (direção, sentido e módulo) do Papai Noel.*
- Como se pode calcular a velocidade do Papai Noel ao fim de  $t$  segundos?*
- Como se pode calcular a distância percorrida ao fim de  $t$  segundos?*

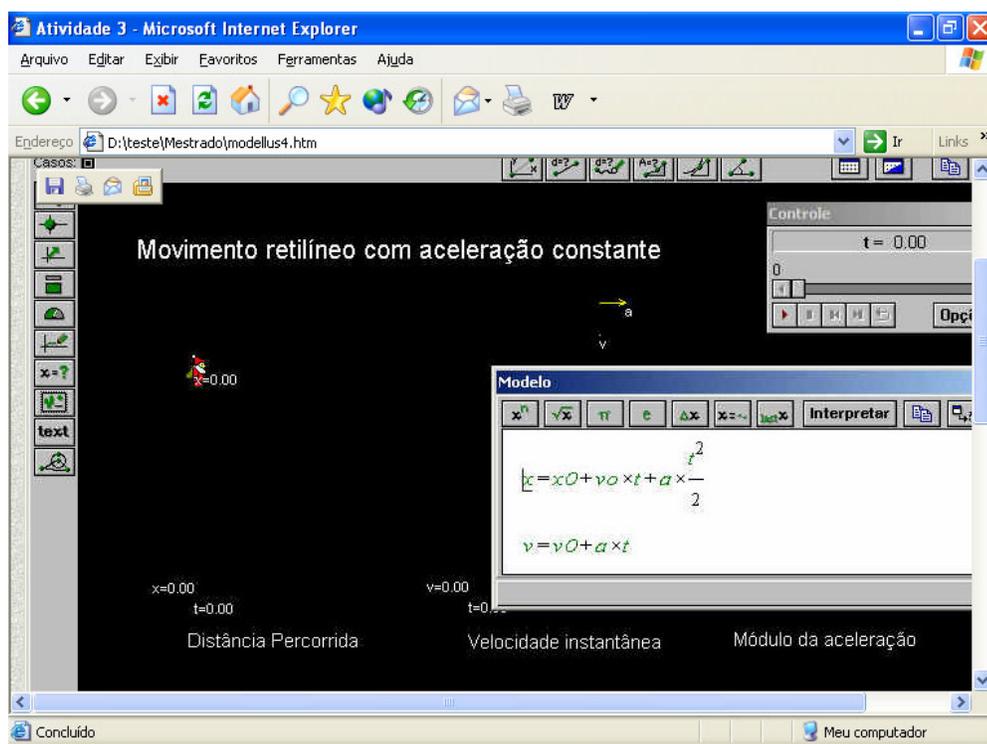


Figura 15 – Tela apresentada ao aluno ao executar o exemplo “movrec2.mdl” no *Modellus*.

A figura 16 mostra o percentual de acertos nestas questões.

Participantes: 39

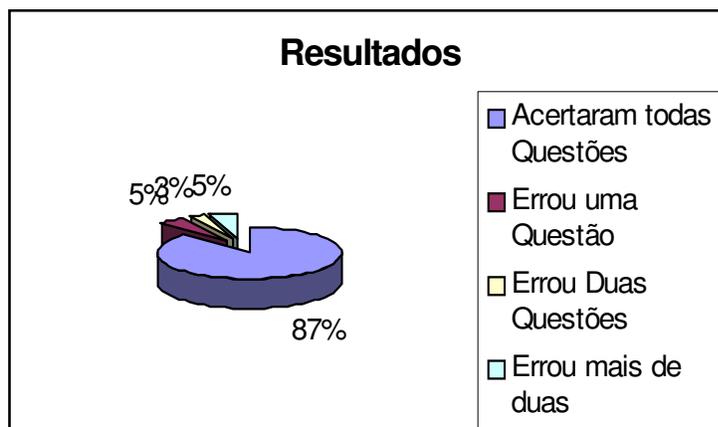


Figura 16 – Percentual de acertos e erros, referentes às questões sobre o exemplo "movrec2.mdl" no *Modellus*.

5) Queda Livre dos Corpos:

A partir dos exemplos, QUEDA1.MDL, QUEDA2.MDL, QUEDA3.MDL, QUEDA4.MDL do *Modellus*, foi solicitado aos alunos responder às seguintes perguntas envolvendo Queda Livre. A tela apresentada ao aluno nestas atividades é mostrada na figura 17.

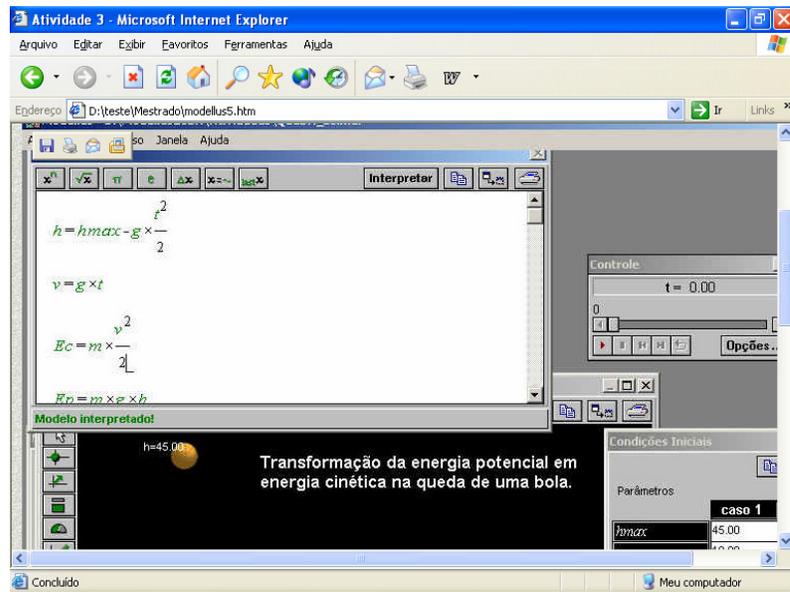


Figura 17 – Tela apresentada aos alunos ao executar os exemplos “queda1.mdl”, “queda2.mdl”, “queda3.mdl” e “queda4.mdl”, no *Modellus*.

- a) Executar o modelo e observar com atenção as grandezas e os gráficos.
- b) Que tipo de trajetória tem a bola neste movimento?
- c) Qual é a distância percorrida pela bola em 3 segundos?
- d) Qual é a distância percorrida pela bola no primeiro segundo?
- e) Qual é a distância percorrida pela bola nos primeiros 2 segundos?
- f) Qual é o módulo da velocidade da bola ao fim de 3 s?
- g) Qual é o módulo da velocidade da bola ao fim de 2 s?
- h) Qual é o módulo da velocidade da bola ao fim de 1 s?
- i) Caracterizar a aceleração (direção, sentido e módulo) da bola.
- j) Caracterizar a força (direção, sentido e módulo) que se exerce na bola.
- k) Como se pode calcular a velocidade da bola ao fim de  $t$  segundos?
- l) Como se pode calcular a distância percorrida ao fim de  $t$  segundos?

A figura 18 representa a participação dos alunos em aula nesta atividade. Esta figura mostra que praticamente todos os alunos estavam envolvidos com a atividade proposta.

Participantes: 39

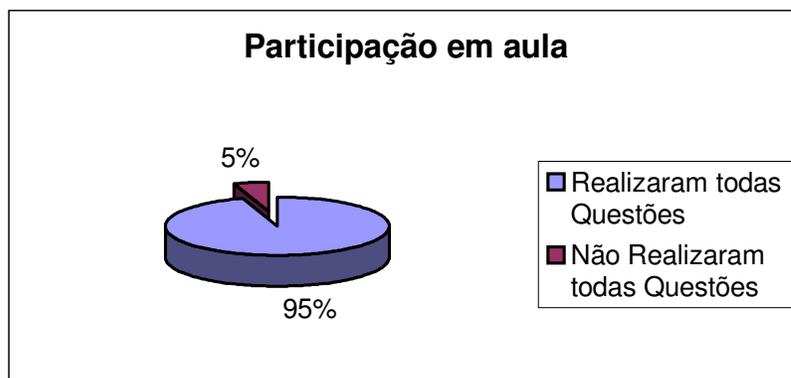


Figura 18 – Percentual referente à participação dos alunos à aula com a “atividade 5” utilizando o *Modellus*.

A figura 19 mostra o percentual de acertos e erros às questões nesta atividade.

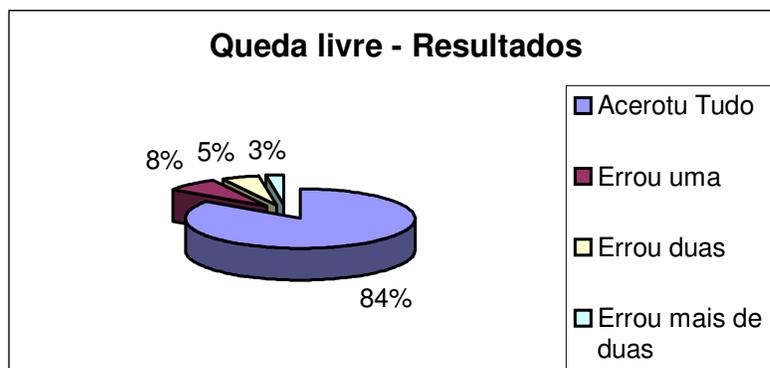


Figura 19 – Percentual de acertos e erros referentes às questões sobre os exemplos envolvendo queda livre no *Modellus*.

#### 6) Lançamento:

Com o exemplo **LANCAM1.MDL** do *Modellus*, foi discutido sobre a posição relativa das direções da força e da velocidade e das direções da aceleração e da velocidade no movimento de uma bola de basquete. Procurou-se analisar que relação há entre a velocidade de uma bola

lançada para um cesto de basquete e a trajetória, e entre a aceleração e a trajetória. Para isso foram realizadas as seguintes questões:

- a) *Executar o modelo e observar o movimento e as grandezas.*
- b) *Que tipo de trajetória descreve a bola?*
- c) *Descrever a posição relativa entre a velocidade da bola e a trajetória.*
- d) *Descrever a posição relativa entre a aceleração da bola e a trajetória.*
- e) *Caracterizar a direção e o sentido da força gravitacional na bola.*
- f) *Que aconteceria à bola se, num determinado instante do movimento, deixasse de haver força gravitacional?*

A figura 20 mostra a tela apresentada aos alunos nesta atividade e a figura 21 mostra que 100% dos alunos acertaram todas as questões.

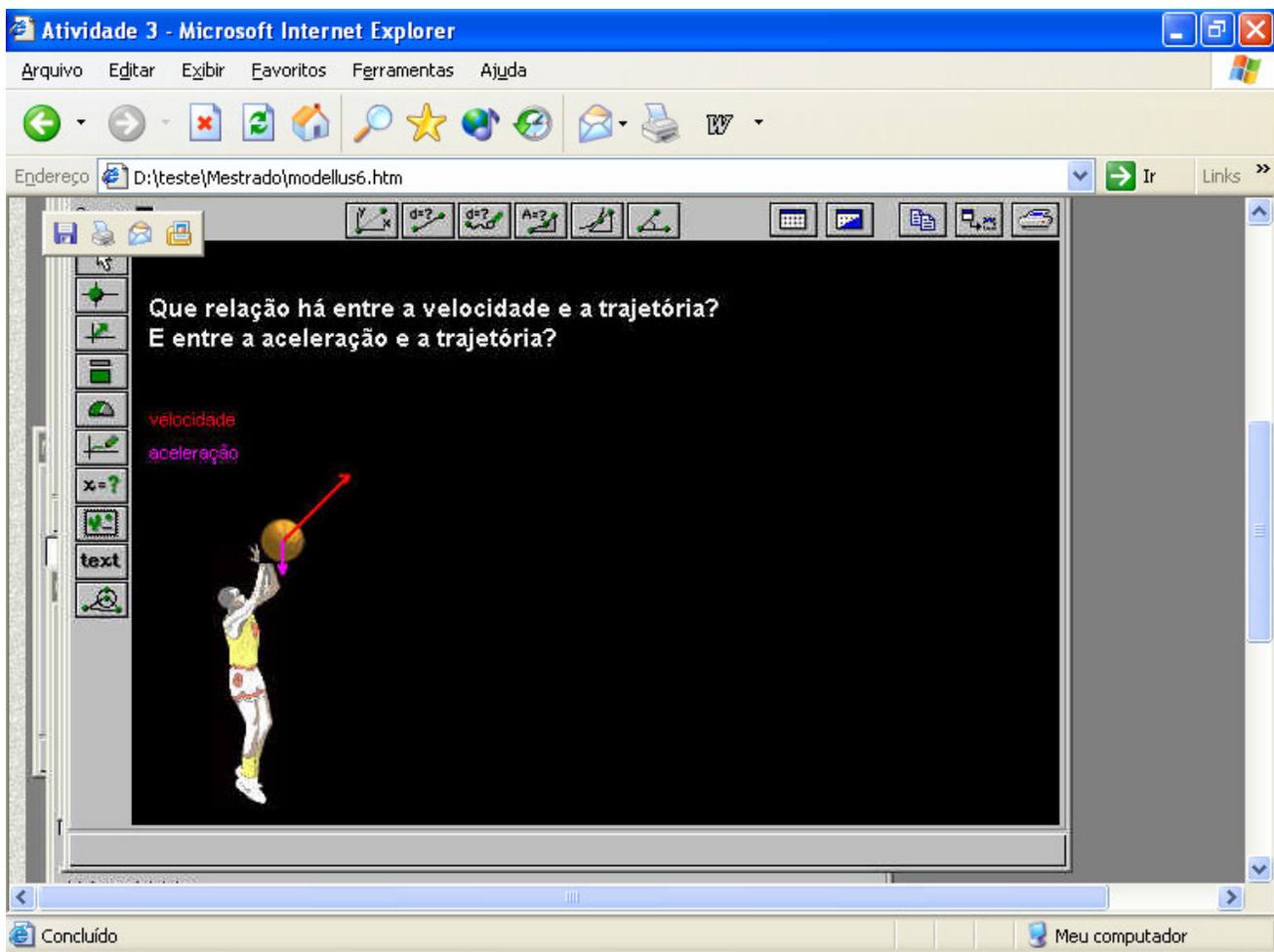


Figura 20 – Tela apresentada aos alunos ao executar o exemplo “lancam1.mdl” do *Modellus*.

Participantes: 39

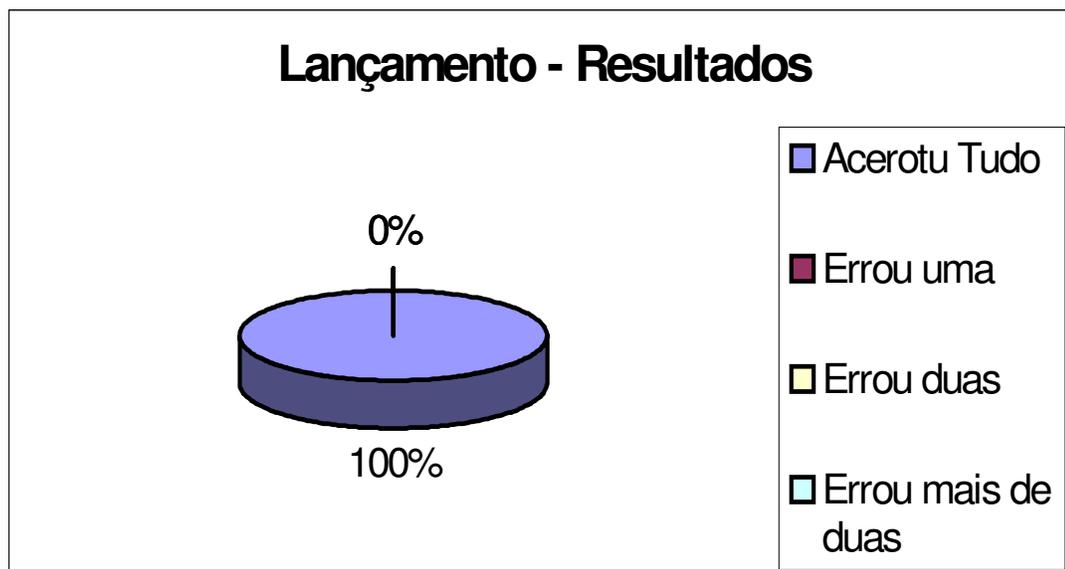


Figura 21 – Percentual de acertos referentes às questões sobre Lançamento de Projéteis.

#### 7) Movimento Circular:

Com o arquivo **MOVCIRC1.MDL**, foi analisado o movimento circular uniforme, onde o módulo da velocidade é constante.

A figura 22 apresenta a tela mostrada aos alunos nesta atividade e a figura 23 mostra o percentual de acertos para as questões formuladas.

As questões propostas foram as seguintes:

- a) *Executar o modelo e observar o movimento e as grandezas.*
- b) *Descrever trajetória do movimento.*
- c) *Descrever a velocidade do movimento.*
- d) *Que sentido («para dentro da trajetória?»; «para fora?») tem a aceleração deste movimento?*
- e) *Se as grandezas estiverem indicadas em unidades SI, qual é a distância percorrida ao fim de uma volta?*
- f) *E ao fim de meia volta?*
- g) *E ao fim de um quarto de volta?*
- h) *Qual é o módulo da velocidade?*
- i) *Como se pode verificar que o módulo da velocidade é constante?*

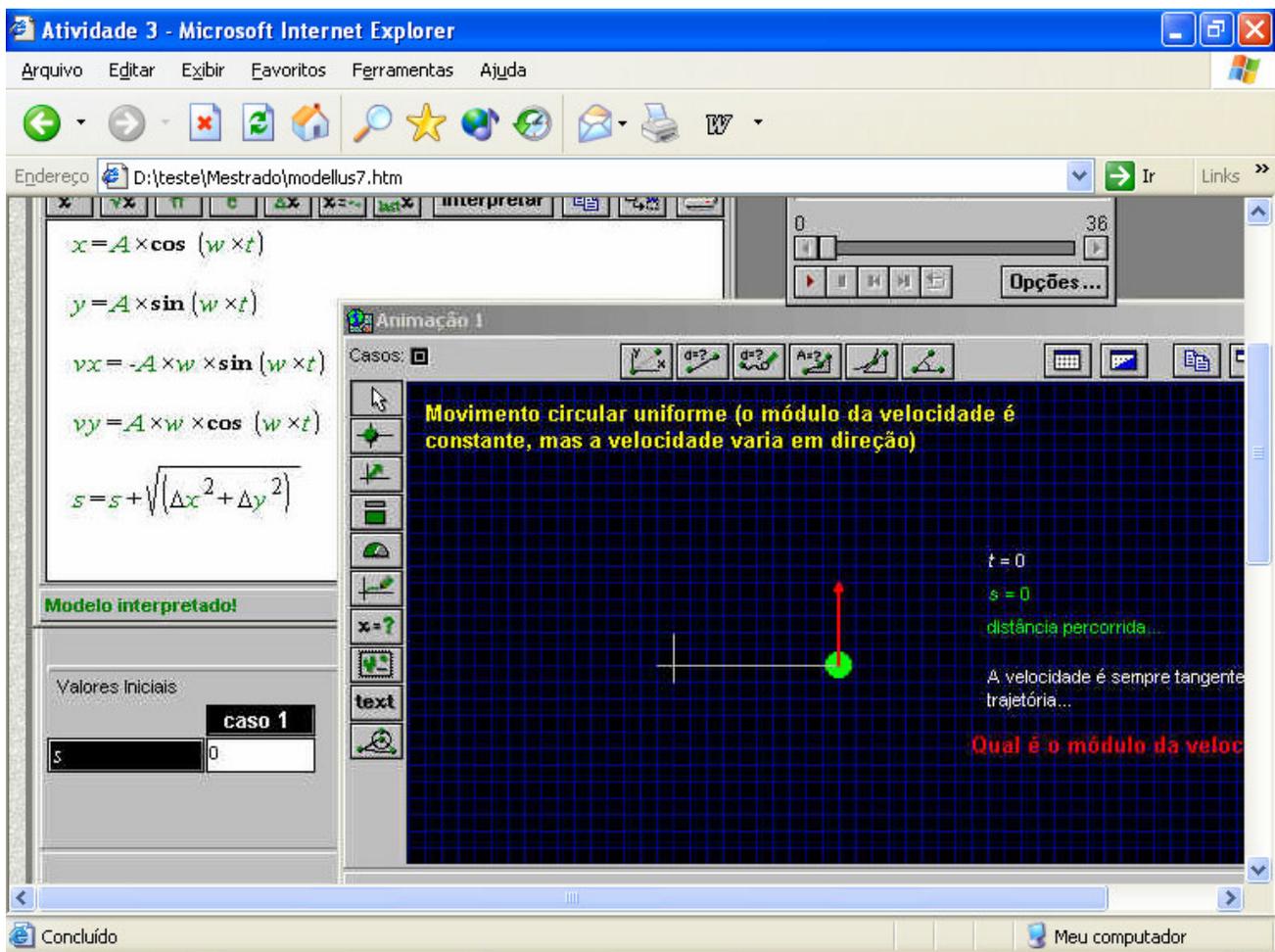


Figura 22 – Tela apresentada aos alunos ao executar o exemplo “movcirc1.mdl” no *Modellus*.

Participantes: 39

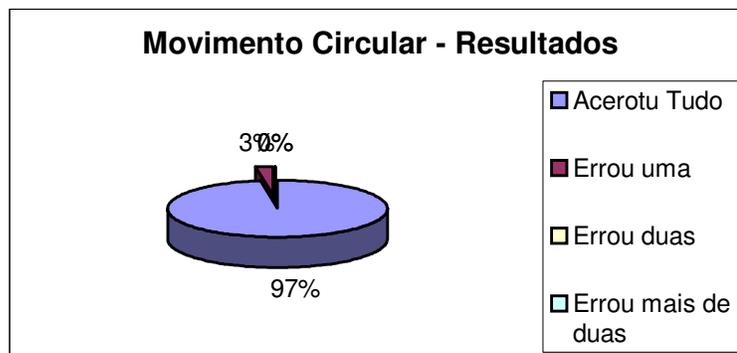


Figura 23 – Percentual de acertos e erros referente às questões sobre o movimento circular uniforme.

## 8) Força e Aceleração:

Com o arquivo **PUXAR1.MDL**, foi estudada a relação entre força e aceleração em um movimento retilíneo, a partir das seguintes questões:

- a) Executar o modelo. Utilizar a barra azul para aumentar ou diminuir a intensidade da força exercida pela mão no carrinho.
- b) O que acontece com a velocidade do carrinho quando a força é nula?
- c) O que acontece com a aceleração do carrinho quando a força é nula?
- d) Que relação há entre o sentido da força e o sentido da aceleração?
- e) Que expressão matemática traduz a relação entre força e aceleração?
- f) Como se pode verificar que a massa do carrinho é 0,5 kg, tendo em conta os dados da tela?

A figura 24 apresenta a tela mostrada aos alunos nesta atividade e a figura 25 mostra que 100% dos alunos acertaram todas as questões.

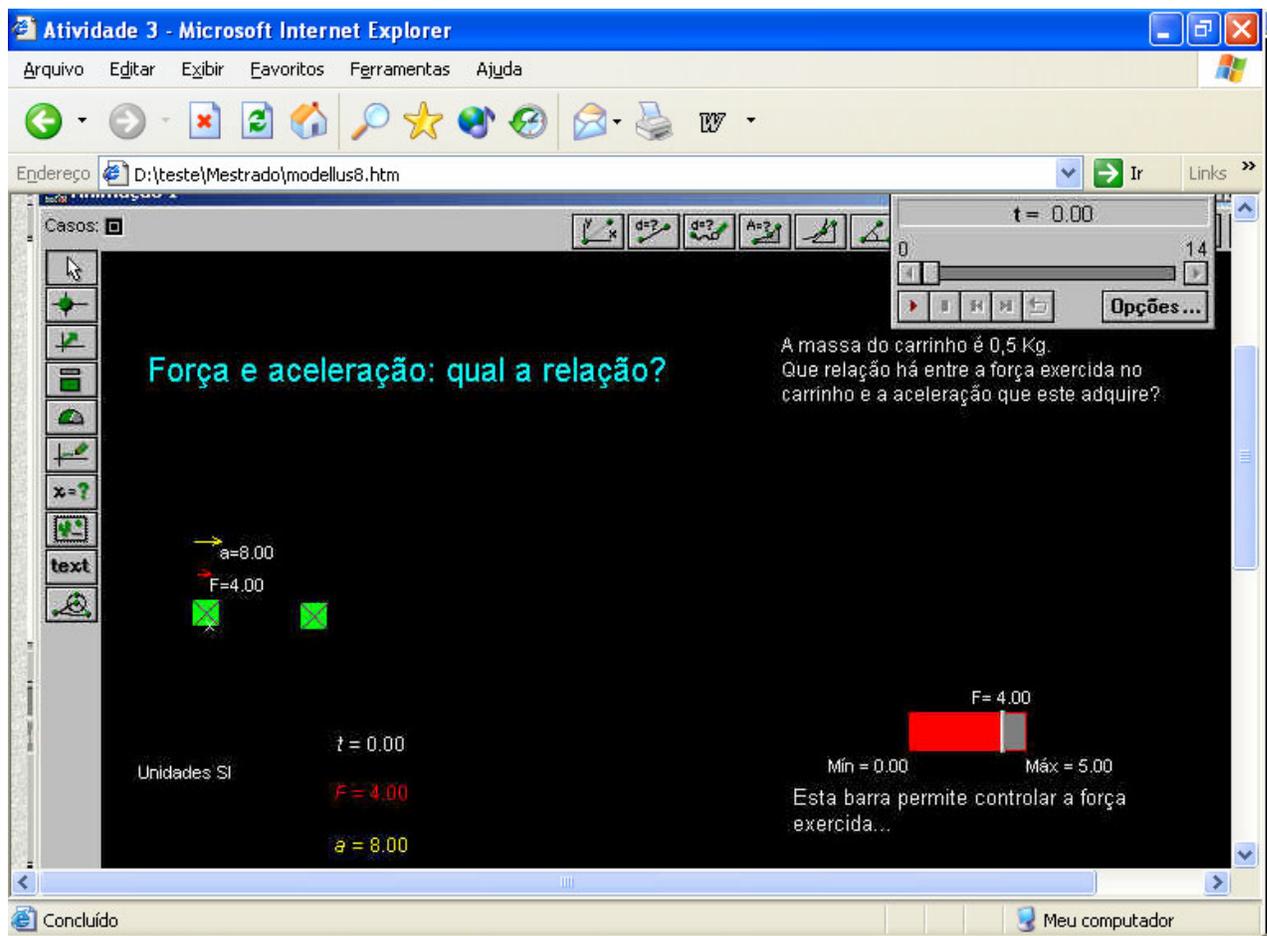


Figura 24 – Tela apresentada aos alunos ao executar o exemplo “puxar1.mdl, no *Modellus*.

Participantes: 39

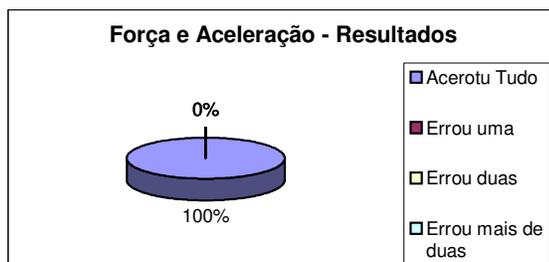


Figura 25 – Percentual de acertos referente às questões sobre o exemplo “puxar1.mdl” do *Modellus*.

### 9) Atrito Estático e Cinético:

Com o arquivo **ATRITO1.MDL**, foi discutido o atrito estático e atrito cinético num plano horizontal, com a análise da questões apresentadas a seguir. A figura 26 apresenta a tela mostrada aos alunos e a figura 27 mostra que, novamente, 100% dos alunos acertaram todas as questões.:

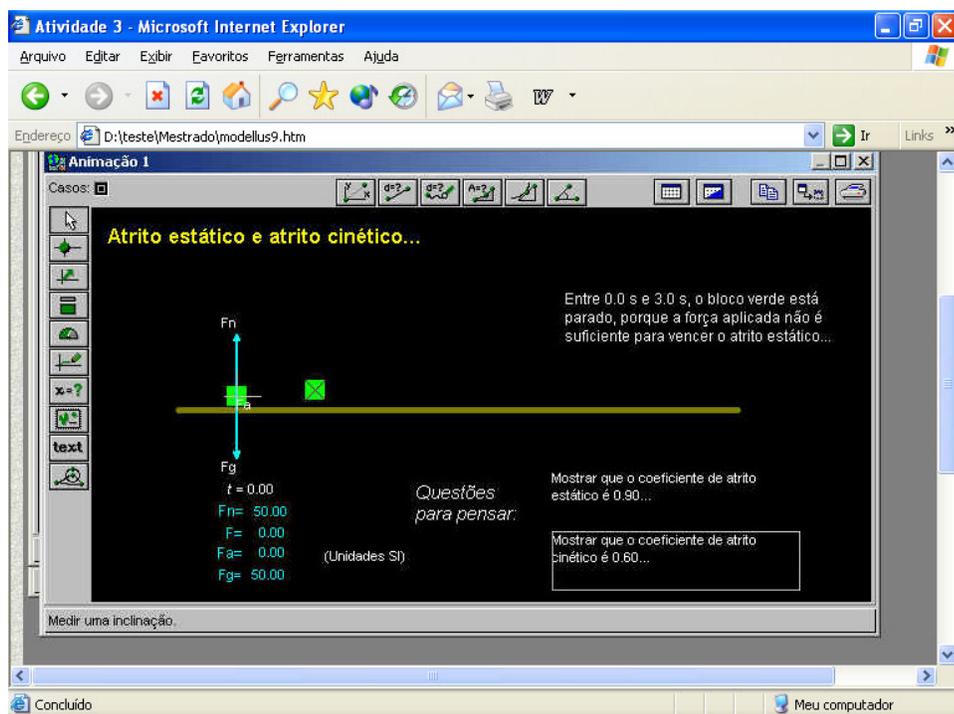


Figura 26 – Tela apresentada aos alunos ao executar o exemplo “atrito1.mdl” no *Modellus*.

- Executar o modelo e observar as grandezas.
- Descrever verbalmente a situação apresentada.

- c) Qual é a intensidade ou módulo da força normal?
- d) Qual é a intensidade máxima da força de atrito estático?
- e) Calcular o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a mesa?
- f) Qual é a intensidade da força de atrito, após o bloco iniciar o movimento?
- g) Calcular o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a mesa

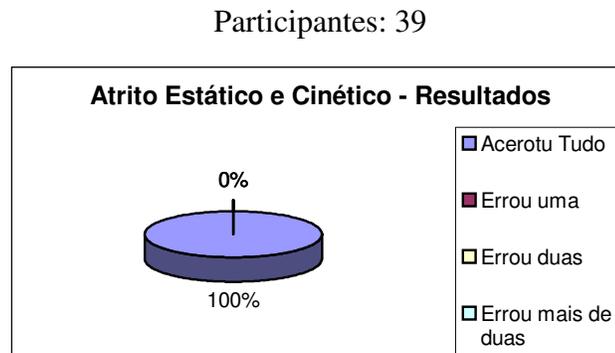


Figura 27 – Percentual de acertos referente às questões sobre a atividade sobre atrito.

As atividades a seguir, envolvendo o software *Modellus*, foram realizadas no final do projeto, em duas semanas, para avaliar quais conceitos foram realmente assimilados e compreendidos pelos alunos. Era permitido o uso de todo material disponível no Teleduc. As atividades envolvem a análise de simulações sobre fenômenos estudados em sala de aula e no hipertexto disponível no ambiente Teleduc. Para tanto, foram propostas três (3) animações:

1) Movimento de Queda dos Corpos:

O exercício era representado por uma bolinha fotografada (do tipo estroboscópica) que era abandonada do repouso de uma determinada altura, onde a animação dava uma visão de como se comportavam as componentes vertical e horizontal de sua posição e velocidade.

A partir da análise da animação era solicitado aos alunos que respondessem às seguintes questões:

A figura 28 mostra o percentual elevado de acertos às questões propostas.

- a) Observando a trajetória da bolinha azul e da bolinha vermelha pode-se concluir que elas possuem movimento vertical igual ou diferente? Explique!
- b) O que ocorre quando a bolinha não sofre a ação de nenhuma força?

- c) Se considerássemos um caso extremo, onde fosse disparado um projétil com um rifle horizontalmente e, ao mesmo tempo, deixássemos cair uma bala, eles chegariam juntos ao solo?
- d) E se no mesmo caso anterior fosse desprezada a resistência do ar, elas chegariam juntas?

A figura 28 mostra o percentual elevado de acertos às questões propostas.

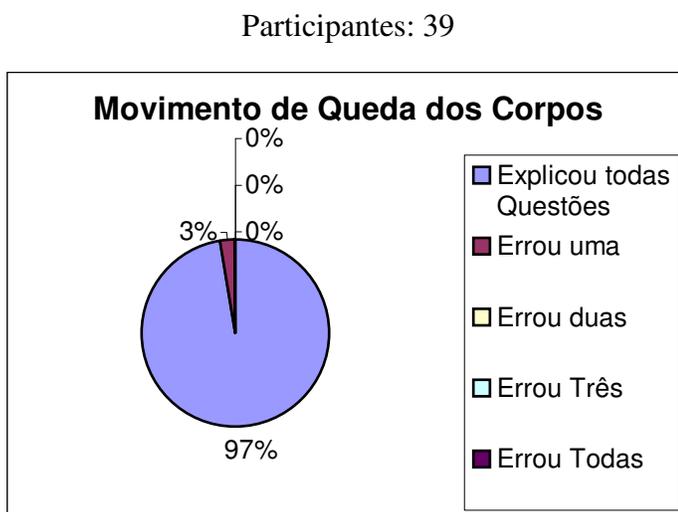


Figura 28 – Percentual de acertos e erros referente à atividade sobre Queda Livre.

## 2) Lançamento de Projéteis:

A situação apresentada aos alunos era a seguinte:

*Quando um corpo é lançado horizontalmente, sem resistência do ar, podemos considerar que o ângulo do tiro é zero ( $X = 0^\circ$ ). Assim, as componentes da velocidade inicial nas direções horizontal ( $V_x$ ) e vertical ( $V_y$ ), respectivamente, terão módulos dados  $V_x = V_o$  e  $V_{oy} = 0$ . Com base nestas informações, analise as questões abaixo:*

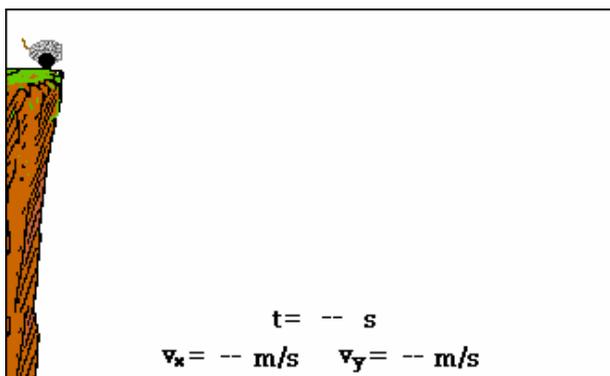


Figura 29 – Situação apresentada aos alunos na atividade sobre lançamento de projéteis

- a) Qual das componentes da velocidade (horizontal e vertical) que não se altera durante a queda do projétil lançado?
- b) Qual o valor do tempo para que as duas componentes tenham o mesmo valor?
- c) Analisando as equações acima, determine a altura de queda, quando o tempo for de 12 segundos.
- d) Durante esse intervalo de tempo, o projétil percorre uma distância horizontal  $X$  que é chamado de **alcance do lançamento**. Substituindo na equação horária do movimento horizontal, que valor encontraremos?
- e) Qual seria o valor de sua energia mecânica quando o projétil estivesse com  $t = 12$  segundos?

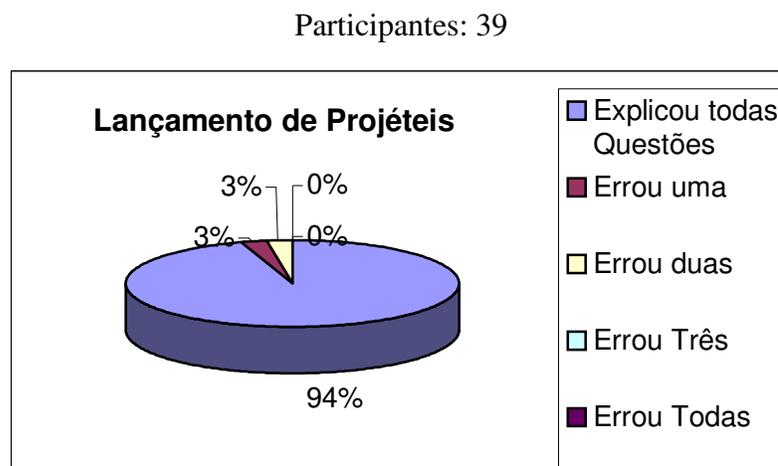


Figura 30 – Percentual de acertos e erros referente às questões sobre lançamento de projéteis.

### 3) O Macaco e a Física:

Nas animações desta atividade temos um canhão que lança bananas, como se fosse um projétil, em direção ao macaco, em diferentes situações envolvendo: aceleração, velocidade inicial de lançamento, trajetória, etc.

Foram propostas as seguintes questões:

- a) Se  $g$  (a aceleração em queda livre) for zero, qual ou quais das animações demonstra corretamente o que ocorreria? Explique utilizando argumentos físicos!
- b) E se  $g$  (a aceleração em queda livre) não for zero, qual ou quais das animações demonstra corretamente o que ocorreria? Explique utilizando argumentos físicos!

c) Se aumentarmos a velocidade inicial do lançamento da banana, qual ou quais das animações demonstra corretamente o que ocorreria?

d) E se diminuíssemos a velocidade inicial do lançamento da banana, qual ou quais das animações demonstra corretamente o que ocorreria?

e) Analisando as animações, um determinado estudante afirma:

"Quanto mais forte for o lançamento da banana, maior é a sua velocidade inicial e menor será o tempo de deslocamento e menor o seu valor de  $h$  (altura)"

Esta afirmação está correta ou incorreta? Explique sua resposta utilizando argumentos físicos!

Participantes: 39

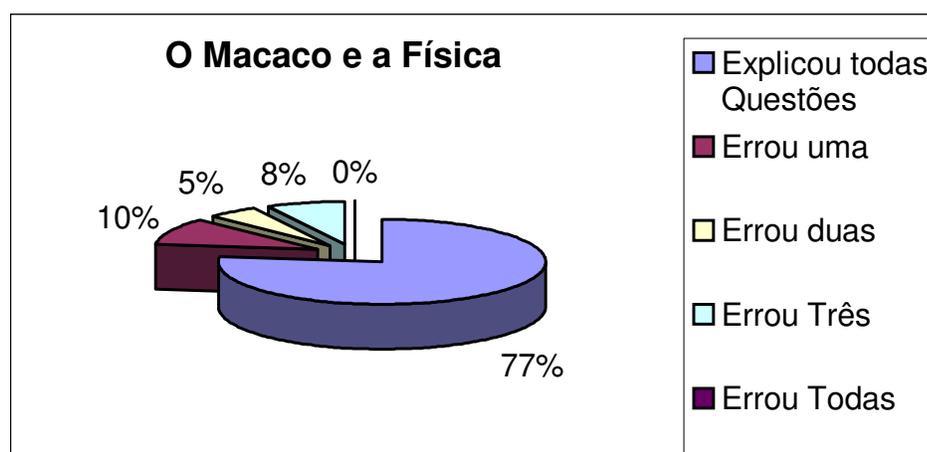


Figura 31 – Percentual de acertos e erros referente à questão sobre “Macaco e a Física”.

## **V.2 Resultados do Fórum de Discussão – Teleduc**

Foram disponibilizadas questões no Fórum de Discussão, no ambiente Teleduc, para que os alunos, através de pesquisa no hipertexto “Física”, tivessem a possibilidade de interagir com o material. Estas questões foram disponibilizadas no período de abril até novembro de 2004. Abaixo, estão alguns exemplos das questões propostas, o número de participantes e os seus respectivos resultados.

### **Questões do Fórum de Discussão do Teleduc**

1. *É importante o uso da Informática em Física?*

**Participantes: 35 alunos**

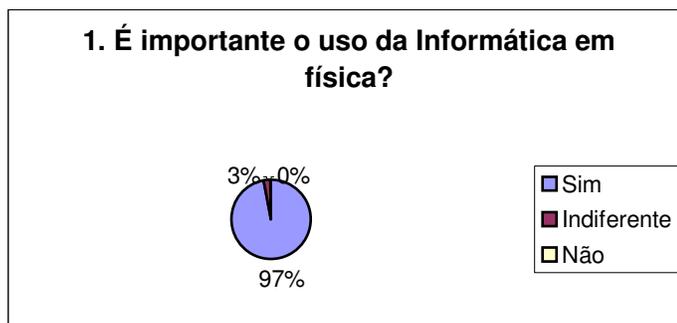


Figura 32 – Respostas á questão 1 do Fórum de Discussão no Teleduc.

Somente um aluno acreditava<sup>6</sup> que a informática não auxilia na aprendizagem, entretanto, 34 alunos têm a certeza da validade de utilizar esta ferramenta educacional. Um comentário relevante a esta pergunta está exposto abaixo:

Aluno 10:

“Eu acredito que a informática possa nos ajudar a compreender melhor a Física. A informática e suas diversas ferramentas podem manipular melhor grande quantidade de dados. A Física Moderna não poderia existir sem a informática, tamanho é o número de informações que devem ser consideradas no estudo de átomos e estrelas.”

2. Qual a diferença entre direção e sentido?

**Participantes: 39**

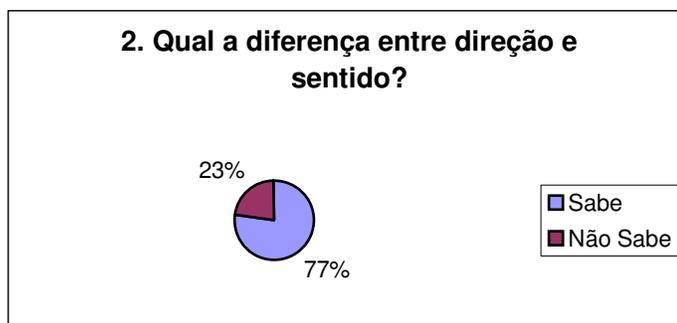


Figura 33 – Respostas à questão 2 do Fórum de Discussão no Teleduc.

<sup>6</sup> Este aluno apresentava dificuldades visuais. Apesar da necessidade de um computador adequado para esta situação, este não foi disponibilizado em tempo hábil.

3. Abra o texto sobre vetores, que está em Leituras, e explique: (a) o que são vetores. (b) Se tivéssemos dois vetores em direções iguais e com sentidos diferentes, sendo  $a = 2$  e  $b = 4$  que vetor resultante teríamos? Explique

Resultados:

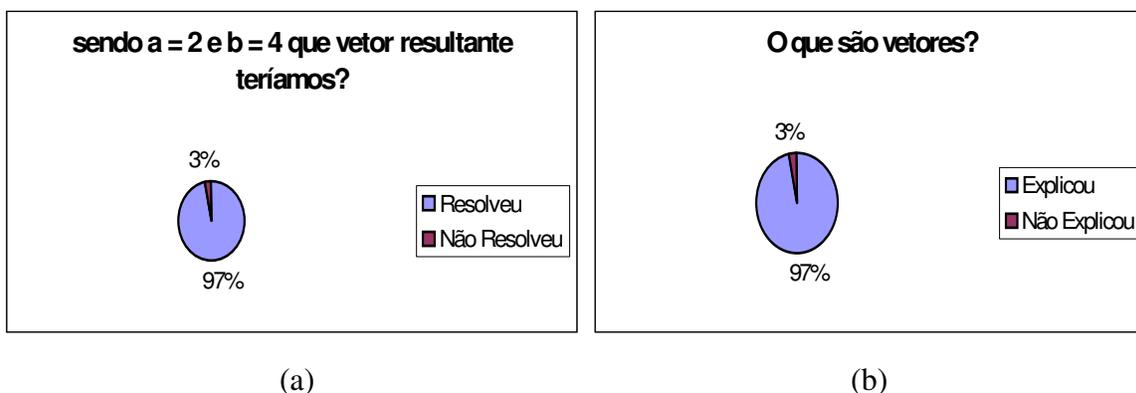


Figura 34 – Respostas à questão 3 (a) e (b) do Fórum de Discussão do Teleduc.

Para responder esta questão os alunos tinham acesso ao seguinte texto em Leituras, no Teleduc, onde era explicado: o que era vetor, como resolver o vetor resultante, quando estes estão no mesmo sentido e na mesma direção e quando estes estão em sentidos e direções diferentes.

4. Cite dois tipos de grandezas escalares e dois tipos de grandezas vetoriais.

Participantes: 42

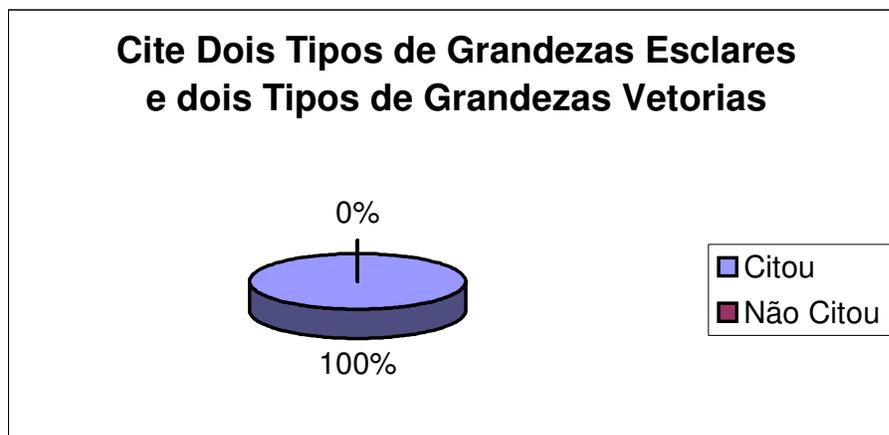


Figura 35 – Resposta à questão 4 do Fórum de Discussão do Teleduc.

O aluno 21 respondeu da seguinte maneira esta questão:

“Grandeza Escalar: É aquela em que só com o valor numérico fica perfeitamente entendida!” Ex.: Temperatura; Tempo. Grandeza Vetorial: É aquela em que é necessário conhecer a direção, o sentido e o módulo. Ex.: Velocidade; Aceleração.”

5. *O que ocorre com um astronauta que sofre a ação de uma gravidade em torno de 17g (17 vezes maior que a gravidade média da Terra - g) quando está indo em direção ao espaço? Justifique sua resposta.*

Para responder esta questão os alunos tinham disponível um Texto, em Leituras Complementares, retirado do livro: *A Vida no Limite*, Frances Ashcroft, Jorge Azhar Editor.

### Participantes: 31

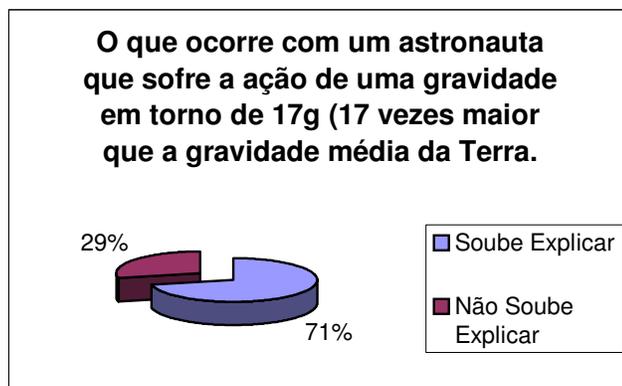


Figura 36 – Respostas à questão 5 no Fórum de Discussão no Teleduc.

Comentários relevantes sobre esta pergunta:

Aluno 1:

“Quando uma nave está subindo para o espaço a força que a puxa para a Terra é de 17mg, por isso a nave precisa fazer uma força superior a esta. Isto acaba refletindo no corpo do astronauta, por isso todo o sangue de seu corpo desce para os pés.”

Aluno 26:

“O astronauta provavelmente iria ficar mais pesado, o seu sangue não circularia corretamente pelo seu corpo e se moveria com dificuldade, pois como a "meta" da gravidade é puxar os corpos para o centro da Terra.”

8. Como seria se não houvesse Peso? Quais as mudanças que existiriam? Explique e dê exemplos.

Durante as aulas teóricas e práticas (com a determinação local da aceleração gravitacional) verificou-se o comportamento dos corpos quando abandonados de pequenas e grandes alturas. A partir disto, esta questão tinha como objetivo explorar a questão entre peso e massa dos corpos.

**Participantes: 36**

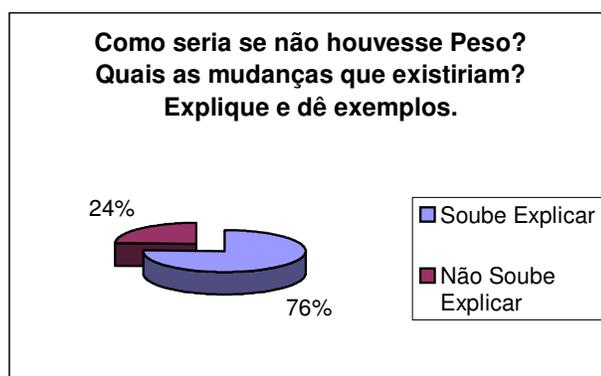


Figura 37 – Respostas à questão 8 do Fórum de Discussão do Teleduc.

Comentário relevante sobre esta questão:

Aluno 10:

“Se o peso não existisse o universo seria muito diferente de como é hoje. Talvez fosse impossível a existência de qualquer tipo de vida. As estrelas somente se formam por causa da ação contínua da gravidade sobre pequenas partículas que compõe uma grande nuvem de poeira que vaga pelo espaço. Sem gravidade essas partículas vagariam de forma desordenada nunca podendo dar origem a uma estrela. Da mesma forma os planetas não existiriam, os satélites, os asteróides, os cometas, etc. A força peso é uma das mais misteriosas e necessárias da natureza.”

9. Faça um breve comentário sobre o site "Roupas de Astronauta".

Após discutir com os alunos os conceitos envolvendo peso e massa sobre os corpos, foi solicitado a eles que “navegassem” no hipertexto:

starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/space\_level2/wardrobe.html<sup>7</sup>, para que pudessem explorar e verificar como é viver no espaço, com condições totalmente diferentes do nosso planeta.

**Participantes: 38**

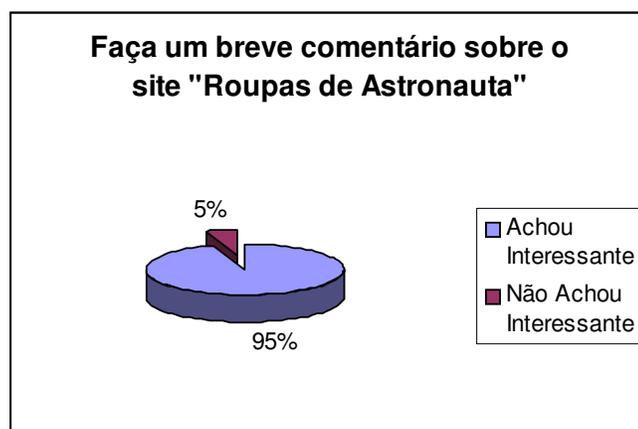


Figura 38 – Interesse dos alunos quanto à vida no espaço.

Comentário relevante sobre este assunto:

Aluno 4:

“As roupas de astronautas são umas das coisas mais importantes que já criaram, sem elas o ser humano nunca teria conquistado o poder de viajar no espaço (por enquanto só na Lua). Logo (eu espero) o ser humano vai estar fazendo turismo na Lua, e depois de mais alguns anos visitando Marte. Eu vi esses dias no *Discovery Channel* que foi criada a primeira nave espacial privada (que não foi feita pelo governo ou suas entidades, por exemplo a NASA) e os caras que a construíram disseram que logo mais estariam criando uma agência de turismo para o espaço. Quem diria a uns 50 anos atrás o ser humano nem sabia que ia conseguir essa façanha, mas voltando ao assunto principal (as roupas dos astronautas) sem ela nada disso seria capaz.”

10. *Em nosso cotidiano é muito comum afirmar: "Hoje trabalhei demais, pois realizei muito esforço!" O trabalho, em Física está relacionado ao esforço? Explique o que causa o Trabalho.*

Esta questão explora as concepções alternativas sobre trabalho que os alunos possuem do

<sup>7</sup> O texto em Inglês foi traduzido pelos alunos na disciplina de Inglês da Escola (trabalho Interdisciplinar).

ensino fundamental. Este conceito é intuitivo e muitos já possuem um conceito definido, relacionado-o com esforço.

### Participantes: 31

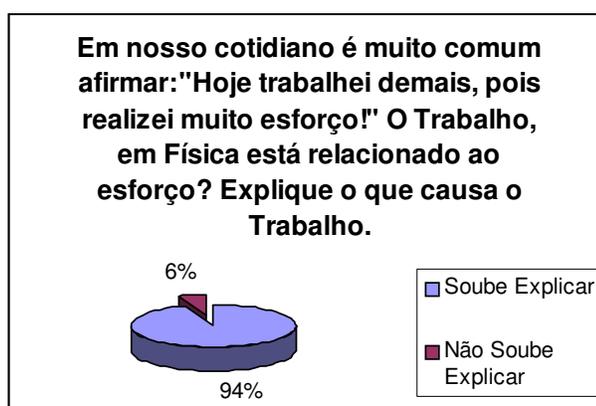


Figura 39 – Percentual de alunos que soube explicar à questão formulada.

Comentário relevante sobre esta questão:

Aluno 22:

“Não. O significado Físico de Trabalho é diferente do significado de trabalho que utilizamos em nosso cotidiano. Em Física, o trabalho está relacionado com força e deslocamento e mede a quantidade de energia que entregamos a um corpo ou dele retiramos.”

11. *Para aqueles alunos que queiram explorar ainda mais os assuntos relacionados com as aulas, foi disponibilizado alguns sites que auxiliaram ainda mais em suas pesquisas. Sugestões de Revistas de Ciências e Divulgação Científica:*

- *Superinteressante, Abril – [www2.uol.com.br/super/](http://www2.uol.com.br/super/)*
- *Ciência Hoje – [www.uol.com.br/cienciahoje/index.htm](http://www.uol.com.br/cienciahoje/index.htm)*
- *Galileu – [galileu.globo.com](http://galileu.globo.com)*
- *Revista Brasileira de Geofísica – e-mail: [sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br)*
- *A Física na Escola – [www.sbf.if.usp.br](http://www.sbf.if.usp.br)*
- *Revista New Scientist – [www.newscientist.com](http://www.newscientist.com)*
- *La Recherche – [www.larecherche.fr/](http://www.larecherche.fr/)*
- *Ciência em Resumo – [home.onestop.net/ciencia/](http://home.onestop.net/ciencia/)*

Este espaço foi importante para verificar quais os assuntos que os alunos mais possuem interesse no que diz respeito a Ciência. Também serviu para analisar o número de alunos que já haviam explorado sites educativos.

Pergunta:

*Entre em Material de Apoio, escolha uma página da Internet que está sendo disponibilizada e faça um breve comentário sobre o material. (Sobre o que é a página que escolheu, o que ela explica, quais os conceitos que você já estudou e que estão nesta página, etc.). Responda se já havia entrado em páginas de cunho científico.*

**Participantes: 18**

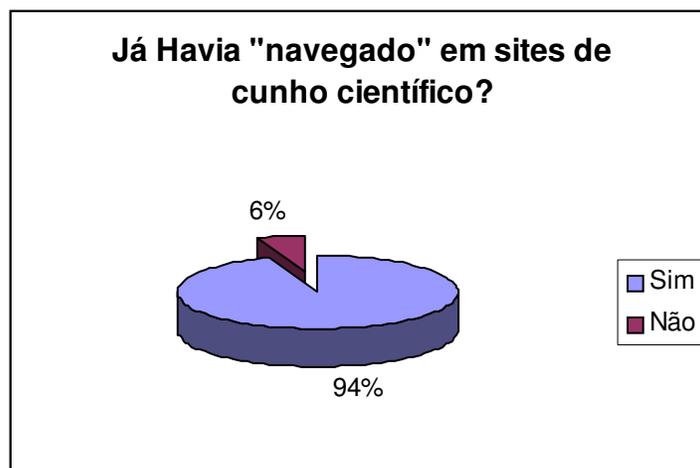


Figura 40 – Resposta dos alunos à questão formulada.

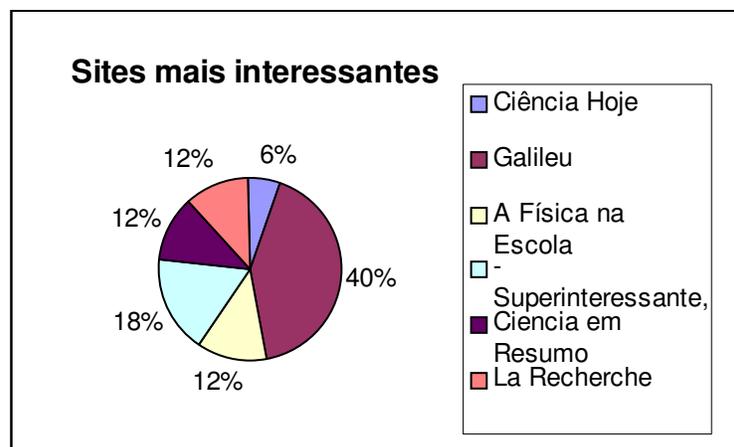


Figura 41 – Resposta dos alunos à questão sobre "sites" interessantes.

12. *Faça um comentário sobre o uso do Teleduc em sala de aula. Ele proporciona um melhor ensino? Você tem alguma sugestão? Qual parte do projeto que você mais gostou? Em resumo diga o que achou sobre utilizar a informática no ensino de Física.*

Esta questão teve como objetivo determinar a importância do projeto na visão do aluno: se este verifica a sua relevância, se auxilia ou não em seu aprendizado.

A figura 42 mostra que 100% dos 35 alunos aprovaram o uso do Teleduc.

### **Participantes: 35**

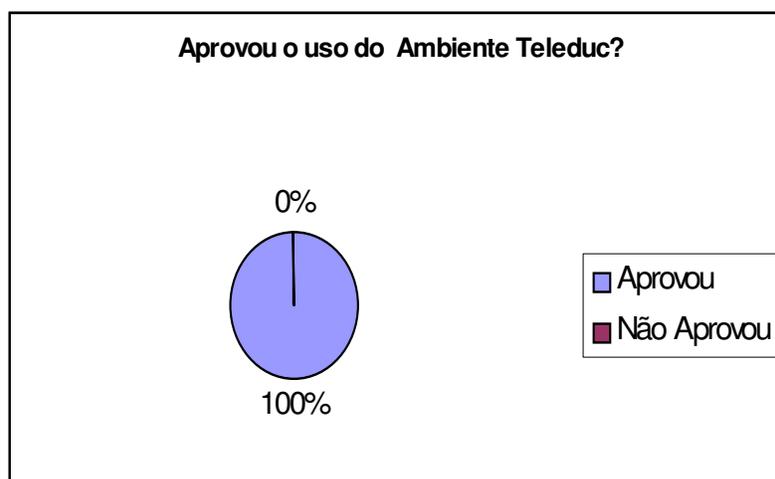


Figura 42 – Aprovação do uso do Teleduc em sala de aula.

Comentários relevantes sobre esta pergunta:

Aluno 35:

“O Teleduc proporcionou aulas diferentes, proporcionando um ensino diferente e legal. Não tenho nenhuma sugestão e a parte que mais gostei foi dos textos sobre assuntos que desconhecia. Gostei bastante de utilizar a informática em Física.”

Aluno 26:

“O uso da informática é muito importante, e muitas escolas não tem esse privilégio, e temos muita sorte em ter principalmente o Teleduc, pois facilita muito mais as aulas, e não se torna cansativo. Eu acho que não tem como ficar melhor, mas poderíamos usar o teleduc mais vezes por semana. O que eu mais gostei nesse projeto foi o material de apoio, pois tenho mais material para entender melhor a matéria.”

13. *Qual a sua avaliação sobre o uso da informática no ensino de Física deste ano? Dê uma nota, de 1 até 10, sobre a atividade desenvolvida (projeto). Faça um breve comentário, com sugestões (se houver), críticas, ou benefícios deste ambiente de ensino.*

Participantes: 30

**Média Final do Projeto: 9,4**

Comentários relevantes sobre esta pergunta:

Aluno 8:

“A nota é 10, porque é uma maneira bem mais fácil dos alunos entenderem a matéria. É um projeto muito bom porque é bem interessante, educativo e muito legal pois podemos fazer os exercícios até em casa.”

Aluno 19:

“Foi muito legal ter informática nas aulas de Física! Pois quebra a rotina de ficar na sala só fazendo cálculos sentado durante dois períodos.”

### **V.3 Resultados do Pré e do Pós-Teste**

Os resultados a seguir foram obtidos com os 38 alunos da turma que participou do projeto no Colégio Dom Bosco. É importante destacar que os alunos responderam as questões levando em consideração apenas os conceitos que aprenderam no ensino fundamental, principalmente na oitava série, já que é lá que recebem as primeiras noções de Física e Química. Além disso, também devem ser levados em conta os conceitos intuitivos de cada aluno.

A grande maioria dos alunos não ultrapassou os quatro acertos! Verificamos que, das treze questões sobre concepções alternativas newtonianas sobre força e movimento, 34% dos alunos acertaram três questões, e somente 3% acertaram seis questões (o que representa um aluno). O instrumento como um todo é muito útil para a determinação do conhecimento prévio do aluno relativo à concepção que tem sobre força e movimento, na medida em que tal instrumento já foi testado com um grande número de alunos universitários, de ensino médio e até mesmo de professores e foram obtidas evidências positivas de sua validade. O teste confirma o nível de conhecimento que a turma possui, as concepções não newtonianas e serviu como ponto

de partida para avaliar a mudança nas concepções espontâneas, intuitivas (ou mesmo aprendidas na escola) dos alunos, por conceitos científicos, compartilhados com a comunidade científica. Na tabela 1 está a distribuição de número de alunos com suas respectivas respostas. As que possuem asterisco referem-se às respostas newtonianas e as demais referem-se às respostas com concepções alternativas ou intuitivas.

**Tabela 1** – Número de alunos que respondeu à cada alternativa em todas as questões. Os asteriscos indicam a alternativa correta.

Questão	A	B	C	D	E
1	20	1	*2	12	3
2	1	10	5	*6	16
3	*24	6	4	4	-
4	2	24	*12	-	-
5	11	10	6	5	*6
6	7	*3	11	8	9
7	*12	24	2	-	-
8	22	*5	11	-	-
9	15	16	*7	-	-
10	3	*7	28	-	-
11	*7	21	10	-	-
12	19	13	*6	-	-
13	*11	12	15	-	-

Após a aplicação de todos os recursos didáticos (Teleduc, páginas de Internet, *links*, etc) o resultado, sem dúvida alguma, sugere a eficácia do projeto, conforme apresentado na figura 44.

Analisando o gráfico verificamos um desempenho muito mais satisfatório que o do início do ano. Todavia, ao aplicar este mesmo teste com alunos de outra turma (da mesma Escola e da mesma série), que não participaram do projeto, mas que estão na reta final do ano letivo, e em sua grande maioria indo para a série seguinte (para o segundo ano do Ensino Médio),

verificamos pelos resultados que, mesmo após terem tido aulas teóricas, inúmeros exercícios e avaliações durante todo o ano, as concepções alternativas permanecem, conforme resultado obtido:

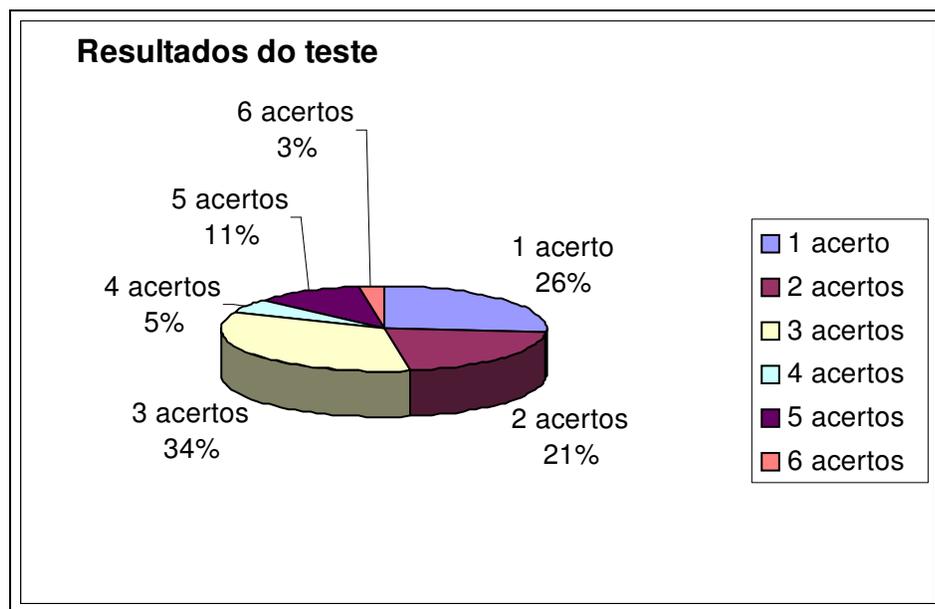


Figura 43 – Resultado do teste de concepções alternativas na turma piloto no início do trabalho (pré-teste).

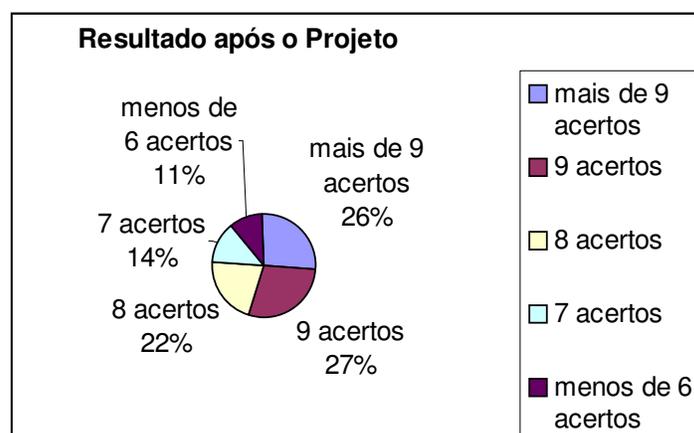


Figura 44 – Resultado do teste de concepções alternativas após a utilização do material, com a turma piloto. (pós-teste)

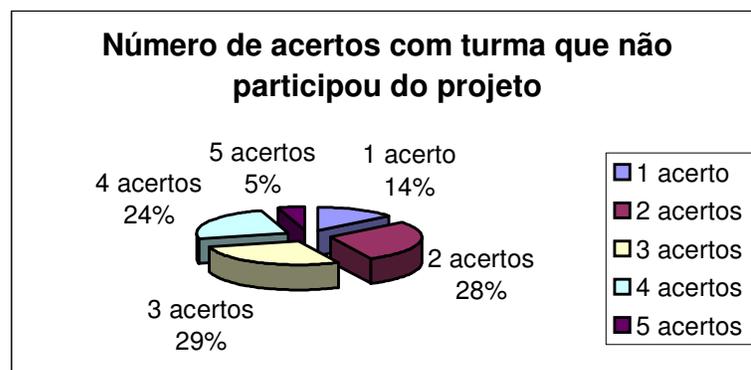


Figura 45 – Resultado do teste de concepções alternativas com a turma que não participou dos trabalhos, após o término do ano letivo. (pós-teste – turma convencional)

Cabe destacar, no entanto, que não se está fazendo aqui um estudo estatístico, com amostragem aleatória, testes de significância estatística, etc, característicos de uma abordagem quantitativa à pesquisa educacional.

A intenção aqui é, sobretudo, a de relatar a experiência realizada.

## VI- COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES

A Física é uma disciplina que estuda e analisa os fenômenos existentes na natureza, verificando hipóteses, elaborando leis e, sem dúvida alguma, contribuindo com o surgimento de novas tecnologias. O presente projeto tem como objetivo proporcionar um ensino inovador, com novas ferramentas de ensino, diferentes maneiras de estudar e compreender situações problema com a elaboração de um material didático utilizando a Informática para o estudo de Física no Ensino Médio.

O projeto teve como metodologia de ensino um aprendizado baseado em aulas expositivas e aulas utilizando recursos de informática, com alunos da rede Salesiana de Ensino do Colégio Dom Bosco. No início do ano, diferente de outros anos, a Escola decidiu que as turmas teriam no mínimo quarenta e cinco (45) alunos. Esta decisão, sem dúvida, gerou dificuldades para todo quadro de professores, pois as salas são pequenas e a Instituição não se preparou para um número elevado de alunos.

A sala de informática, onde o projeto foi executado, possui vinte e quatro (24) computadores. Para não ficar dois ou três alunos em cada máquina a turma era dividida em dois grupos: enquanto um grupo estava na informática com aulas de Física o outro grupo estava no laboratório de Química. Esta foi uma maneira de poder trabalhar com um número menor de alunos.

Contudo, foi necessário solicitar uma autorização da Direção da Escola para utilização do ambiente escolhido para desenvolvimento do projeto – o *Teleduc*. Isto porque o sindicato dos professores – Sinpro – vem exigindo o pagamento do chamado trabalho extra-classe quando da rescisão de contrato entre a escola e o professor. Para tanto, existe um receio da Instituição já que o *Teleduc* fica acessível vinte quatro (24) horas.

Outro fator que atrapalhou o desenvolvimento do projeto foi o funcionamento precário do setor de Informática da Escola. No local existem 24 computadores, cujo acesso e funcionamento é de responsabilidade de dois funcionários da Escola, porém o professor não tem autonomia para o uso da sala.

Para exemplificar a dificuldade enfrentada para o desenvolvimento do projeto, foi solicitado em outubro de 2003 a implantação do ambiente *Teleduc* no provedor da Escola, e isto nunca foi realizado pelo setor de informática. O projeto só foi viabilizado porque a UFRGS

disponibilizou o ambiente Teleduc em seu provedor para ser utilizado na Escola. Fica no ar a questão se as Escolas, de fato, estão preparadas para colocar em prática projetos de inovação de ensino como este.

Todavia, após ter sido possível solucionar, ainda que de maneira precária, estes problemas, foi iniciada a aplicação do material desenvolvido aos alunos. No início os alunos foram convidados a se inscrever no ambiente Teleduc. Um fato surpreendente foi que 80% dos alunos não tinham endereço de correio eletrônico, e 10% nunca haviam tido contato com um computador! A causa disso provavelmente está relacionada ao fato de que esta turma de alunos do primeiro ano do Ensino Médio era formada, em sua grande maioria, por alunos vindos de escolas estaduais, sendo somente 30% das séries fundamentais (8ª série) da própria Escola.

No início do ano, o resultado da aplicação do teste sobre concepções alternativas de Física e de matemática (criação própria – apêndice C) evidenciou os inúmeros problemas envolvendo conceitos básicos de Física e com raciocínio básico de matemática, na área de frações, números decimais, divisão, regra de três, etc.

As inscrições no Teleduc foram realizadas em sala de aula e os alunos recebiam suas respectivas senhas. Foi solicitado o preenchimento individual de seu perfil e responder as questões disponibilizadas no ambiente de ensino – Teleduc.

Durante as três primeiras semanas de aula percebia-se que os alunos já conseguiam interagir com o ambiente, que aqueles que não tinham e-mail já haviam providenciado com a ajuda de outros colegas, para assim poderem se comunicar e responder as questões propostas no ambiente. Sem dúvidas o crescimento era visível.

Na quarta semana de projeto foi apresentado aos alunos o *software Modellus*, e durante as duas semanas seguintes, foram realizadas algumas tarefas para que os alunos pudessem realizar um revisão de conceitos básicos de matemática envolvendo gráficos, funções, etc. Já se percebia a facilidade de manuseio, através dos resultados obtidos, com as tarefas mais rapidamente respondidas.

Muitos já realizavam animações no *Modellus*, sem que isto fosse explicado em aula. O interessante foi observar a ajuda que aqueles que tinham maior facilidade prestavam aqueles que não tinham afinidade com estas ferramentas.

Neste momento foi perguntado aos alunos qual era a opinião de estarem participando de um projeto envolvendo a informática. Em geral, a maioria dos alunos acreditava que esta

ferramenta auxiliava no momento do aprendizado e que o ambiente auxiliava no momento de estudar em casa, já que todo material fica disponibilizado.

Durante todo projeto, alguns problemas envolvendo indisciplina surgiram! Mesmo com um ensino envolvendo experiências, aulas de informática, e aulas teóricas sobre temas e conceitos utilizados em seu dia-a-dia, alguns alunos não tinham seriedade na hora de interagir com o projeto. Em todas as aulas, sempre havia algum aluno navegando em *sites* proibidos (música, pornográficos, etc.) e ao invés do professor estar ajudando aqueles que tinham dificuldade, tinha de resolver problemas de indisciplina.

Conforme citado no capítulo 2:

“É importante ressaltar que ao receber estímulos, de alguma forma a maioria dos indivíduos respondem ao ambiente; a interação ocorre e é uma forma de verificar que está presente todo processo de aprendizagem”.

Para que algum aprendizado seja realmente eficaz o professor deve fazer sua parte, dinamizando suas aulas, mas principalmente, os alunos devem possuir uma postura de querer aprender! Se o aluno não quer aprender, nenhuma estratégia funciona! E com um número exagerado de alunos fica inviável um trabalho mais individualizado para tentar motivar estes alunos.

Outro fator importante verificado no projeto são os “vícios” oriundos do Ensino Fundamental, onde os professores têm, em geral, uma visão de que as provas afetam o emocional dos alunos, que provocam traumas. Isto gera inúmeros problemas quando os alunos chegam ao Ensino Médio, já que a maioria das Escolas tem como objetivo o vestibular. Há um conflito no modo de atuação dos professores dos Ensinos Fundamental e Médio, sem uniformidade de ação.

Outro problema encontrado foi a deficiência do laboratório de Física da Escola. Existem somente três experiências que podem ser realizadas com os alunos: a que envolve movimentos (com um trilho, volantes e um só cronômetro), lançamento vertical e pêndulo (para verificação do valor da ação da gravidade). Não há um investimento para que a Escola possa dar a seus alunos um melhor atendimento. O laboratório não possui nenhuma estrutura! Para que isso fosse amenizado foi proposto aos alunos a apresentação (em duplas) de experiências elaboradas por eles em aula, com a construção de pequenas experiências demonstrativas.

No que diz respeito a aprendizagem, conforme apresentado no capítulo 2:

“Sabe-se que é através da aprendizagem que os homens mudam e transformam o meio que vivem!” Isto se verifica com a maioria dos alunos que participaram do projeto. Muitos evoluíram, e mesmo aqueles que tinham e têm dificuldades, apresentaram crescimento em todos os sentidos.

O verdadeiro conhecimento (físico ou lógico-matemático) não é “transmitido” pela Escola, mas construído pelo sujeito através das ações exercidas sobre o objeto. Isto realmente se verificou durante o desenvolvimento do trabalho, pois há um estágio em que se verificava o domínio dos alunos com relação ao ambiente Teleduc.

As experiências em sala de aula as quais aumentam a auto-estima dos alunos, favorecem a aprendizagem. Entre tais experiências podemos citar os êxitos obtidos pelo estudante, desde os alcançados: nas tarefas diárias, provas, trabalhos, aprovações, conclusão do curso, até a qualificação de seus estudos. Através de um qualificado aprendizado, os alunos terão êxito ao se depararem com qualquer tipo de avaliação! O aluno só se sente inseguro se o aprendizado não for realmente significativo!

Com a aplicação do *Modellus* e do ambiente *Teleduc*, o aluno deparou-se com inúmeros momentos, ferramentas e discussões (envolvendo problemas) que permitiram a compreensão de fenômenos, o que está de acordo com a premissa de que “organismos se transformam em função do meio” (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

O projeto baseou-se no fato que o conhecimento é um processo de ação do sujeito sobre o objeto, segundo Piaget (Montagero e Maurice-Naville, 1998). Com o estudo das simulações via interações com o *Modellus*, exercícios, aulas teóricas, laboratório e o uso da informática, o aluno teve oportunidade de tomar consciência dos esquemas ativos. Como Piaget já abordava em seus estudos com crianças no ensino de aritmética e geometria, desta maneira o aluno deixa de assimilar conhecimentos que são meramente verbais e sem interesse, para torná-los significativos (Montagero e Maurice-Naville, 1998).

O trabalho, sem dúvida alguma, alcançou todos os objetivos propostos! A grande maioria dos alunos interagiu com o ambiente. Os que possuíam dificuldades tiveram um crescimento acentuado, com relação ao início do projeto. Algumas carências (pré-requisitos) foram sanadas e aqueles alunos que não possuíam estas carências se destacaram ainda mais!

No início do ano quando foi aplicado o teste de concepções alternativas (apêndice C) verificamos que os alunos possuíam inúmeras carências e falta de pré-requisitos, baseados no baixo índice de acertos obtidos no teste, conforme apresentado na seção anterior.

Comparando o índice de acertos obtidos na turma piloto, a qual participou do trabalho, com os obtidos na turma que não participou, o resultado é surpreendente. Para a turma convencional, o índice de acertos no final do ano é baixo e similar ao índice obtido pela turma piloto no início do ano, revelando que os alunos mantiveram as concepções alternativas após as aulas convencionais. No caso da turma piloto, entretanto, o índice de acertos no final do ano aumentou consideravelmente. Isto indica que o método empregado neste trabalho, com recursos de informática e participação ativa dos estudantes, realmente proporcionou uma aprendizagem significativa. Além disso, o projeto trouxe alguns resultados satisfatórios, não somente em relação aos conceitos, mas também em relação à postura e às atitudes dos alunos em sala de aula. Após a realização das atividades envolvendo a informática, muitos dos alunos solicitaram endereços de *sites* científicos para aprofundar seus estudos, como vimos, por exemplo, na atividade do fórum de discussão “Roupas de Astronauta”.

Mesmo com estes resultados, fica a pergunta: “Será que a educação depende apenas do esforço dos professores? E o papel da Escola? E do Aluno?” Acredito que, para a educação ter êxito, estas três partes deveriam estar bem “afinadas”, pois se uma destas estiver fora de foco, o Ensino nunca será plenamente eficaz.

## REFERÊNCIAS<sup>8</sup>

- ARAUJO, 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*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, abr./jun., 2004.
- ASHCROFT, F. *A vida no limite: a ciência da sobrevivência*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. *A arte de pesquisa*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- CAMPOS, D. M. de S. *Psicologia da aprendizagem*. 19. ed. Petrópolis: Vozes, 1986.
- DAVIDOFF, L. L. *Introdução à psicologia*. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.
- GAGNE, R. M. *Princípios essenciais da aprendizagem para o ensino*. Porto Alegre: Globo, 1980.
- GARCIA, W. E. *Educação: visão teórica e prática pedagógica*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- KAPLAN, H. I.; SADOCK, B. J.; GREBB, J. A. *Complêndio de psiquiatria: ciências do comportamento e psiquiatria clínica*. 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- LANE, S. T. M. O processo grupal. In: LANE, S. T. M.; CODO, W. (Orgs.). *Psicologia social: o homem em movimento*. São Paulo: Brasiliense, 1984. p. 78-98.
- MONTANGERO, J. et al. *Piaget ou a inteligência em evolução*. Porto Alegre: Artmed, 1988.
- POZO, J. L.; CRESPO, A. G. *Aprender y enseñar ciencia*. Madri: Ed. Morata, 1998.
- SANTOS, C. A. M. dos; GENTIL, N. GRECO, S. E. *Matemática para o ensino médio*. São Paulo: Ática, 1999.

---

<sup>8</sup> Todos os créditos referentes ao material utilizado no hipertexto contido no CD que acompanha esta dissertação estão referidos no próprio hipertexto.

- SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre a força e movimento. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 28, n. 12, p. 2047-2055, dez. 1986.
- TAPSCOTT, D. *Economia digital*. São Paulo: Makron Books, 1997.
- TEODORO, V. D. VIEIRA, J. P. D.; CLÉRICO, F. C. *Introdução ao modellus*. Porto Alegre, Ed. UFRGS. 1986.

### **PÁGINAS DA INTERNET, LINKS, FIGURAS E ANIMAÇÕES:**

- <http://physics.nist.gov>
- [members.tripod.com/~netopedia/biogra/galileu.htm](http://members.tripod.com/~netopedia/biogra/galileu.htm)
- [http://members.tripod.com.br/myspace/tec/for\\_mic1.htm](http://members.tripod.com.br/myspace/tec/for_mic1.htm)
- [br.geocities.com/saladefisica9/biografias/hertz.htm](http://br.geocities.com/saladefisica9/biografias/hertz.htm)
- <http://br.geocities.com/saladefisica>
- [www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm)
- <http://www.if.usp.br/>
- <http://br.geocities.com/saladefisica>
- [FOLHEtim Ooon! Line](#)
- [Programas Soft Ciências](#)
- [Lista do Prêmio Nobel](#)
- [www.if.ufrgs.br/~kepler/fis207/bib/newton.html](http://www.if.ufrgs.br/~kepler/fis207/bib/newton.html)
- [Albert Einstein Online](#)
- [The Albert Einstein Page](#)
- [Terra - Almanaque - Albert Einstein](#)
- [Albert Einstein](#)
- [Einstein na Net - Albert Einstein](#)
- [Galeria de Fotos: Albert Einstein](#)
- [Citações - Albert Einstein](#)
- [Albert Einstein visita o Jardim Botânico](#)
- [www.saladefisica.cjb.net](http://www.saladefisica.cjb.net)
- [www.avespt.com/anim3d.htm](http://www.avespt.com/anim3d.htm)
- [www.tutytam.org/2003/portugues/herr-animaciones.html](http://www.tutytam.org/2003/portugues/herr-animaciones.html)
- [www.google.com.br](http://www.google.com.br)
- [www.saladefisica.cjb.net](http://www.saladefisica.cjb.net)
- [www.if.ufrgs.br](http://www.if.ufrgs.br)
- <http://www.if.usp.br/>
- [www.ilinks.com.br/wallpapers/imagens/veiculos-36-0800.jpg](http://www.ilinks.com.br/wallpapers/imagens/veiculos-36-0800.jpg)
- [carsale.uol.com.br/servicos/direcaosegura4.shtml](http://carsale.uol.com.br/servicos/direcaosegura4.shtml)
- [www.cousin-group.com/cousin-filterie/technologie.htm](http://www.cousin-group.com/cousin-filterie/technologie.htm)
- [www.bombeiroscapinzal.com.br/fotos2.htm](http://www.bombeiroscapinzal.com.br/fotos2.htm)
- [www.saude.pr.gov.br/Sesa\\_fazendo/Siate/utilizar\\_siate.htm](http://www.saude.pr.gov.br/Sesa_fazendo/Siate/utilizar_siate.htm)
- [http://members.tripod.com.br/myspace/tec/for\\_mic1.htm](http://members.tripod.com.br/myspace/tec/for_mic1.htm)
- [www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm)
- <http://br.geocities.com/saladefisica>

- <http://www.walter-fendt.de/>
- <http://physics.nist.gov>
- [www.ecv.pt/uk-prodfiat.htm](http://www.ecv.pt/uk-prodfiat.htm)
- [members.tripod.com/~netopedia/biogra/galileu.htm](http://members.tripod.com/~netopedia/biogra/galileu.htm)
- [br.geocities.com/saladefisica9/biografias/hertz.htm](http://br.geocities.com/saladefisica9/biografias/hertz.htm)
- [http://www.astrophysik.uni-kiel.de/pershome/haertel/cga\\_e.html](http://www.astrophysik.uni-kiel.de/pershome/haertel/cga_e.html)
- <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/7716/VAPFall.html>
- <http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica3/laboratorio.htm>
- <http://www.physicsclassroom.com/mmedia/vectors/bds.html>
- <http://br.geocities.com/saladefisica>
- [www.if.ufrgs.br/~kepler/fis207/bib/newton.html](http://www.if.ufrgs.br/~kepler/fis207/bib/newton.html)
- [www.projetoockham.org/](http://www.projetoockham.org/)
- [www.csicop.org/](http://www.csicop.org/)
- [www.improbable.com/ig/ig-top.htm](http://www.improbable.com/ig/ig-top.htm)

#### **APPLETS:**

- URL: [http://home.a-city.de/walter.fendt/phbr/photoeffect\\_br.htm](http://home.a-city.de/walter.fendt/phbr/photoeffect_br.htm)
- URL: [http://www.cepa.if.usp.br/Fendt/phbr/photoeffect\\_br.htm](http://www.cepa.if.usp.br/Fendt/phbr/photoeffect_br.htm)
- © Walter Fendt, 2000-02-20
- © Traduzido por: Antonio F. de Moraes Filho, Miriam G. de Castro e Juliana M. Marques Giordano – CEPA

## ANEXO A

### **A Proposta Pedagógica da Escola**

O projeto de dissertação foi aplicado no Colégio Salesiano Dom Bosco, localizado na Rua Dr. Eduardo Chartier, número 360, Porto Alegre –RS. A Escola possui algumas características relevantes ao projeto, sendo então necessário conhecer sua pedagogia, seus princípios e seu planejamento estratégico.

### **A Pedagogia Salesiana**

O Colégio Dom Bosco baseia sua prática pedagógica nos princípios filosóficos vividos por Dom Bosco (João Melchior Bosco), fundador da Família Salesiana, presente em 126 países, onde seu sistema preventivo baseado no amor, na razão e na religião, norteia o processo pedagógico.

Esse processo busca educar os alunos para que sejam capazes de interagir nas transformações sociais, serem sensíveis e solidários para com os injustiçados, construtores de seu conhecimento e livres e responsáveis por suas decisões.

Acredita-se que a participação ativa do educando é indispensável, e que a confiança e a criação de laços com a família é prioridade para o educador. As regras simplificadas, o esporte, a música, o teatro, os passeios culturais são práticas pedagógicas essenciais para a educação salesiana.

O desânimo diante das dificuldades sempre será superado pela força inspiradora de São Francisco de Sales que acredita nos recursos humanos, naturais e sobrenaturais. A formação Salesiana procura incentivar o crescimento para que os alunos tornem-se responsáveis por seus projetos de vida pessoal, com suas responsabilidades morais, profissionais e sociais, como consequência de seu espírito crítico, exigente, amigo e participativo.

### **Princípios Norteadores da Ação Pedagógica**

Por ser um sistema, seus elementos formadores não podem ser considerados separadamente. Estão unidos e, somente assim, são significativos. São eixos que dão sustentação e sentido à prática educativa e pedagógica que se desenvolve no Colégio Salesiano. Sua influência perpassa, numa transversalidade, tudo aquilo que se faz.

A **Razão** leva o educando não só a compreender aquilo que faz, mas também a entender porque o faz, ou seja, busca a razão de ser das coisas, da vida, da existência, com convicção,

responsabilidade, participação e espírito crítico. Quando o educador utiliza a razão, convence. Por isso, a razão representa a dimensão psicológica da pessoa, na busca da compreensão, da escolha, da decisão e do bom senso.

A **Religião** propicia ao educando a dimensão da transcendência, cultivando a “experiência da espiritualidade”, no sentido de reconhecer “alguém” que dá sentido à existência humana. Muito mais que doutrina, religião é um modo de ser de alguém que está ligado “ao alto” e, ao mesmo tempo, aberto aos homens e à natureza.

Dom Bosco considerava a religião muito importante no processo educativo, pois entendia que o verdadeiro sentido da mesma está na conservação contínua do coração do ser humano para Deus. O que significa dizer que a religião leva a um constante aperfeiçoamento, portanto, religião aqui não é um mero sentimento: é um jeito de ser.

A **Bondade** caracteriza a postura do educador que se abre ao educando para acolhê-lo, pois quem acolhe consegue educar. Dom Bosco dizia que a educação é tarefa do coração, entendendo com isso que o primeiro passo a ser dado é em direção ao sentimento e à afetividade, porque só aí existe a conquista.

As dimensões interpessoais, tão importantes no ato educativo, têm, para Dom Bosco, seu fundamento na bondade que tudo suporta, espera e crê. É essa bondade que aproxima e torna fraternas as relações na educação e faz com que o jovem se sinta amado. A caridade e a paciência devem acompanhar constantemente o educador tanto no seu trabalho como na sua prática pedagógica de corrigir ou orientar. Quando não só se ama, mas se mostra que se ama, fica mais fácil o ato de educar.

### **Planejamento Estratégico**

A missão da Escola é oferecer ao educando uma formação integral e inovadora à luz da Pedagogia Salesiana para desenvolver suas potencialidades, capacitando-o como agente transformador.

A Instituição busca a referência da qualidade de ensino, a formação humana e cristã, inovando, organizando e contando com o comprometimento de seus colaboradores, proporcionando assim, satisfação e preferência.

Portanto, o Colégio alicerça sua ação educativa em valores humanos para que possam contribuir na formação do aluno-cidadão, sujeito e partícipe de sua própria história.

## ANEXO B

### Os PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

De acordo com os PCN's, publicados pelo Ministério da Educação (1999), este projeto irá contribuir para uma reflexão sobre nossa prática diária, seguindo as seguintes normas didáticas, que serão referência para o desenvolvimento desta dissertação:

A Física é uma ciência que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo sub-microscópico das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias. Ainda, é uma ciência que tem uma regularidade, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove.

O conhecimento em Física, por encontrar-se incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, tornou-se indispensável à formação da cidadania, uma vez que é esse conhecimento que pode possibilitar aos alunos uma nova leitura da realidade. É através desse conhecimento que nossos alunos irão “traduzir” raios laser, imagens de televisão, energia nuclear; sendo que todas essas “traduções” poderão ser feitas de forma crítica, reconhecendo os riscos e os benefícios envolvidos.

O ensino em Física, na Escola Média, contribui para a formação de uma cultura científica efetiva, que permite ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humana. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional.

Ao proporcionar esses conhecimentos, o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, capaz portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo.

#### **Competências:**

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos Físicos;
- Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos;
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para expressar-se corretamente em Física;
- Expressar-se corretamente usando a linguagem Física adequada e sendo capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si;
- Conhecer fontes de informação e formas de obter informações relevantes sabendo interpretar notícias científicas;
- Desenvolver a capacidade de classificar, organizar, sistematizar, observar, estimar ordem de grandezas, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar;
- Conhecer e utilizar conceitos físicos, sabendo relacionar grandezas, quantificar e identificar parâmetros relevantes;
- Compreender e utilizar leis e teorias Físicas;
- Compreender a Física no seu dia-a-dia;
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física;
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico;
- Reconhecer o papel da Física enquanto construção humana, aspectos de sua evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico;
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia;
- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana;
- Ser capaz de emitir juízos e valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

**Objetivo da 1ª Série – carga horária semanal: 3**

Possibilitar aos educandos uma leitura do universo através dos olhos da Física aproximando teorias da realidade, desenvolvendo o senso crítico para utilização de tecnologias com respeito ao meio ambiente, sistematizando o tratamento de dados e de informações para a compreensão e resolução de situações-problema. Motivando os educandos para busca do aprendizado incentivando-os à pesquisa e para realização de projetos.

## ANEXO C

### Teste de Concepções Alternativas

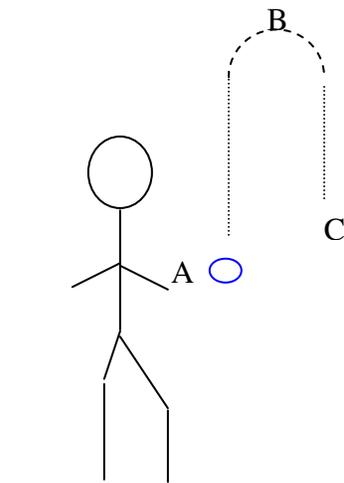
Teste de Concepções Alternativas em Física, realizada antes do projeto e após a execução do projeto.

Por solicitação da direção da Escola realizou-se uma sondagem com a turma 103 do Ensino Médio a fim de verificar o nível dos pré-requisitos existentes. Nos dias 24 de fevereiro e 03 de março foi aplicado um teste para verificar as concepções alternativas que os alunos possuem em Física sendo utilizado o material elaborado pelos professores do Instituto de Física da UFRGS: Fernando Lang da Silveira, Marco Antonio Moreira e Rolando Axt: “*Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento*” publicado em *Ciência e Cultura*, 38(2): 2047-2055 (1986).

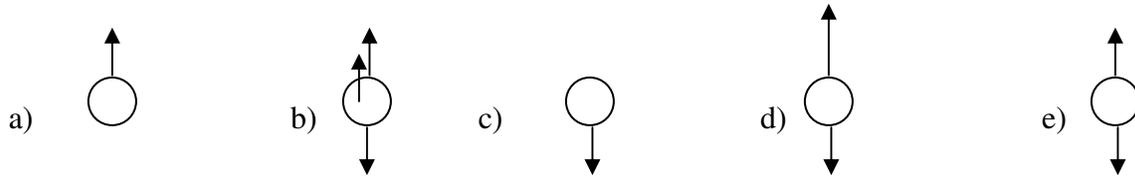
#### O Teste

As Questões 1, 2 e 3 referem-se ao enunciado seguinte:

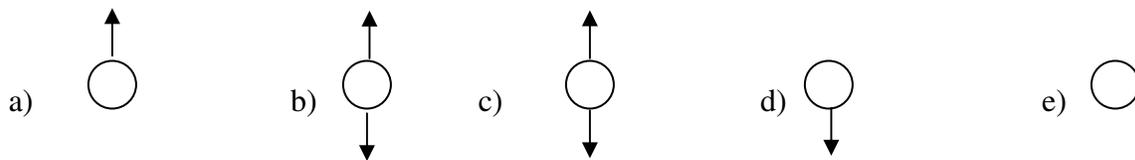
Um menino lança verticalmente para cima uma bola. Os pontos A, B e C identificam algumas posições da bola, após lançamento (B é o ponto mais alto da trajetória). É desprezível a força resistiva do ar sobre a bola. As retas nos desenhos seguintes simbolizam as forças exercidas sobre a bola.



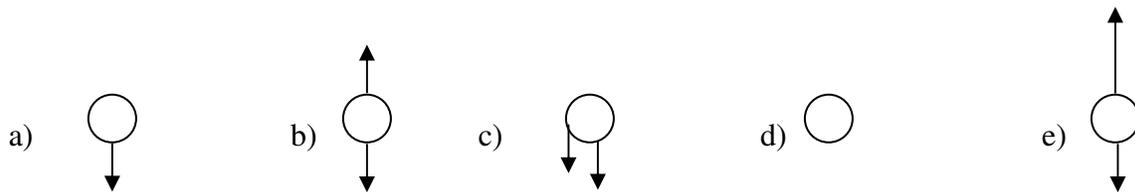
1. No ponto A, quando a bola está subindo, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



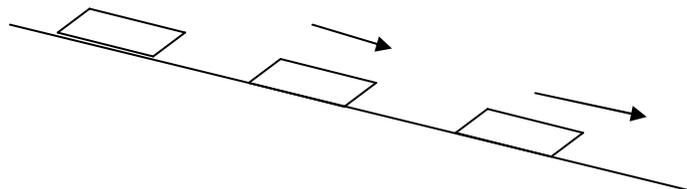
2. No ponto B, quando a bola atinge o ponto mais alto da trajetória, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



3. No ponto C, quando a bola está descendo, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?

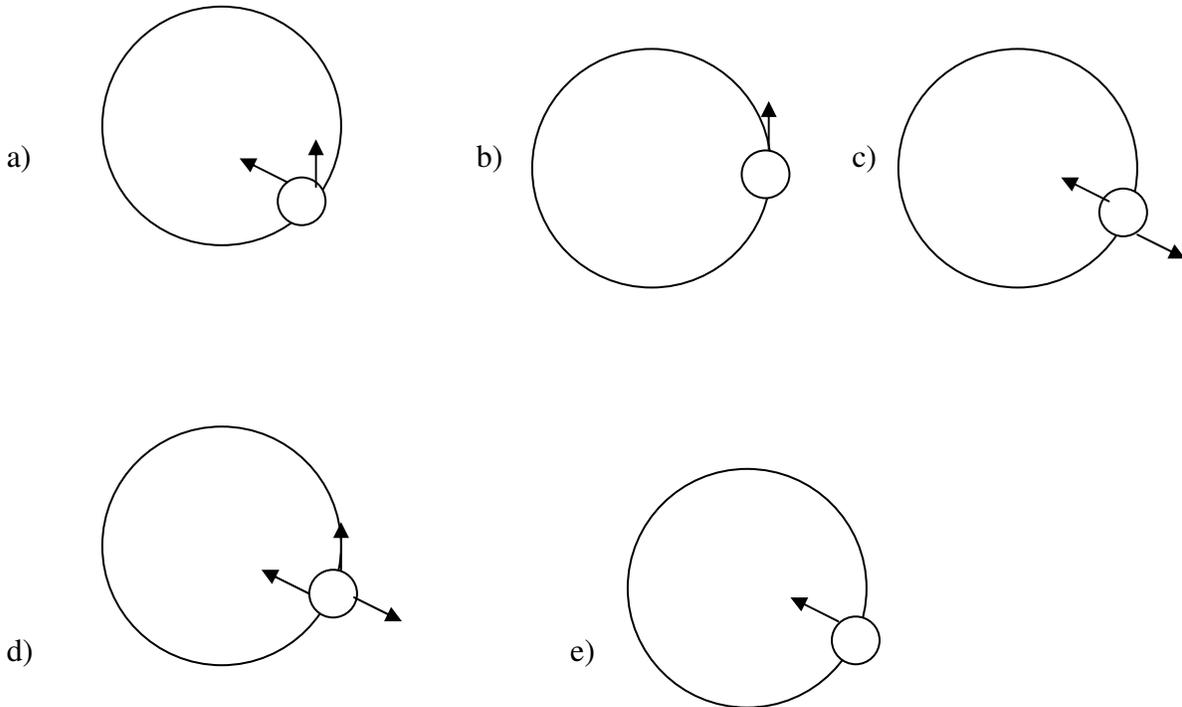


4. A figura se refere a um corpo que foi abandonado em repouso sobre uma rampa (é desprezível a força resistiva do ar sobre o corpo e é constante a força de atrito com a rampa). Ele passa a deslizar com velocidade cada vez maior conforme mostra a figura. Assim sendo, pode-se afirmar que a força exercida rampa abaixo:

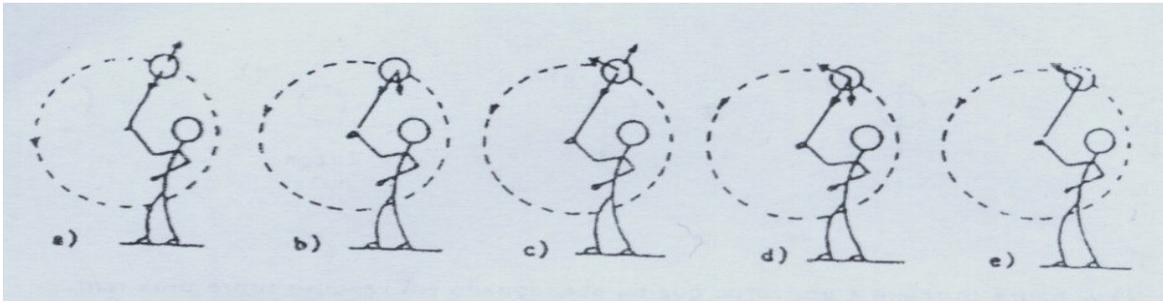


- a) é igual à força de atrito
- b) é maior do que a força de atrito e crescendo
- c) é constante, mas maior do que a força de atrito

5. As figuras se referem a um satélite descrevendo movimento circular uniforme em torno da Terra. As setas simbolizam as forças exercidas sobre o satélite. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre o satélite?

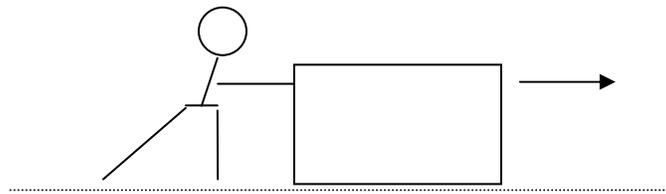


6. As figuras se referem a um menino que faz girar, em um plano vertical, uma pedra presa ao extremo de um fio. Em qual das figuras a(s) força(s) sobre a pedra estão melhor representada pelas setas?



As questões 7, 8 e 9 referem-se ao enunciado seguinte:

A figura se refere a um indivíduo exercendo uma força horizontal sobre uma caixa. A caixa está sobre uma superfície horizontal com atrito. É desprezível a força de resistência do ar sobre a caixa.



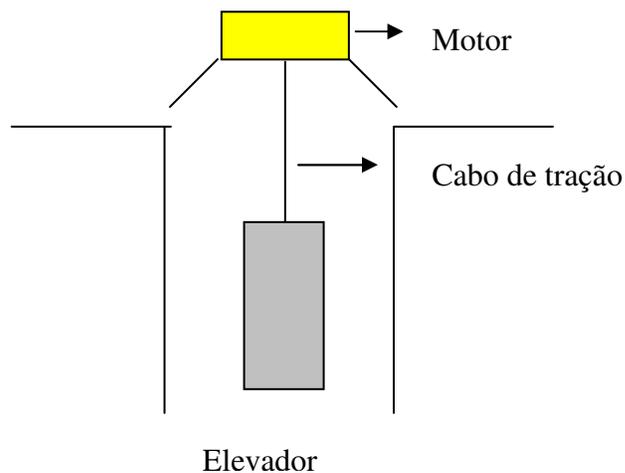
7. Inicialmente o indivíduo realiza uma força um pouco maior do que a força de atrito. Portanto, a caixa se movimentará:
- com velocidade que aumenta
  - com velocidade pequena e constante
  - com velocidade grande e constante
8. A caixa está sendo empurrada por uma força bastante maior do que a força de atrito. Então o indivíduo diminui a força, mas ela continua sendo um pouco maior do que a força de atrito. Portanto, a velocidade da caixa:
- diminui
  - aumenta
  - permanecerá a mesma

9. A caixa está sendo empurrada por uma força maior do que a força de atrito. Então o indivíduo diminui a força até que ela se iguale à de atrito. Portanto a caixa:

- a) continuará se movimentando, mas acabará parando
- b) parará em seguida
- c) continuará se movimentando com velocidade constante

As questões 10 a 14 referem-se ao enunciado abaixo:

A figura se refere a um elevador e o seu sistema de tração (motor e cabo). Através do cabo motor pode exercer uma força sobre o elevador (são desprezíveis as forças de atrito e a resistência do ar sobre o elevador).



10. O elevador está inicialmente parado e então o motor exerce sobre o elevador uma força um pouco maior do que o peso do elevador. Assim sendo, pode-se afirmar que o elevador subirá:

- a) com velocidade grande e constante
- b) com velocidade que aumenta
- c) com velocidade pequena e constante

11. O elevador está subindo e o motor está exercendo uma força bastante maior que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce diminui, mas permanece aí um pouco maior do que o peso do elevador. Portanto, a velocidade do elevador:

- a) aumenta
- b) diminui
- c) não se altera

12. O elevador está subindo e o motor está exercendo uma força maior do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce diminui e se igual ao peso do elevador. Portanto o elevador:

- a) parará em seguida
- b) continuará subindo durante algum tempo, mas acabará parando
- c) continuará subindo com velocidade constante

13. O elevador está descendo e o motor exerce sobre ele uma força menor do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce aumenta e se igual ao peso do elevador. Portanto o elevador:

- a) continuará descendo com velocidade constante
- b) parará em seguida
- c) continuará descendo durante algum tempo, mas acabará parando.

Também foi solicitada pela Escola a sondagem com a mesma turma 103, do Ensino Médio, através de um teste para verificar os pré-requisitos existentes em Matemática. Nos dias 24 de fevereiro e 03 de março foi aplicado um teste para analisar quais carências poderiam ser detectadas nos alunos que já pertenciam à Escola e demais alunos, oriundos de outras Escolas. Foi elaborado um material para esta verificação, que se baseou no livro "*Matemática para o Ensino Médio*" (Santos et al., 1999).

## Teste de Matemática (autoria própria)

**Objetivo:** Verificar os pré-requisitos de Matemática, através da resolução de alguns tópicos estudados no Ensino Fundamental e que são muito importantes para o desenvolvimento do conteúdo programático do Ensino Médio.

1. Desenvolva e simplifique cada item, com o auxílio do **produto notável**.

a)  $(a + b)^2 =$

b)  $(a - b)^2 =$

c)  $(a + b)(a - b) =$

d)  $(a + b)^3 =$

2. **Fatore:**

a)  $\frac{x^2 - 6x + 9}{x^2 - 9}$

3. Determine o **mmc** do seguinte monômio:

a)  $18a^4b^3c^2$ ,  $24a^2b^4c^5$ ,  $108a^3b^2c^5$

4. Resolva a **Equação de 1º Grau (com uma variável)**:

a)  $(x + 1)(x - 1) - 2(x - 1) = (x - 1)^2 - 3(x + 1)$ , para  $U = \mathfrak{R}$

5. Resolva o **Sistema de Equações do 1º grau com duas variáveis**:

a) 
$$\begin{cases} 2x + 3y = 8 \\ 3x + 2y = 7 \end{cases}$$

6. Resolva, em  $\mathfrak{R}$ , as seguintes **Equações de 2º Grau**:

a)  $x^2 + 2x - 3 = 0$

b)  $8x^2 - x = 0$

7. Resolva o sistema abaixo, com **duas variáveis**:

a) 
$$\begin{cases} x + y = 6 \\ x^2 + y^2 = 20 \end{cases}$$

8. Resolva a equação abaixo (**Equação Biquadrada**):

a)  $(x^2 - 2)(x^2 + 3) = 6x^2 - 10$

9. Resolva a Equação abaixo (**Equação Irracional**).

a)  $\sqrt{x - 1} + 3 = x$