

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**INSTITUTO DE FÍSICA**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física

**Tecnologias de Informação e Comunicação como meio de ampliar e estimular o  
aprendizado de Física<sup>1</sup>**

**Marcelo Antônio Pires**

Dissertação realizada sob a orientação da Professora Doutora Eliane Angela Veit, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para 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).

**Dedico à minha família, amigos, alunos e professores.**

“Certa vez um aluno perguntou a um professor:

- Para que serve a Física?

Este professor respondeu com uma outra pergunta:

- Para que serve uma criança?”

Luiz Carlos Gomes

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos:

ao professor Moacir da Rosa Miranda Junior, em cujas aulas presenciais foi implementada esta experiência didática;

à direção do Colégio Dom Bosco, onde a experiência didática foi implementada;

à direção do Colégio Anchieta, que permitiu o ensaio de uso do TelEduc;

aos Dr. W. Christian e Dr. M. Belloni, que autorizaram o uso de *applets* de sua autoria (*Physlet*);

ao professor Dr. Silvio Luiz Souza Cunha e ao informático James de Assis Silva, por manterem a infra-estrutura do TelEduc na Internet;

ao Pablo R. Darde, por disponibilizar o programa em Flash simulando Eclipses;

ao professor Dr. Basílio Xavier Santiago, Diretor do Observatório Educativo Itinerante da UFRGS, que coordenou a observação astronômica realizada no pátio do colégio;

à diretora do Planetário, professora Dra. Maria Helena Steffani, e sua equipe, que por duas vezes nos oportunizou a visita;

aos professores, Dra. Maria de Fátima Oliveira Saraiva e Dr. Fernando Lang da Silveira, por suas sugestões;

às bibliotecárias Leticia Strehl, Zuleika Berto e equipe, que nos orientou na elaboração das referências bibliográficas, bem como na ficha catalográfica do CD;

ao Waldomiro da Silva Olivo, responsável pelo setor da reprografia do IF, que nos auxiliou na criação do rótulo do CD e nas impressões;

aos professores, funcionários e colegas do MPEF;

e muito especialmente, à professora-orientadora Dra. Eliane Angela Veit.

## SUMÁRIO

Lista de Figura e Tabelas.....	5
Resumo.....	7
<i>Abstract</i> .....	8
Capítulo I – Introdução.....	9
Capítulo II – Referencial Teórico e Experiências com TICs.....	13
1. Teoria de Aprendizagem de David P. Ausubel.....	13
2. Teoria de educação de Joseph D. Novak.....	15
3. Modelo de D. Bob Gowin.....	16
4. Experiências com TICs no Ensino de Física.....	17
5. TelEduc.....	18
Capítulo III – Metodologia e Produto Desenvolvido.....	22
1. Contexto.....	22
2. Metodologia de uso do TelEduc.....	25
3. Produto desenvolvido.....	34
4. Implementação: descrição contextualizada.....	46
Capítulo IV – Apresentação e Análise dos Resultados.....	56
1. Apresentação dos resultados.....	56
2. Análise dos resultados.....	59
Capítulo V – Conclusões e Comentários Finais.....	68
Referências.....	71
Apêndices.....	77
A. Classificação dos Fóruns de Discussão.....	78
B. CD com o sítio sobre Gravitação e Temas Afins.....	97

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

### Figuras

Figura 1. Ilustra parte da Estrutura do Ambiente.....	19
Figura 2. Fotografia com vista parcial do pátio do colégio salesiano Dom Bosco.....	24
Figura 3. Fotografia do laboratório de informática do colégio salesiano Dom Bosco.....	24
Figura 4. Ilustra a Dinâmica do Curso.....	27
Figura 5. Ilustra a Agenda da semana de inscrição no curso.....	27
Figura 6. Ilustra a Agenda da semana de estudo da Introdução.....	28
Figura 7. Ilustra parte da Agenda da semana sobre o estudo das Leis de Kepler.....	28
Figura 8. Ilustra as Atividades de estudo de Gravitação e Campo Gravitacional.....	29
Figura 9. Ilustra todos os tópicos do Mural do curso.....	29
Figura 10. Ilustra o Mural da semana de estudo de Temas Afins.....	30
Figura 11. Ilustra todos os tópicos dos Fóruns de Discussão.....	30
Figura 12. Ilustra um exemplo de uma questão dos Fóruns de Discussão.....	31
Figura 13. Ilustra a página de rosto do Bate-Papo.....	31
Figura 14. Ilustra um exemplo das mensagens recebidas no Correio.....	32
Figura 15. Ilustra um Perfil.....	32
Figura 16. Ilustra parte do Diário de Bordo de um aluno.....	33
Figura 17. Ilustra parte do Portfólio de um aluno.....	33
Figura 18. Ilustra parte dos acessos dos alunos ao curso.....	34
Figura 19. Ilustra uma página com três animações obtidas na Internet.....	37
Figura 20. Ilustra uma imagem de um vídeo da NASA sobre as Leis de Kepler.....	38
Figura 21. Ilustra uma imagem de um <i>software</i> Simulador de Eclipses.....	38
Figura 22. Ilustra parte de um <i>applet</i> sobre a primeira Lei de Kepler.....	39

Figura 23. Ilustra um <i>applet</i> que simula um Sistema Solar Incorreto.....	39
Figura 24. Ilustra parte de uma página com exercícios resolvidos.....	40
Figura 25. Ilustra o tópico de Apresentação do sítio.....	40
Figura 26. Ilustra parte do tópico de Introdução do sítio.....	41
Figura 27. Ilustra a página de rosto sobre o tópico das Leis de Kepler.....	41
Figura 28. Ilustra a página de rosto sobre o tópico Gravitação.....	42
Figura 29. Ilustra a página de rosto sobre o tópico do Campo Gravitacional.....	42
Figura 30. Ilustra a página de ligações para os diversos Temas Afins.....	43
Figura 31. Ilustra a página de ligações para os <i>applets</i> do <i>Physlet</i> .....	43
Figura 32. Ilustra a página de ligações para os exercícios resolvidos.....	44
Figura 33. Ilustra a página de ligações com as respostas dos <i>applets</i> .....	44
Figura 34. Ilustra parte do tópico de Créditos.....	45
Figura 35. Ilustra parte do termo de uso dos <i>applets</i> do <i>Physlet</i> .....	45

## **Tabelas**

Tabela 1. Apresenta um resumo dos acessos as ferramentas do TelEduc.....	58
Tabela 2. Apresenta as participações nos diversos Fóruns de Discussão.....	60
Tabela 3. Apresenta as categorias de classificação dos Fóruns de Discussão.....	62
Tabela 4. Apresenta os percentuais de cada categoria dos Fóruns de Discussão.....	65

## RESUMO

Neste trabalho, implementamos o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de Física em nível médio a fim de ampliar e estimular a aprendizagem dos alunos. Construímos um sítio sobre Gravitação e Temas Afins, repleto de informações, ilustrações e principalmente animações interativas tipo *applets*. Utilizamos como suporte do curso, para infra-estrutura virtual de comunicação, a plataforma de ensino a distância - TelEduc, onde exploramos ferramentas que estimularam a comunicação entre os professores e os alunos, e possibilitaram o depósito dos resultados das atividades realizadas. O sítio e o curso criado no TelEduc disponibilizamos em um servidor no Instituto de Física da UFRGS. Implementamos esta experiência didática em duas turmas da primeira série do ensino médio do Colégio Salesiano Dom Bosco na cidade de Porto Alegre, RS, no mês de novembro de 2003. Os referenciais teóricos que adotamos foram a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, a teoria de educação de Novak e o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin, especificamente no que se refere à motivação dos alunos. Nossa avaliação indica que conseguimos propiciar uma extensão da sala de aula, aumentando virtualmente a carga horária de Física em no mínimo 40%. Notamos também, nas participações dos alunos, que 67% se envolveram no projeto e 82% expressaram serem favoráveis a esta proposta de aprendizagem de Física. Estes resultados sugerem que conseguimos motivar significativamente os alunos.

## **ABSTRACT**

In this work we describe the use of Technologies of Information and Communication on the high school physics teaching in order to extend the possibilities to improve the students learning. For this purpose we have constructed a site on Gravitation and Similar Subjects - especially with interactive applets and a lot of illustrations – and used a learning management system (TelEduc) to stimulate the communication between teachers and students, and to store the product of student activities. The site and the course created in the TelEduc system are in a server of the Institute of Physics at UFRGS. We have implemented this didactic experience in two groups of the first series of the high school “Colégio Salesiano Dom Bosco” in the city of Porto Alegre, RS, in November of 2003. The theoretical framework adopted was based on Ausubel’s meaningful learning theory, Novak’s educational theory and Gowin’s model. Our evaluation indicates that we succeed to extend the time dedicated by the students to physics studies, increasing virtually at least 40% the physics load. We also notice that 67% of the students have been involved in the project and 82% expressed to be favorable to this proposal of Physics learning. These results suggest that we have been able to motivate the students .to engage with their own learning.



## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Este texto apresenta a dissertação sobre uma aplicação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino-aprendizagem do assunto de Gravitação e Temas Afins em aulas de Física do ensino médio.

Nos últimos anos a carga horária das aulas de Física no ensino médio vem diminuindo drasticamente, levando os professores, cada vez mais, a selecionarem os conteúdos considerados importantes, o que invariavelmente acaba tornando-se sinônimo de Mecânica Clássica (como reflexo da prioridade dada para este assunto na formação do professor), ou provocando distorções ao fazerem uma abordagem extremamente superficial dos conteúdos, dando a impressão ao aluno que Física é um ramo da Matemática. Este fato é notado principalmente quando o professor de Física não possui formação específica em Física, o que é especialmente comum no ensino público.

Constata-se que tempo considerável das aulas presenciais é desperdiçado em tarefas burocráticas e outras de pouca efetividade para uma aprendizagem significativa da Física, como avisos, chamadas, leituras de textos, anotações, gabaritos, exercícios de fixação, reduzindo ainda mais o nobre tempo da aula presencial. Estas tarefas podem ser disponibilizadas em uma plataforma de educação a distância<sup>1</sup> ou remetidas via correio eletrônico, disponibilizando o tempo da aula presencial para atividades do ensino-aprendizagem. Neste sentido, a aula estaria sendo ampliada para além do seu limite temporal usual. Adicionalmente, à plataforma de educação a distância pode ser acrescido material potencialmente significativo, de diferentes tipos - textos para leituras orientadas, simulações interativas, vídeos, estudos de casos, *softwares* específicos - para a aprendizagem de conteúdos particulares.

Nossa proposta de inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Física visou a ampliar a interação entre aluno-conhecimento-professor, utilizando recursos de tecnologias de informação (hipertextos e animações interativas tipo *applets*) e comunicação (plataforma de educação a distância com fórum de discussão, diário de bordo e correio eletrônico) como estímulo em atividades presenciais e, especialmente, à distância

---

<sup>1</sup> Exemplos de plataformas de ensino a distância: Classroom on line (Claroline, 2005), Rede cOOperativa De Aprendizagem (ROODA, 2005), TelEduc (TelEduc, 2005). Outros ambientes virtuais de ensino a distância podem ser vistos, por exemplo em Reis *et al.* (2005).

(Souza, 2003). Com isto, aumenta-se virtualmente a carga horária de Física, originando uma extensão da sala de aula.

Para atingir este objetivo desenvolvemos um sítio sobre Gravitação e Temas Afins. Tais tópicos são, com frequência, excluídos do ensino de Física em nível médio, apesar de serem de grande interesse dos alunos e muito estimulantes para um aprofundamento de assuntos anteriormente estudados, tais como, Leis de Newton e Energia. Nosso sítio está repleto de hipertextos, ilustrações, animações, vídeos, simulação em Flash e principalmente animações interativas tipo *applets* (Physlet, 2005; Fendt, 2005). Para efeito didático, no sítio dividimos o assunto nos seguintes tópicos: Apresentação, Introdução, Leis de Kepler, Gravitação, Campo Gravitacional, Temas Afins, Animações Interativas, Exemplos de Exercícios, Resultado das Animações Interativas e Créditos. Este sítio está disponível na Internet (Pires, 2005a) no endereço: <http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/gravitacao>.

Utilizamos como suporte do curso, para infra-estrutura virtual de comunicação, a plataforma de educação a distância TelEduc (2005), onde disponibilizamos o material relacionado à Gravitação e Temas Afins e os alunos depositaram as atividades realizadas nos diários de bordo e portfólios individuais; exploramos ferramentas que estimularam a comunicação entre o professor-coordenador do curso (M. A. Pires<sup>2</sup>), os alunos de ensino médio, o professor da turma<sup>3</sup> e a orientadora (E. A. Veit<sup>4</sup>). O curso no TelEduc (Pires, 2005b) está instalado em um servidor do Instituto de Física (IF, 2005) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>5</sup> (UFRGS, 2005).

Outras lacunas do atual ensino de Física que nossa proposta pretende contemplar são as que seguem.

A grade curricular dos conteúdos de Física está muito aquém das necessidades atuais, pois no seu cotidiano os alunos são “bombardeados” com informações que raramente são discutidas em aula, particularmente envolvendo Física Contemporânea e, especialmente, em nosso caso, Astronomia. Disponibilizar no ambiente de aprendizagem, material sobre temas atuais de Física, que fazem parte dos noticiários, além de estimular a curiosidade dos alunos, é

---

<sup>2</sup> Marcelo Antonio Pires, autor desta dissertação, estudante do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física, UFRGS.

<sup>3</sup> Moacir da Rosa Miranda Junior, estudante do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física, UFRGS, professor das turmas de ensino médio nas quais foi feita esta experiência didática.

<sup>4</sup> Eliane Angela Veit, orientadora deste trabalho de mestrado.

<sup>5</sup> Interessados em acessar este curso podem entrar em contato para obtenção de uma senha de visitante.

um meio diminuir a grande defasagem curricular. Uma outra questão legítima é que o aluno vê a Física como uma Ciência "acabada" em que todos os resultados são absolutamente conhecidos. Mostrá-la como uma Ciência viva, sob contínua evolução, é imprescindível e foi explorado no material que disponibilizamos.

Os laboratórios de ensino de Física, geralmente desaparelhados, estão se tornando depósitos de experiências demonstrativas. Afora os colégios particulares, os colégios públicos raramente possuem algum equipamento experimental de Física. Torna-se impraticável um professor preparar: atividades, experiências/equipamentos e toda infra-estrutura necessária para grupos de 40 alunos. Simulações interativas podem, e foram, exploradas no sentido de complementar o tradicional uso do laboratório.

De um modo geral os colégios pretensamente se preocupam com o ensino de Informática como algo essencial na formação do cidadão (Pretto, 1996), mas este conhecimento é apresentado de modo isolado, em vez de ser tratado como um instrumento no ensino-aprendizagem da Física, da Matemática, entre outras disciplinas (Magdalena e Costa, 2003). Vale ressaltar a ênfase dada atualmente pelos parâmetros curriculares nacionais (PCN+, 2001; Kawamura e Hosoume, 2003), que estimulam o aprendizado da tecnologia usada para o desenvolvimento do conhecimento da disciplina. Propor atividades que estimulem os alunos a se envolver com a Informática e fazerem uso dos recursos da *Web* para o aprendizado de um tópico específico de Física, apresentar a *Internet* como uma alternativa a mais para o aprendizado e, não apenas como entretenimento, e o computador como uma ferramenta cognitiva para a aprendizagem de Física (Veit e Teodoro, 2002) pode tornar muito mais significativa a aprendizagem de Informática (e Física). Esta idéia norteou a criação das atividades que propusemos.

O referencial teórico adotado no projeto foi à teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (2002), a teoria de educação de Novak (2000) e o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin (Novak e Gowin, 1996), cujas idéias centrais são apresentadas no Capítulo II. Neste capítulo também apresentamos uma descrição sobre a plataforma de ensino a distância que utilizamos (TelEduc) e nos reportamos a experiências que empregam Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de Física.

A parte da experiência didática do projeto, que envolveu a interação direta com alunos, desenvolveu-se em duas turmas da primeira série do ensino médio de uma escola

particular de Porto Alegre, totalizando 68 alunos. No Capítulo III discorremos sobre o contexto de implementação da experiência didática, a metodologia de uso do TelEduc, o produto desenvolvido e a descrição contextualizada.

Os resultados e sua análise são apresentados no Capítulo IV, onde é feita uma avaliação qualitativa baseada nos depoimentos dos alunos em alguns fóruns de discussão e a apresentação dos resultados referentes à ampliação virtual da aula.

Os comentários finais e conclusões são apresentados no Capítulo V, enquanto os Apêndices são constituídos por classificações de alguns depoimentos dos alunos nos diversos fóruns de discussão e uma cópia, em CD, do sítio de Gravitação e Temas Afins.

## **CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO E EXPERIÊNCIAS COM TICs**

Nas sessões seguintes, baseadas essencialmente em Moreira (1999), fazemos uma sucinta exposição do referencial teórico que dá suporte ao nosso trabalho, qual seja, a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (2002), a teoria de educação de Novak (Novak et al., 2000) e o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin (Novak e Gowin, 1996). As sessões posteriores referem-se a experiências com TICs no ensino de Física e a plataforma virtual de aprendizagem a distância TelEduc.

### **II. 1. Teoria de Aprendizagem de David P. Ausubel**

Ausubel propõe uma teoria cognitiva preocupada com o processo de aprendizado cotidiano em sala de aula, onde o fator mais relevante para aprendizagem é o conhecimento que o aprendiz já possui.

Esta teoria está baseada no conceito de aprendizagem significativa onde o conhecimento novo é assimilado ao subsunçor, que é um conceito ou proposição do conhecimento específico pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Quando o novo conhecimento se ancora ao subsunçor esse se torna mais elaborado e complexo, com maior poder explicativo.

Na concepção ausubeliana, na aprendizagem significativa o novo conhecimento incorpora-se de forma não-arbitrária e não-literal à estrutura cognitiva do aprendiz, de modo que os novos conhecimentos são modificados ao interagir com os subsunçores pré-existentes e também estes são modificados durante a interação. Para isso o aprendiz precisa estar motivado para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo conhecimento, aos subsunçores de sua estrutura cognitiva.

O processo de aprendizagem significativa pode ocorrer quando o conhecimento novo é apresentado utilizando um material potencialmente significativo, de tal forma que existam condições para que o novo conhecimento possa ser ancorado aos subsunçores da estrutura cognitiva do aprendiz.

Ausubel sugere o uso de organizadores prévios que são materiais introdutórios apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, antes de um novo conhecimento, a fim de facilitar a aprendizagem, funcionando como pontes cognitivas.

Na teoria ausubeliana existem dois processos relacionados que ocorrem durante a aprendizagem significativa. O primeiro é a diferenciação progressiva do conceito que serviu de subsunçor, quando um novo conhecimento é aprendido por um processo de interação e ancoragem em um subsunçor, e este também se modifica. O segundo é a reconciliação integrativa quando os elementos existentes na estrutura cognitiva reorganizam-se e adquirem novos significados, ocorrendo uma recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva.

Para que aumentem as possibilidades de que venha a ocorrer aprendizagem significativa, cabe ao educador conhecer os conceitos-chave essenciais do conhecimento em estudo, localizar os conceitos unificadores, abrangentes e específicos, identificar os subsunçores necessários para aprendizagem significativa, verificar se o aprendiz possui os subsunçores necessários, propor materiais que sirvam como organizadores prévios e preparar os materiais potencialmente significativos.

Ausubel propõe os seguintes níveis de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional cujos símbolos passam a significar para o aprendiz aquilo que significam para o educador, aprendizagem de conceitos cujos conceitos são representados por símbolos particulares e aprendizagem proposicional cuja tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados dos conceitos que compõem uma proposição.

Ausubel argumenta que a aprendizagem significativa em sala de aula é predominantemente receptiva, de tal forma que o aprendiz não precisa descobrir o conhecimento a fim de aprendê-lo significativamente, ressaltando que a aprendizagem significativa receptiva é um processo cognitivo dinâmico.

Considera-se que ocorreu aprendizagem significativa quando o aprendiz é capaz de resolver situações-problema novos, inéditos para o aprendiz.

## **II. 2. Teoria de educação de Joseph D. Novak**

A teoria construtivista de educação de Novak é baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel e propõe que um evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, educador, conhecimento, contexto e avaliação; de tal forma que o aprendiz deve estar disposto a aprender, os materiais para aprendizagem devem ser potencialmente significativos e o aprendiz deve possuir os subsunçores necessários para a nova aprendizagem.

Novak propõe que o processo educativo envolve experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras, pois os aprendizes pensam, sentem e agem. Esta integração é que leva ao engrandecimento humano.

O educador deve apresentar ao aprendiz conhecimentos cujos significados são compartilhados por uma comunidade e verificar se os significados que o aprendiz está atribuindo são os aceitos por esta comunidade. Negociações de significados devem ser estabelecidas, de tal forma que aprendiz e educador passem a compartilhar significados de um dado conhecimento. Novak enfatiza que em qualquer evento educativo ocorre uma troca de significados e sentimentos entre o aprendiz e o educador.

Novak também propõe que o aprendiz deve estar predisposto para aprender e essa predisposição está fortemente relacionada com as experiências afetivas que o aprendiz tem nos eventos educativos. Aprendizagem significativa requer, portanto, predisposição do aprendiz, e ela própria gera uma experiência afetiva que se deseja que seja positiva.

São três condições necessárias para que ocorra aprendizagem significativa. Deve haver, primeiro, predisposição do aprendiz para aprender de maneira não-linear e não-arbitrária o novo conhecimento e de relacioná-lo a algum aspecto de seu conhecimento prévio; segundo, materiais para aprendizagem que sejam potencialmente significativos, possuam significado lógico para a estrutura cognitiva do aprendiz e, terceiro, o aprendiz deve perceber a relevância do novo conhecimento, predispondo-se a aprender. Desta forma, fecha-se um ciclo retornando à primeira condição.

Novak evidencia que em um evento educativo é essencial levar em consideração o contexto social (exemplo: escola, sociedade, cultura, regime político) e principalmente a avaliação que é intrínseca ao processo educativo.

### II. 3. Modelo de D. Bob Gowin

O modelo de ensino-aprendizagem de Gowin, baseado nas teorias de Ausubel e Novak, propõe uma relação triádica entre: educador, materiais educativos e aprendiz, pois para Gowin um evento educativo se caracteriza pelo compartilhar de significados entre aprendiz e educador, sobre um conhecimento proposto por recursos educativos. Na relação triádica existem as seguintes relações diádicas: educador-recursos educativos, educador-aprendiz, aprendiz-aprendiz, educador-educador e aprendiz-recursos educativos.

Segundo Gowin: “O ensino se consoma quando o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno” (Gowin, 1981, p.81).

O educador deve verificar se os significados que o aprendiz capta são aqueles compartilhados pela comunidade. Quando é alcançado o compartilhar de significados, o aprendiz pode decidir se quer aprender significativamente. Assim, aprender significativamente é uma responsabilidade do aprendiz que não pode ser compartilhada pelo educador.

Neste trabalho denominamos de ambiente virtual de aprendizagem à tríade: plataforma de educação a distância<sup>1</sup>, material potencialmente significativo para a aprendizagem de determinado conteúdo e os estímulos e usos que se faz de ambos para propiciar a interação aluno-professor, aluno-aluno, professor-professor, professor-objeto de conhecimento e aluno-objeto de conhecimento. O ambiente virtual de aprendizagem serviu de suporte para a interação da tríade aluno-material instrucional-professor, segundo o modelo de Ensino de Gowin.

---

<sup>1</sup> Plataformas virtuais de aprendizagem (ou plataformas de ensino a distância) são *softwares* que oferecem várias tecnologias de informação e comunicação existentes independentemente, por exemplo, fórum de discussões, sessões de bate-papo, correio eletrônico, espaços apropriados para a disponibilização de material eletrônico, tanto por parte do aluno quanto do professor, e consulta às informações geradas na utilização do ambiente, como frequência de acessos e mapas demonstrativos da interação entre os usuários.



## II. 4. Experiências com TICs no Ensino de Física

Levamos em consideração uma proposta atual denominada *Just-in-Time Teaching* (Novak et al., 2003) que é uma estratégia de ensino-aprendizagem que mescla aulas presenciais, em que o estudante tem uma participação ativa, com recursos da *Web*, que visam estimular e preparar o estudante para as aulas presenciais, bem como subsidiar os professores para que suas aulas atendam às necessidades dos alunos. Desenvolvida para o ensino de Física em três instituições educacionais americanas no final dos anos 90, presentemente é utilizada por cerca de 250 professores em 80 instituições nos Estados Unidos, Canadá, Europa e Israel, em nível universitário e pré-universitário, em diversas áreas do conhecimento. Em nosso projeto a participação ativa do estudante foi propiciada ao longo de todo processo, tanto através do uso das ferramentas de comunicação, quanto na exploração de animações interativas em que questões, cujas respostas dependiam crucialmente da manipulação das animações, eram propostas aos alunos.

Consideramos a possibilidade de utilizarmos animações interativas como organizadores prévios (Santos e Silva, 2003), porém optamos por explorá-las para instigar a interação do aluno com o conteúdo.

Além disso, adotamos uma abordagem consistente do ponto de vista histórico, ressaltando que o conhecimento em Física é construído ao longo do tempo a partir de diversas contribuições e propomos epistemologicamente uma visão alternativa ao empirismo-positivista tradicional (Silveira, 1992).

Apresentamos a seguir, algumas experiências com o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de Física.

O Laboratório Didático Virtual (LabVirt, 2005) é uma iniciativa da Escola do Futuro (2005) e do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada do Instituto de Física (CEPA, 2005), ambos da USP (2005). O LabVirt tem como principal objetivo construir uma infra-estrutura pedagógica e tecnológica - comunidade de aprendizagem - que facilite o desenvolvimento de projetos de física nas escolas. Nele se encontram simulações feitas pela equipe do LabVirt a partir de roteiros de alunos do ensino médio de escolas da rede pública.

O Laboratório Virtual (2005) apresenta animações e jogos interativos produzidos pelo Núcleo de Criação da Estação Ciência (2005) e tem como objetivo divulgar a ciência de modo

divertido na Internet. Os trabalhos vão desde simples animações não interativas, passando por animações interativas, simulações, até jogos.

O Prof. Dr. Romero Tavares da Silva da UFPb (2005) - disponibiliza uma página (Tavares, 2005) na Internet em que se podem baixar diversos materiais didáticos.

Na escolha da plataforma de educação a distância a ser utilizada como base para o ambiente de aprendizagem não nos foi possível levar em conta tão somente critérios didático-pedagógicos (Struchiner et al., 1998; Reis et al., 2004), pois nossa alternativa preferencial ROODA (2005) não estava em condições de uso em nossos servidores. A interface do ROODA - Rede cOOperativa De Aprendizagem – *“é exclusivamente centrada no usuário e no desenvolvimento de suas atividades, e não diretamente em cursos e atividades. Esta abordagem tem como objetivo contextualizar o usuário com as atividades que ele está realizando através da idéia de área de trabalho. Nesta ele encontrará acesso às ferramentas do sistema, tais como fóruns de discussão, diário de bordo e chat, podendo ainda trabalhar em seu webfólio pessoal e suas produções”* (ROODA, 2004). O TelEduc, que adotamos, é uma das plataformas cuja interface está centrada no curso, e não no usuário. Na página oficial do TelEduc (2005) na *Internet* pode-se encontrar: artigos, palestras, relatórios e teses, sobre experiências envolvendo o uso de plataforma de ensino a distância.

## **II. 5. TelEduc**

O TelEduc é uma plataforma de educação a distância<sup>2</sup> que facilita a criação, participação e gerenciamento de cursos. Apresenta as ferramentas usualmente ofertadas por outras plataformas, mas não apresenta tanta flexibilidade para o usuário, facilitando seu uso por parte de não-especialistas.

Os participantes de um curso do TelEduc são classificados em três categorias: o coordenador, usualmente o professor responsável pelo curso, formadores, que podem ser monitores ou outros professores do curso, e alunos. As ferramentas a serem ativadas no curso, exceto as de uso obrigatório, são definidas pelo coordenador, que pode definir os poderes dos formadores e os acessos dos alunos às diversas ferramentas.

---

<sup>2</sup> Denominamos de plataforma de ensino a distância o que na literatura americana é denominado de LMS (*Learning Management System*).

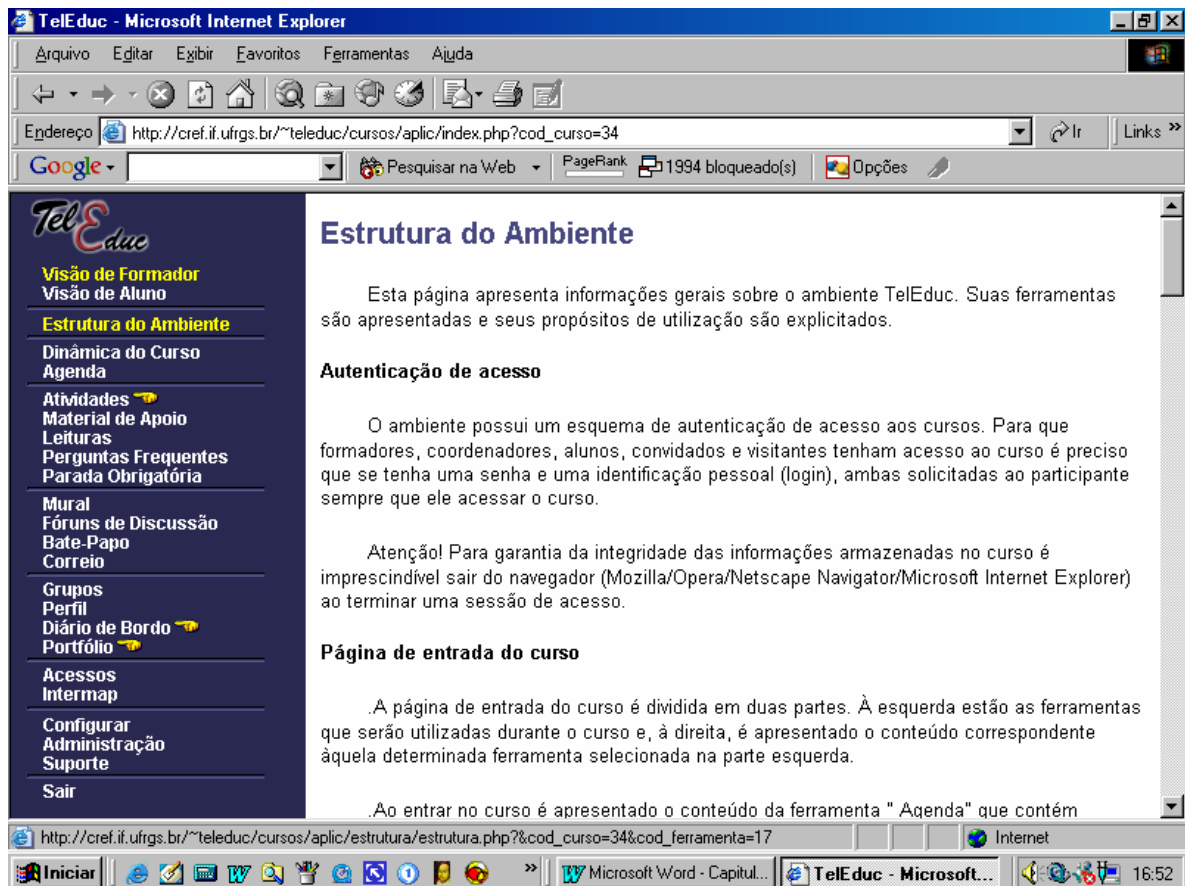


Figura 1. Ilustra parte da Estrutura do Ambiente do TelEduc.

A página de rosto do TelEduc é dividida em duas partes, como mostra a Figura 1. A região da esquerda contém as ferramentas do ambiente, que na maioria dos casos, o coordenador disponibiliza de acordo com suas necessidades. A região da direita é o local onde é apresentado o conteúdo da ferramenta. Descrevemos as ferramentas existentes no TelEduc, e suas respectivas funções, de acordo com a equipe que o desenvolveu.

**Estrutura do Ambiente** – Destinada para conter informações sobre o funcionamento do ambiente TelEduc. Ilustrada na Figura 1.

**Dinâmica do Curso** – Destinada para conter informações sobre a metodologia e a organização geral do curso.

**Agenda** - É a página de entrada do ambiente e do curso em andamento. Destinada para apresentar a programação de um determinado período do curso (diária, semanal, etc).

**Atividades** – Destinada para apresentar as atividades a serem realizadas durante o curso.

Material de Apoio – Destinada para apresentar informações úteis relacionadas à temática do curso, subsidiando o desenvolvimento das atividades propostas.

Leituras – Destinada para apresentar artigos relacionados à temática do curso, podendo incluir sugestões de revistas, jornais, endereços na *Web*, etc.

Perguntas Frequentes – Destinada para conter a relação das perguntas realizadas com maior frequência durante o curso e suas respectivas respostas.

Parada Obrigatória – Destinada para conter materiais que visam desencadear reflexões e discussões entre os participantes ao longo do curso.

Mural - Espaço reservado para que todos os participantes possam disponibilizar informações consideradas relevantes para o contexto do curso.

Fóruns de Discussão - Permite acesso a uma página que contém tópicos que estão em discussão naquele momento do curso. O acompanhamento da discussão se dá por meio da visualização de forma estruturada das mensagens já enviadas e, a participação, por meio do envio de mensagens.

Bate-Papo - Permite uma conversa em tempo-real entre os alunos do curso e os formadores. Os horários de bate-papo com a presença dos formadores são, geralmente, informados na "Agenda". Se houver interesse do grupo de alunos, o bate-papo pode ser utilizado em outros horários.

Correio - Trata-se de um sistema de correio eletrônico interno ao ambiente. Assim, todos os participantes de um curso podem enviar e receber mensagens através deste correio.

Grupos - Permite a criação de grupos de participantes para facilitar a distribuição e/ou desenvolvimento de tarefas.

Perfil - Trata-se de um espaço reservado para que cada participante do curso possa se apresentar aos demais de maneira informal, descrevendo suas principais características, além de permitir a edição de dados pessoais. O objetivo fundamental do Perfil é fornecer um mecanismo para que os participantes possam se "conhecer a distância" visando ações de comprometimento entre o grupo. Além disso, favorece a escolha de parceiros para o

desenvolvimento de atividades do curso (formação de grupos de pessoas com interesses em comum).

Diário de Bordo - Como o nome sugere, trata-se de um espaço reservado para que cada participante possa registrar suas experiências ao longo do curso: sucessos, dificuldades, dúvidas, anseios, visando proporcionar meios que desencadeiem um processo reflexivo a respeito do seu processo de aprendizagem. As anotações pessoais podem ser compartilhadas ou não com os demais. Em caso positivo, podem ser lidas e/ou comentadas pelas outras pessoas, servindo também como um outro meio de comunicação.

Portfólio - Nesta ferramenta os participantes do curso podem armazenar textos e arquivos utilizados e/ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da Internet. Esses dados podem ser particulares, compartilhados apenas com os formadores ou compartilhados com todos os participantes do curso. Cada participante pode ver os demais portfólios e comentá-los, se assim o desejar.

Acessos - Permite acompanhar a frequência de acesso dos usuários ao curso e às suas ferramentas.

Intermap - Permite aos formadores visualizar a interação dos participantes do curso nas ferramentas Correio, Fóruns de Discussão e Bate-Papo, facilitando o acompanhamento do curso.

As ferramentas descritas a seguir são de uso exclusivo dos formadores e do coordenador do curso:

Administração - Permite gerenciar as ferramentas do curso, as pessoas que participam do curso e ainda alterar dados do curso.

As funcionalidades disponibilizadas dentro de Administração são as seguintes.

Visualizar / Alterar Dados e Cronograma do Curso; Escolher e Destacar Ferramentas do Curso; Inscrever Alunos e Formadores; Gerenciamento de Inscrições, Alunos e Formadores; Alterar Nomenclatura do Coordenador e Enviar Senha.

Suporte - Permite aos formadores entrar em contato com o suporte do Ambiente (administrador do TelEduc) através de *e-mail*.

## CAPÍTULO III: METODOLOGIA E PRODUTO DESENVOLVIDO

Neste capítulo expomos o contexto em que o projeto foi implementado, no que tange à participação dos alunos de ensino médio, e o modo de uso do TelEduc. Posteriormente, apresentamos uma visão panorâmica do produto que produzimos neste trabalho, que trata da elaboração de um sítio sobre Gravitação e Temas Afins, sem a pretensão de o apresentar em detalhes. Finalizamos o capítulo com uma descrição contextualizada da implementação da experiência didática.

### III. 1. Contexto

A experiência didática e o material produzido foram aplicados em duas turmas da primeira série do ensino médio (68 alunos) do Colégio Salesiano Dom Bosco (Dom Bosco, 2004) na cidade de Porto Alegre, RS, no mês de novembro de 2003. 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, e seu sistema baseado no amor, na razão e na religião, norteia o processo pedagógico. 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.

No mês de novembro de 2003, contando com toda a estrutura de *hardware* no colégio e *software* através do ambiente de aprendizagem criado nos servidores do Instituto de Física da UFRGS, foi proposto aos alunos, pelo professor-regente<sup>1</sup> da disciplina de Física, que se inscrevessem no curso do TelEduc. A inscrição não era obrigatória, mas o acompanhamento das atividades do curso dispensaria a realização da última prova do ano. Todos os alunos optaram por participar da experiência. Durante o período de inscrição, apresentou-se tão somente uma visão panorâmica do que seria visto no curso, através de um hipertexto de

---

<sup>1</sup> Professor Moacir da Rosa Miranda Junior

apresentação, desenvolvido por nós, instalado no servidor do CREF (2005), com o seguinte endereço: <http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/apresentacao/index.htm> .

Participaram da experiência sessenta e oito alunos durante um período de quatro semanas, totalizando aproximadamente 12 horas de aula presenciais no horário da disciplina de Física. Os alunos das turmas, oriundos tanto de escolas particulares quanto da rede estadual e municipal de ensino, constituíam um grupo heterogêneo. Durante as aulas, o professor-regente conduzia seus alunos para o laboratório de informática a fim de realizar, usando os computadores, atividades propostas no curso do TelEduc sobre temas abordados no sítio (Pires, 2005a). As atividades envolviam leitura de partes específicas do sítio, exploração das simulações interativas, participação no fórum de discussões e, nas primeiras aulas, sessões de bate-papo. O professor-regente da turma auxiliava os alunos na solução de problemas relativos ao uso das TIC, mas procurava não interferir no conteúdo, pois para isto eles dispunham da atuação do professor-coordenador do curso (autor deste trabalho). Este não participava da aula presencial e raramente entrava no ambiente de aprendizagem durante o horário de aula. Assim, a interação entre o professor-coordenador do curso e os alunos ocorreu na forma virtual assíncrona, porém, de modo muito intenso, com participação sistemática em todos os fóruns de discussão e via mensagens eletrônicas. A professora-orientadora acompanhou todas as atividades no ambiente de aprendizagem, tanto na forma síncrona quanto assíncrona, mas evitou participar ativamente, exceto em resposta a mensagens eletrônicas que alguns alunos do ensino médio lhe enviaram.

As atualizações do material disponibilizado no TelEduc ocorriam semanalmente, de preferência no final de semana, para possibilitar que os alunos mais interessados – e com condições de uso de microcomputadores fora do colégio – pudessem dispor de mais tempo para acessá-lo. Além de disponibilizar novos tópicos de Gravitação e Temas Afins, eram propostas questões nos fóruns e resolução de questões baseadas nas animações interativas. Algumas vezes o ambiente de aprendizagem foi utilizado como meio para obter informações sobre o efetivo conhecimento prévio dos alunos.

Como elementos motivadores, destacamos os dois fatos astronômicos notáveis que ocorreram durante o desenvolvimento do projeto: uma aproximação ímpar entre a Terra e Marte e um belíssimo eclipse lunar.

As fotografias apresentadas (Figuras 2 e 3) ilustram o local de implementação desta experiência didática.



Figura 2. Ilustra parte do pátio do colégio salesiano Dom Bosco.



Figura 3. Ilustra o laboratório de informática do colégio salesiano Dom Bosco.



Durante o desenvolvimento do projeto o professor-coordenador e a professora-orientadora visitaram o colégio para conhecer os alunos e acompanhar uma observação astronômica com telescópio do Observatório Educativo Itinerante (OEI, 2005), realizada no pátio do Colégio Dom Bosco.

### **III. 2. Metodologia de uso do TelEduc**

Optamos pelo TelEduc porque esta é a plataforma de ensino a distância instalada no servidor do Centro de Referência no Ensino de Física (CREF, 2005) que tem sido utilizada em disciplinas ofertadas pelo Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física (MPEF, 2005).

As principais ferramentas que utilizamos durante o curso foram:

- Estrutura do Ambiente: utilizada para explicar aos alunos a funcionalidade das outras ferramentas (veja Figura 1, no capítulo anterior).

- Dinâmica do Curso: onde apresentamos a proposta do curso, seu programa e duração, e a questão do suporte da plataforma de ensino a distância e o endereço do sítio de Gravitação e Temas Afins na *Internet* (veja a Figura 4).

- Agenda: é a página de entrada dos alunos, onde colocamos semanalmente todas as informações básicas de atividades de estudo (veja as Figuras 5, 6 e 7).

- Atividades: onde primeiramente propusemos as atividades semanais para os alunos, também continha duas ligações para o sítio de Gravitação e Temas Afins. Apresentou problemas de estabilidade e foi indisponibilizada ao longo do curso (veja a Figura 8).

- Mural: onde colocamos os avisos para os alunos, posteriormente substituiu a ferramenta Atividades (veja as Figuras 9 e 10).

- Fóruns de Discussão: onde colocamos questões polêmicas sobre o assunto a fim de estimular a participação e motivar os alunos a interagirem por meio de mensagens. As principais fontes de inspiração, para elaboração das questões, foram: Perelman (1961 e 1969), Tarasov e Tarasova (1976). Veja as Figuras 11 e 12.

- Bate-papo: onde os alunos poderiam interagir com maior descontração. Posteriormente, por atitudes inadequadas de alguns alunos, a ferramenta foi indisponibilizada (veja a Figura 13).

- Correio: foi utilizado intensamente para a comunicação dos estudantes entre si e com os professores (regente da turma e coordenador). Veja a Figura 14.

- Perfil: os alunos preencheram seu perfil, fazendo uma rápida descrição sobre si mesmos, do que gostam, dos seus passatempos e generalidades. Alguns colocaram fotos. Também os professores preencheram o seu perfil. Veja a Figura 15.

- Diário de Bordo: cada aluno preenchia seu diário com as anotações que entendia pertinente. Quando a ferramenta Portfólio passou a apresentar problemas de estabilidade, o Diário de Bordo passou a ser depositório das atividades desenvolvidas pelos alunos. Veja a Figura 16.

- Portfólio: serviu de depositório das atividades exigidas dos alunos, mas também teve problema de estabilidade, e acabamos optando apenas pelo Diário do Bordo. Veja a Figura 17.

- Acessos: utilizamos esta ferramenta para acompanhar os acessos dos alunos nas diferentes ferramentas. Estes dados são apresentados no capítulo seguinte. Veja a Figura 18.

Propositadamente utilizamos o mínimo de ferramentas necessárias durante o curso.

Ocorreram alguns problemas de estabilidade do ambiente e particularmente de algumas ferramentas, que foram substituídas ao longo do curso. Chegamos ao ponto de instalar nos computadores do colégio o sítio sobre Gravitação e Temas Afins para que os alunos pudessem trabalhar até que o ambiente voltasse “ao ar” ou tivesse uma velocidade aceitável.

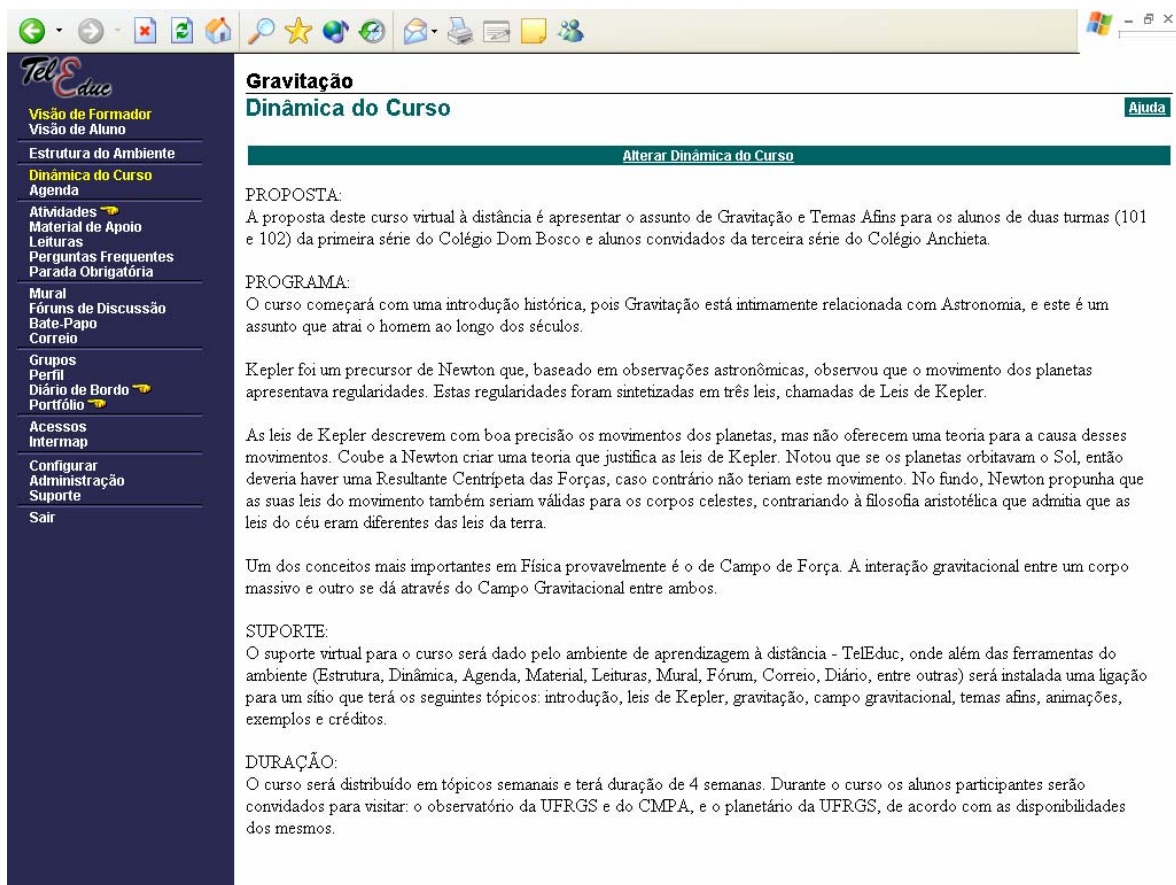


Figura 4. Ilustra a Dinâmica do Curso.

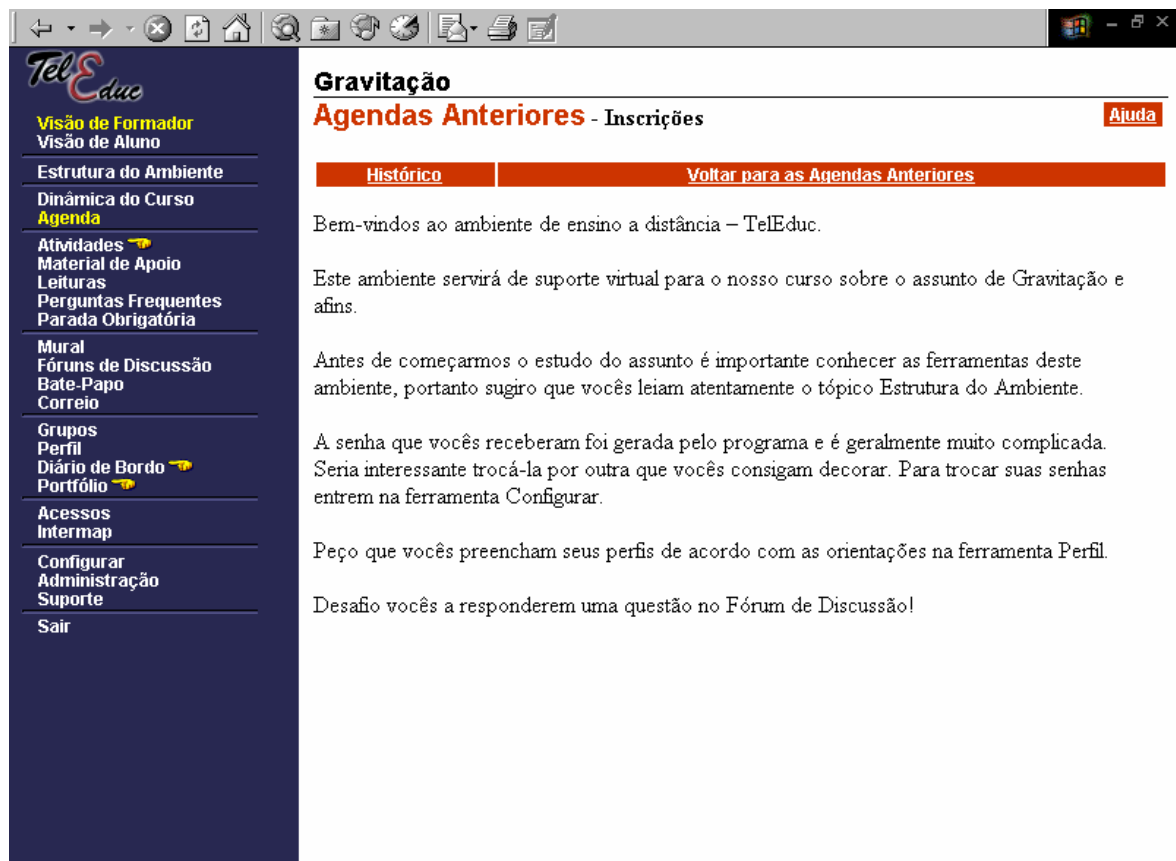


Figura 5. Ilustra a agenda da semana de Inscrições no Curso.

**Gravitação**  
**Agenda - Não Atívada - Introdução** Ajuda

Histórico    Editar    Ativar    Voltar para "Editar Agendas"

CONVITE:  
 Nós estamos convidados para visitar o Planetário da UFRGS (na Avenida Ipiranga) dia 8/11/03 (sábado) às 10 h, para assistirmos a um programa especial sobre a Harmonia do Mundo. Confirme sua presença por e-mail e, chegando ao Planetário, procure o Prof. Marcelo A. Pires.

Se você está chegando agora, seja bem-vindo ao ambiente de ensino a distância – TelEduc. Primeiramente você deve cumprir a agenda da semana passada, sem falta! E depois volte para esta.

O material instrucional do nosso curso será um sítio que estará na ferramenta ATIVIDADES. Este sítio foi desenvolvido pelo Prof. Marcelo A. Pires especialmente com esta finalidade. Com este material, com o trabalho da turma e com a interação do grupo entre si e com o coordenador, será possível aprender bastante sobre Gravitação e Temas Afins.

Nesta primeira semana de estudo você deve ler atentamente o tópico INTRODUÇÃO do sítio e tentar responder as questões das simulações.

Use a ferramenta Correio para esclarecer qualquer dúvida e participe respondendo as questões na ferramenta Fóruns de Discussão.

Preencha a ferramenta Diário de Bordo para sua própria organização e na ferramenta Portfólio você pode colocar suas respostas.

Figura 6. Ilustra a agenda da semana de estudo da Introdução.

**Gravitação**  
**Agenda - Não Atívada - Leis de Kepler** Ajuda

Histórico    Editar    Ativar    Voltar para "Editar Agendas"

Você não pode perder! OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA:  
 Na noite de 17/11/3 (segunda-feira) a partir das 19h no Colégio Dom Bosco. Vamos receber a visita de astrônomos da UFRGS através do Observatório Educativo Itinerante. (Vamos torcer para o céu estar limpo!)

No dia 8/11/3 ocorreu um Eclips Total da Lua cujo máximo foi às 23h18min (no horário de verão). Acrescentei em Atividades um programa que simula eclipses. Verifique!

Se você está chegando agora, seja bem-vindo ao ambiente de ensino a distância – TelEduc. Primeiramente você deve cumprir as agendas das semanas anteriores, sem falta! E depois volte para esta.

O material instrucional do nosso curso será um sítio que estará na ferramenta ATIVIDADES. Este sítio foi desenvolvido pelo Prof. Marcelo A. Pires especialmente com esta finalidade. Com este material instrucional, com o trabalho da turma e com a interação do grupo entre si e com o coordenador, será possível aprender bastante sobre Gravitação e Temas Afins.

Para percorrer o sítio deste curso não é preciso estar dentro do TelEduc. (Provavelmente é isto que está tornando muito lento o processo para alguns.)

Usando o navegador de sua preferência (com JAVA instalado) você pode navegar diretamente em:

<http://cref.if.ufrgs.br/projetos/mpeffgravitacao/>

ou em

<http://www.if.ufrgs.br/mpeffgravitacao/>

Você pode usar qualquer um destes endereços porque os conteúdos são os mesmos. (Guarde este endereços entre os seus favoritos!)

Só será preciso entrar no TelEduc para fazer as atividades, depois de estudado o material instrucional no sítio.

Nesta segunda semana de estudo você deve ler atentamente o tópico LEIS DE KEPLER do sítio e tentar responder as questões das simulações. Confira se você terminou todas as atividades da Introdução, na semana anterior.

Figura 7: Ilustra parte da agenda da semana sobre o estudo das Leis de Kepler.

**Gravitação**  
**Atividades** - Ver Atividade Ajuda

Raiz

Atualizar	Atividades	Ver Outros Itens
-----------	------------	------------------

Título	Data	Compartilhar
<a href="#">Gravitação e Campo Gravitacional</a>	17/03/2005 18:06:35	<a href="#">Totalmente Compartilhado</a>

**Comentário**  
 Você não pode perder!

CONVITE:  
 Conseguimos uma nova oportunidade para visitar o Planetário, dessa vez você já pode se programar, sua presença é essencial! Nós teremos uma sessão exclusiva no Planetário da UFRGS (na Avenida Ipiranga, 2000) dia 24/11/03 (segunda-feira) às 16h para assistirmos a um programa especial sobre a Harmonia do Mundo, que aborda exatamente o que estamos estudando. CONFIRME antecipadamente sua presença por e-mail.

As atividades serão propostas gradativamente durante a semana (primeiro verifique se você já terminou todas atividades da Introdução e das Leis de Kepler).

- 1 - Leia atentamente os tópicos de GRAVITAÇÃO e CAMPO GRAVITACIONAL do site CURSO DE GRAVITAÇÃO E TEMAS AFINS que está logo abaixo, no site leia os links, veja os endereços sugeridos e estude as simulações.
- 2 - Tente responder todas as questões que se encontram no final das simulações do site e coloque suas respostas no seu diário.
- 3 - Estude todas as ANIMAÇÕES, do tópico de Animações do site, e coloque as respostas das questões no seu diário.
- 4 - Participe ativamente das discussões nos Fóruns.
- 5 - Preencha cotidianamente seu diário de bordo.
- 6 - Responda as questões das Animações 7 e 8 no seu Portfólio.

**Endereços da Internet**

[Gravitação e Temas Afins](#) (cref.if.ufrgs.br/projetos/mpef/gravitacao/)  
[Gravitação e Temas Afins](#) (www.if.ufrgs.br/mpef/gravitacao)

Figura 8. Ilustra as Atividades da semana de estudo de Gravitação e Campo Gravitacional.

**Gravitação**  
**Mural** Ajuda

**Nova Mensagem**

Título	Emissor	Data
<a href="#">Atividades dos Temas Afins</a>	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	25/11/2003 07:10:38
<a href="#">Atividades de Gravitação e Campo Gravitacional</a>	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	21/11/2003 11:10:16
<a href="#">Atividades das Leis de Kepler</a>	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	17/11/2003 16:55:16
<a href="#">Atividades da Introdução Planetário</a>	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	17/11/2003 16:53:14
<a href="#">Observação Astronômica</a>	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	14/11/2003 00:54:12
<a href="#">Programação</a>	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	14/11/2003 00:53:32
	<a href="#">Marcelo Antônio Pires</a>	05/11/2003 17:20:05

Figura 9. Ilustra todos os tópicos do Mural do Curso.

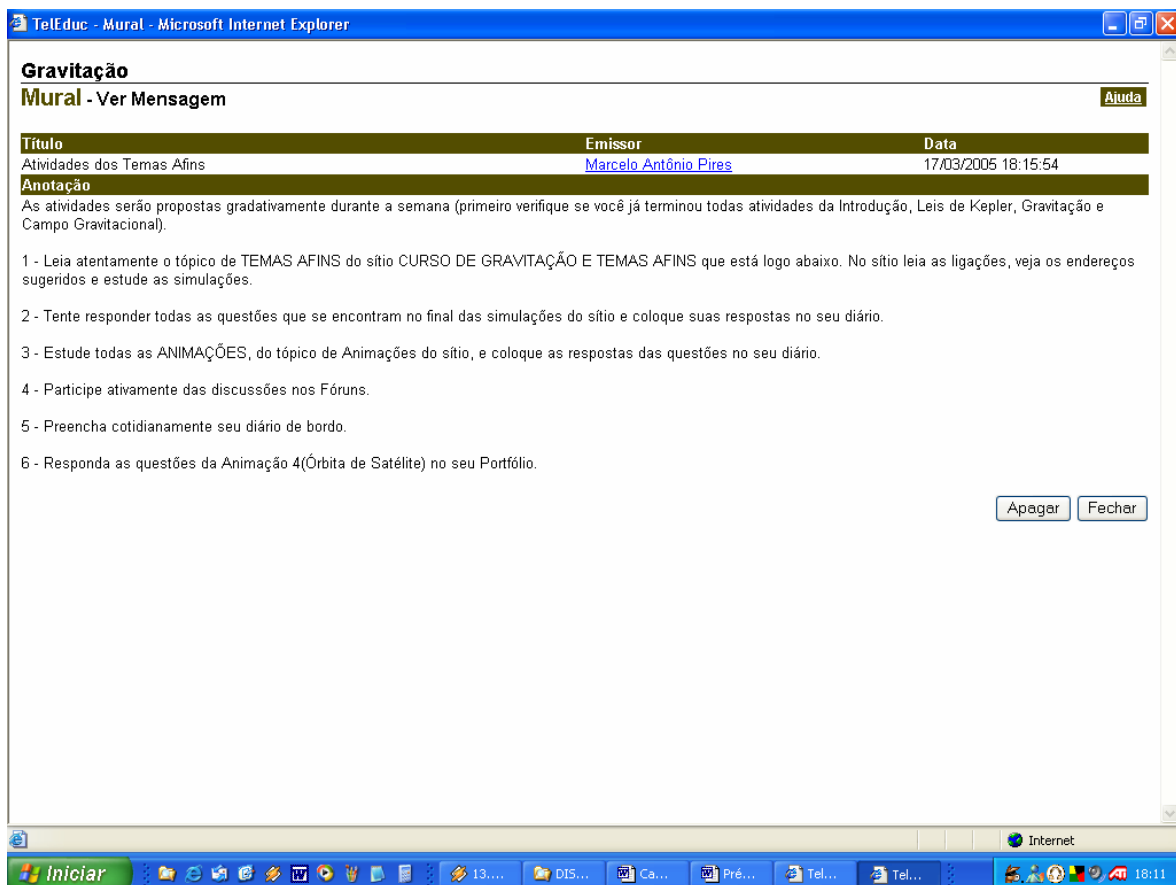


Figura 10. Ilustra o Mural da semana de estudo de Temas Afins.

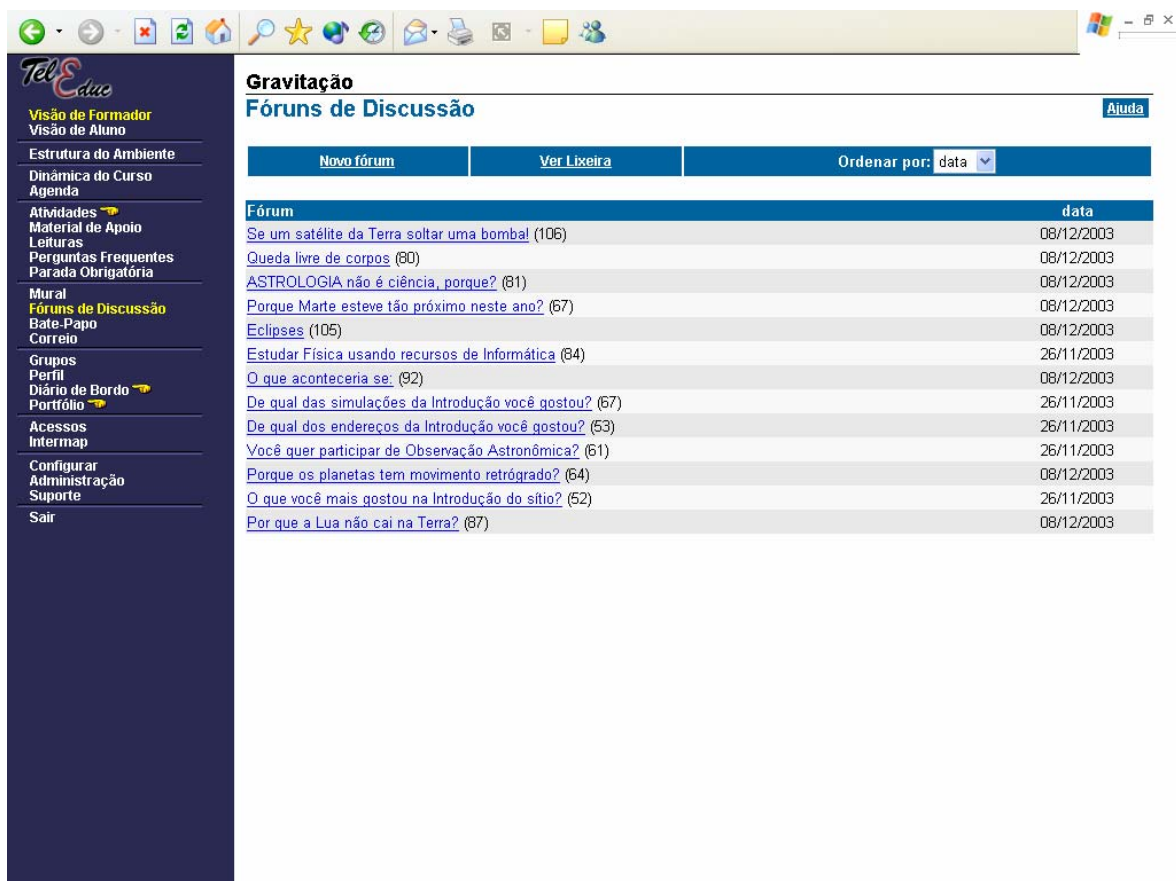


Figura 11. Ilustra todos os tópicos dos Fóruns de Discussão.

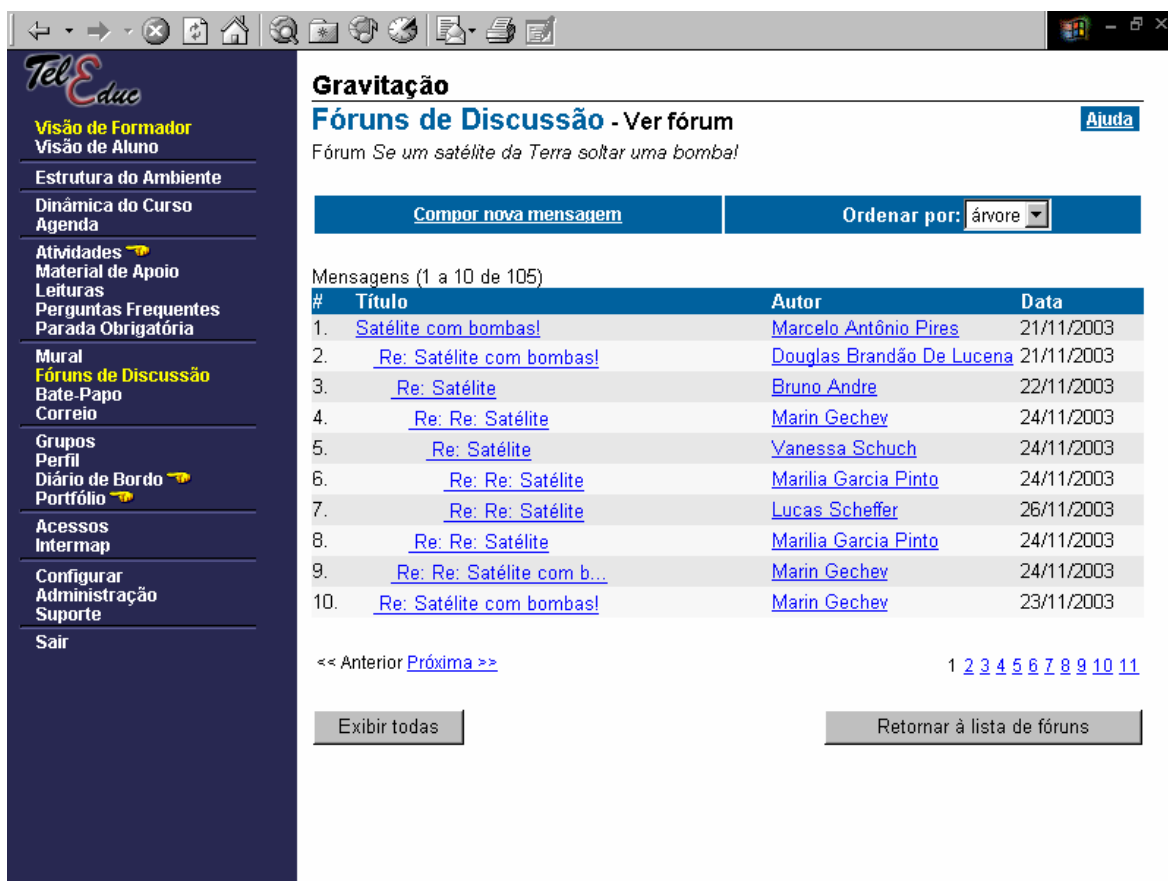


Figura 12. Ilustra a participação de alunos em uma questão dos Fóruns de Discussão.



Figura 13. Ilustra a página de rosto do Bate-Papo.

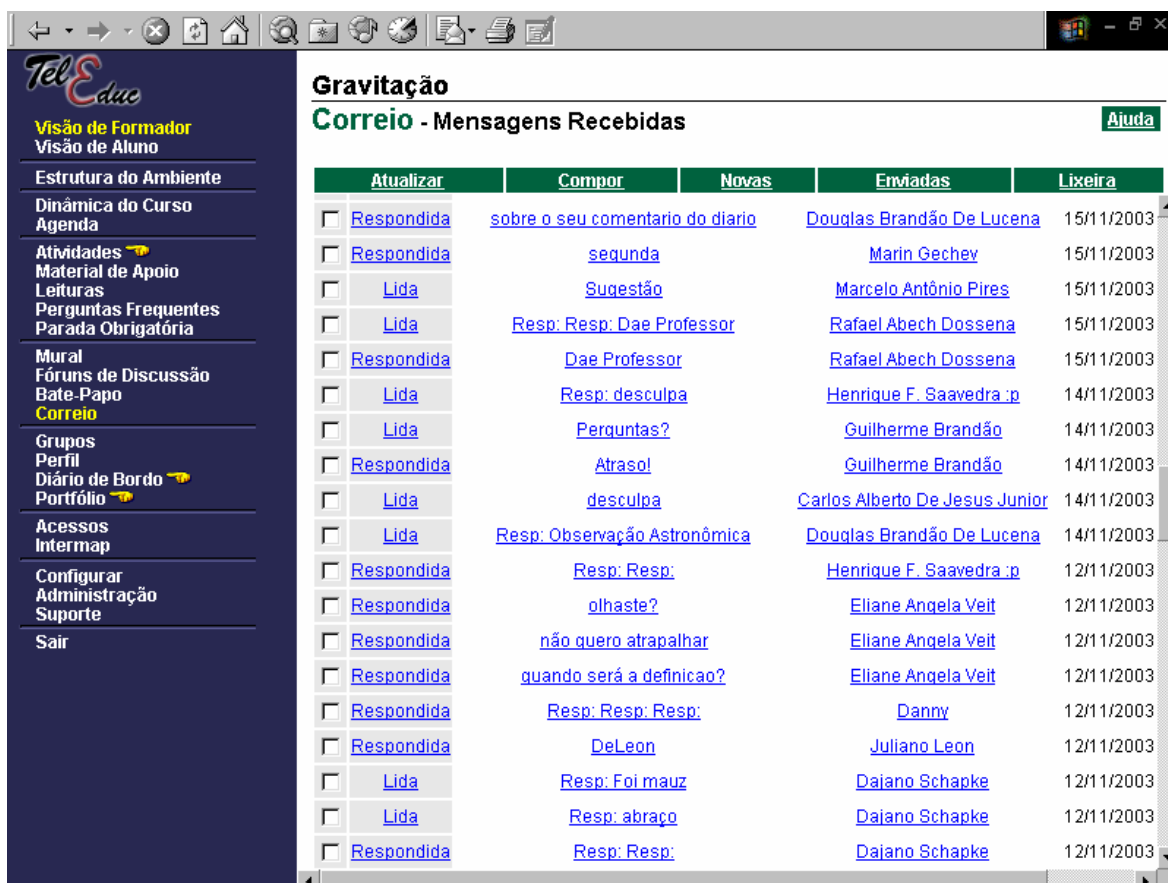


Figura 14. Ilustra um exemplo das mensagens recebidas no Correio, pelo professor-coordenador.



Figura 15. Ilustra o Perfil, dando como exemplo o professor-coordenador.



**Gravitação**  
**Diário de Bordo** Ajuda

Juliano Leon

Atualizar Ver outros diários

Título	Data	Compartilhamento	Comentários
<a href="#">Perfil -&gt;29/10</a>	04/11/2003 17:53:29	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Porque a lua não cai na Terra? 30/10/2003, 15:48:23</a>	04/11/2003 18:01:37	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Porque os planetas tem movimento retrógrado? 02/11/2003, 23:00:12</a>	04/11/2003 18:04:50	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Introdução: 02/11/2003, 14:49:18</a>	04/11/2003 18:13:27	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Observação: 04/11/2003, 14:17:05</a>	04/11/2003 18:15:44	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Link Interessante: 04/11/2003, 15:31:45</a>	04/11/2003 18:19:00	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Simulação Interessante: 04/11/2003, 15:48:50</a>	04/11/2003 18:20:50	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Hoje:</a>	04/11/2003 23:35:35	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Agora:</a>	05/11/2003 08:10:05	Totalmente compartilhado	✓
<a href="#">O que aconteceria? 05/11/2003, 15:06:03</a>	05/11/2003 18:15:41	Totalmente compartilhado	✓
<a href="#">Agora:</a>	06/11/2003 21:08:37	Totalmente compartilhado	
<a href="#">Hoje:</a>	07/11/2003 08:10:28	Totalmente compartilhado	

Figura 16. Ilustra parte do Diário de Bordo de um aluno.

**Gravitação**  
**Portfólio - Portfólio Individual** Ajuda

Paola Tedesco

Raiz >> segunda lei de Kepler

Portfólios Individuais Portfólios de Grupos

Itens	Data	Compartilhamento	Comentários
<a href="#">1 simulação- Todos as áreas têm a mesma altura e a mesma largura?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	✓
<a href="#">1 simulação - O que se conclui sobre o momentum angular dos planetas?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	
<a href="#">1 simulação - O que se conclui sobre o movimento dos planetas?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	
<a href="#">2 simulação- Em que ponto durante a órbita a velocidade é máxima?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	
<a href="#">2 simulação- Em que ponto durante a órbita a velocidade é mínima?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	
<a href="#">2 simulação - Dos objetos celestes da tabela, qual possui maior velocidade máxima? E qual possui menor velocidade mínima?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	
<a href="#">2 simulação - Altere o valor da excentricidade para zero. O que ocorre com a velocidade?</a>	15/11/2003	Compartilhado com Formadores	

✓ Comentário de Aluno   
 ✓ Comentário de Formador   
 ✓ Comentários enviados por mim

Figura 17. Ilustra parte do Portfólio de um aluno do curso.

Nome	Local	Data e Hora	Valor
<a href="#">Marin Gechev</a>	- Porto Alegre - RS	30/11/2003 20:19:57	47
<a href="#">Matheus Padilha</a>	- Porto Alegre - RS	26/11/2003 08:49:46	11
<a href="#">Moacir Da Rosa Miranda Júnior</a>	Dom Bosco - Porto Alegre - RS	15/12/2003 15:39:30	77
<a href="#">Natalia Sangalli</a>	- Porto Alegre - RS	09/12/2003 17:32:20	35
<a href="#">Nathalia Peres Dias</a>	- Porto Alegre - RS	26/11/2003 08:26:52	20
<a href="#">Nathalia Schneider</a>	- Guaíba - RS	26/11/2003 07:44:59	16
<a href="#">Nicolas Castagnetti</a>	- Porto Alegre - RS	26/11/2003 07:46:27	16
<a href="#">Paola Tedesco</a>	- Porto alegre - RS	26/11/2003 09:10:18	30
<a href="#">Patricia Rossetto</a>	- Porto Alegre - RS	26/11/2003 07:45:35	17
<a href="#">Pedro Augusto</a>	- Porto Alegre - RS	26/11/2003 08:08:43	17
<a href="#">Pedro Bacellar</a>	- Porto Alegre - RS	16/12/2003 22:18:29	32

Figura 18. Ilustra parte dos Acessos dos alunos no curso.

### III. 3. Produto desenvolvido

A escolha do assunto de Gravitação e Temas Afins ocorreu em função de ser um tópico que usualmente não é tratado no ensino médio, de tal forma que o projeto possibilitaria um acréscimo ao que tradicionalmente é visto. Desenvolvemos um sítio (Pires, 2005a) sobre este tema repleto de:

- hipertextos, cujas referências mais relevantes para a elaboração foram as seguintes. Oliveira e Saraiva (2000), Nemiroff e Bonnel (2005), Rocha et. al (2002), Gaspar (2001), Luz e Álvares (2000), Chiquetto e Parada (1991) e OEI (2005). Outras fontes de informação constam em Pires (2005a);

- ilustrações, obtidas na Internet, cujos créditos estão no tópico Créditos;

- animações, obtidas na Internet, cujos créditos estão próximos das mesmas. Veja o exemplo da Figura 19;

- vídeos, obtidos no sítio da NASA (2005), com áudio em inglês. Veja o exemplo da Figura 20;

- simulação em *Flash*, fornecida pelo criador (Darde, 2005). Veja a Figura 21;

- animações interativas tipo *applet*, obtidas na *Internet*, criadas por Walter Fendt (2005) (Veja o exemplo da Figura 22) e pela equipe do *Physlets* (2005), com permissão (Veja o exemplo da Figura 23);

- exercícios, obtidos na *Internet*, cujos créditos estão no tópico de créditos, ou nas referências citadas no hipertexto. Veja o exemplo da Figura 24;

- ligações, obtidas em várias fontes na *Internet*.

A página de apresentação foi dividida em duas regiões. A região da esquerda tem o título de Índice e contém o título dos diversos tópicos, em que o assunto foi dividido, para efeito didático. A região da direita é o local onde o conteúdo do tópico é apresentado. Os tópicos são os que seguem.

- Apresentação, contém o nome das instituições envolvidas no projeto, o objetivo do sítio e a ligação para contato, via mensagem-eletrônica, com o mestrando e a orientadora. Veja a Figura 25.

- Introdução contém hipertextos que têm a finalidade de pseudo-organizador prévio para o estudo do assunto de Gravitação e Temas Afins, procurando estimular a predisposição do aluno, mostrar a relevância do conhecimento a ser estudado, apresentando-o com uma visão abrangente, unificadora e motivadora. Veja a Figura 26.

- Leis de Kepler apresenta o conteúdo das leis de Kepler, utilizando muitos dos recursos que são possíveis empregando as TIC, propondo muitas alternativas para que este assunto torne-se potencialmente significativo, particularmente utilizando programas interativos. Veja a Figura 27.

- Gravitação: o conteúdo é apresentado da mesma forma que no tópico sobre leis de Kepler, sendo que, neste caso, ocorrem algumas revisões (pseudo-organizadores prévios) sobre assuntos que o aluno já estudou ao longo do período e que servirão de subsunçores para os novos conhecimentos. Veja a Figura 28.

- Campo Gravitacional: o conteúdo é apresentado da mesma forma que no tópico sobre leis de Kepler, e intencionalmente tenta-se evitar, em um primeiro momento, o paralelo entre aceleração gravitacional e intensidade do campo gravitacional. Veja a Figura 29.

- Temas Afins apresenta um leque de ligações de diversos assuntos conectados ao conteúdo de Gravitação, utilizando diversos dos recursos das TIC, e propondo novamente uma visão abrangente, unificadora e motivadora sobre estes assuntos que raramente são discutidos em sala de aula. Os itens deste tópico são: Velocidade Orbital, Velocidade de Escape, Massa, Imponderabilidade, Energia, Marés, Precessão, Perturbações, Descobertas, Geoestacionário, Buraco Negro, Eclipse, Relatividade, Sistema Solar, GPS e Atualidades. Veja a Figura 30.

- Animações apresenta alguns *applets* interativos, onde o aluno precisa interpretar a simulação, fazer medidas, executar cálculos, a fim de responder algumas questões propostas por nós, estimulando o processo de assimilação do conhecimento. Veja a Figura 31.

- Exemplos apresenta o título do assunto que contém alguns exemplos de exercícios clássicos sobre aquele assunto, todos com os gabaritos detalhadamente comentados, em muitos casos questões de vestibular, estimulando o pleno compartilhamento dos significados dos conceitos-chave envolvidos no estudo do assunto. Os itens deste tópico são: Leis de Kepler, Gravitação, Campo Gravitacional e Temas Afins. Veja a Figura 32.

- Resultados reapresenta o título de todos os *applets* interativos, com os gabaritos detalhadamente comentados, novamente estimulando o pleno compartilhamento dos significados dos conceitos-chaves envolvidos no estudo do assunto. Veja a Figura 33.

- Créditos apresenta a lista de fontes da Internet e o que foi obtido em cada fonte. Veja a Figura 34.

- *Davidson-physics* apresenta uma ligação obrigatória sobre as condições de uso dos *applets* do *Physlet*. Veja a Figura 35.

Propositadamente criamos textos curtos e objetivos, a fim de facilitar e estimular o entendimento e a navegação na rede, particularmente voltado para as características dos adolescentes.

Os textos são permeados por um cuidado especial com a história da Física, valorizando o conhecimento como fruto do trabalho coletivo de uma época, que culmina com a apresentação de alguns pesquisadores mais conhecidos. Também tivemos cuidado de evitar transmitir uma visão empirista-positivista da epistemologia da ciência.

Foi intencional o acréscimo de vários temas pouco comuns no estudo tradicional sobre Gravitação, particularmente enfatizando a questão tecnológica e o ponto de vista astronômico sobre o assunto.

Vários alunos relataram que, em suas casas, ocorreram problemas com os *applets*, pois as últimas versões do Windows não possuem o programa *Máquina Virtual* (JAVA, 2005) para “rodá-los”.

Aqui apresentamos apenas uma visão panorâmica sobre o sítio produzido. Sugerimos alguma navegação pelo mesmo (Pires, 2005a): <http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/> ou utilizando o CD do apêndice B.

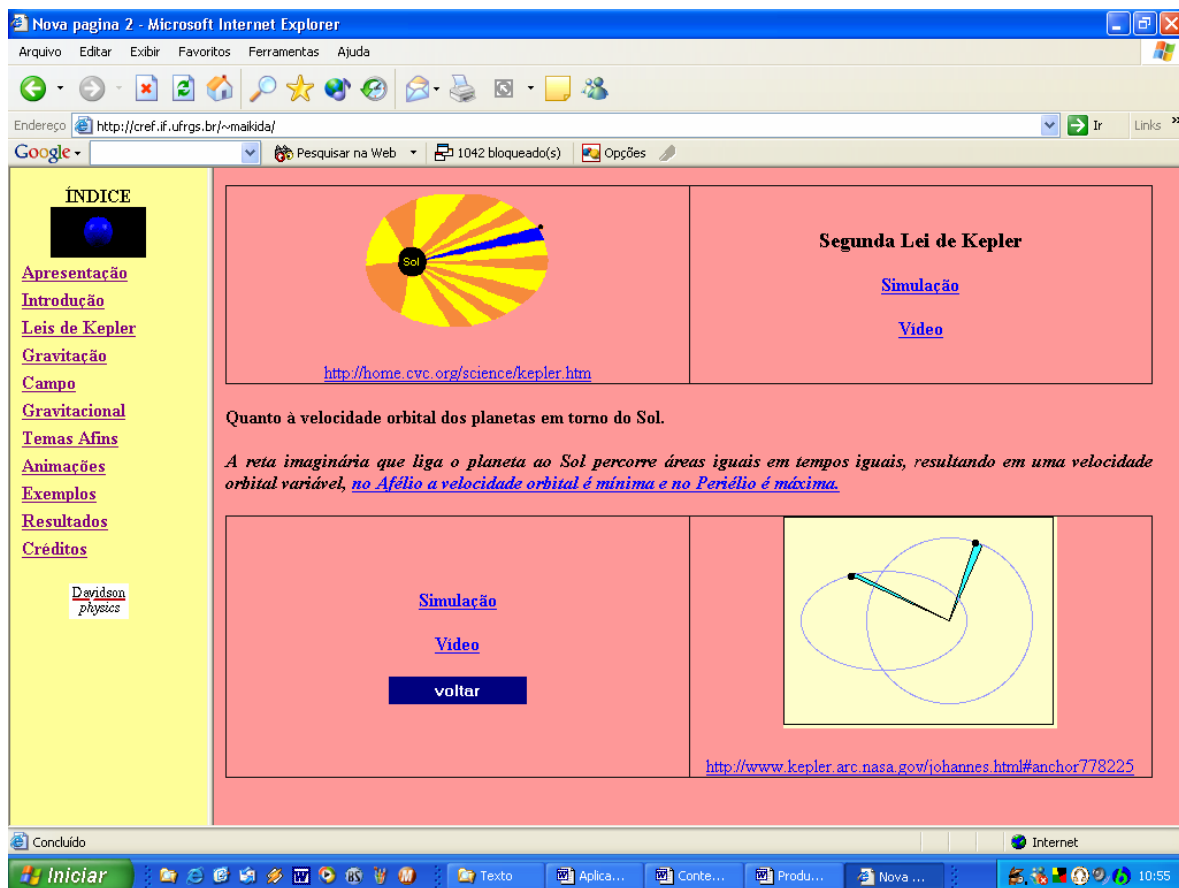


Figura 19. Ilustra uma página com três figuras animadas obtidas na *Internet*.



Figura 20. Ilustra a imagem da apresentação de um dos vídeos sobre as leis de Kepler obtidos no sítio da NASA.

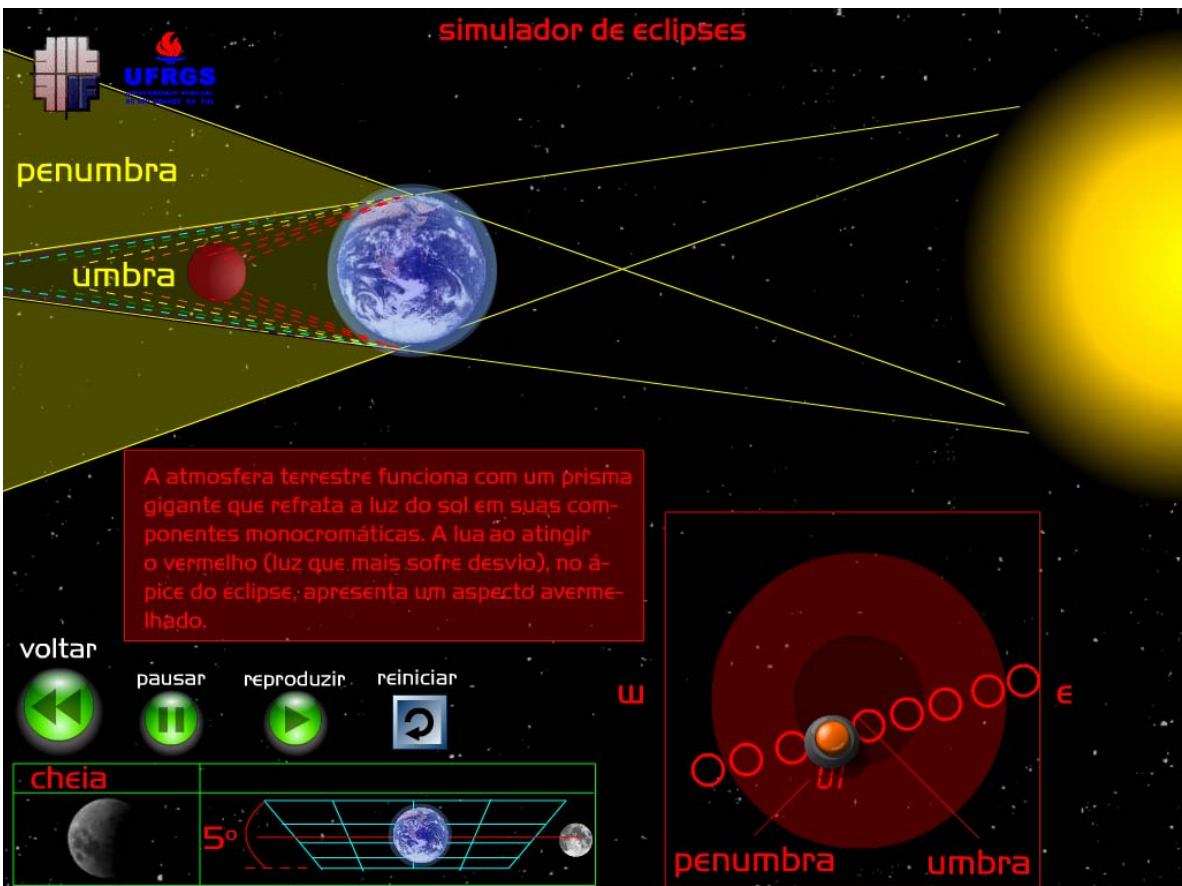


Figura 21. Ilustra uma imagem de um simulador de eclipses, desenvolvido em *Flash* (Darde, 2005).

**ÍNDICE**

- [Apresentação](#)
- [Introdução](#)
- [Leis de Kepler](#)
- [Gravitação](#)
- [Campo](#)
- [Gravitacional](#)
- [Temas Afins](#)
- [Animações](#)
- [Exemplos](#)
- [Resultados](#)
- [Créditos](#)

Davidson physics

**Mercúrio**

Eixo semimaior:	0.387 UA
Excentricidade:	0.206
Eixo semimenor:	0.379 UA
Distância do Sol:	
Atualmente:	0.318 UA
Mínimo:	0.307 UA
Máximo:	0.467 UA

Órbita elíptica  
 Eixos  
 Linhas de conexão

© W. Fendt 2000, CEPA 2001

- 1 - Qual dos objetos celestes da tabela tem maior excentricidade? E qual tem menor excentricidade?
- 2 - Coloque o maior valor possível na excentricidade. Qual é a forma da órbita?
- 3 - Coloque o menor valor possível na excentricidade. Qual é a forma da órbita?

[voltar](#)

Figura 22. Ilustra parte de um *applet* que simula a primeira lei de Kepler e o questionário sobre a simulação.

**Sistema Solar Incorreto**

Time: 7.1

iniciar pausa << retroceder avançar >> reiniciar

A animação pretende modelar um sistema solar. Porém, um dos planetas não obedece as leis de Kepler para este sistema solar. A posição é determinada em  $10^6$  km e o tempo é determinado em anos de Terra. Clicando com o "mouse" sobre os planetas o aplicativo informa suas coordenadas, admitindo que o Sol está na origem.

- a) Determine o período orbital de cada planeta.
- b) Determine a distância do centro do Sol até o centro dos planetas.
- c) Qual planeta desrespeita as leis de Kepler? O que deveria ocorrer para o planeta "comportar-se" de acordo com as Leis de Kepler?

Figura 23. Ilustra um *applet* que simula um sistema planetário impossível e parte do questionário.

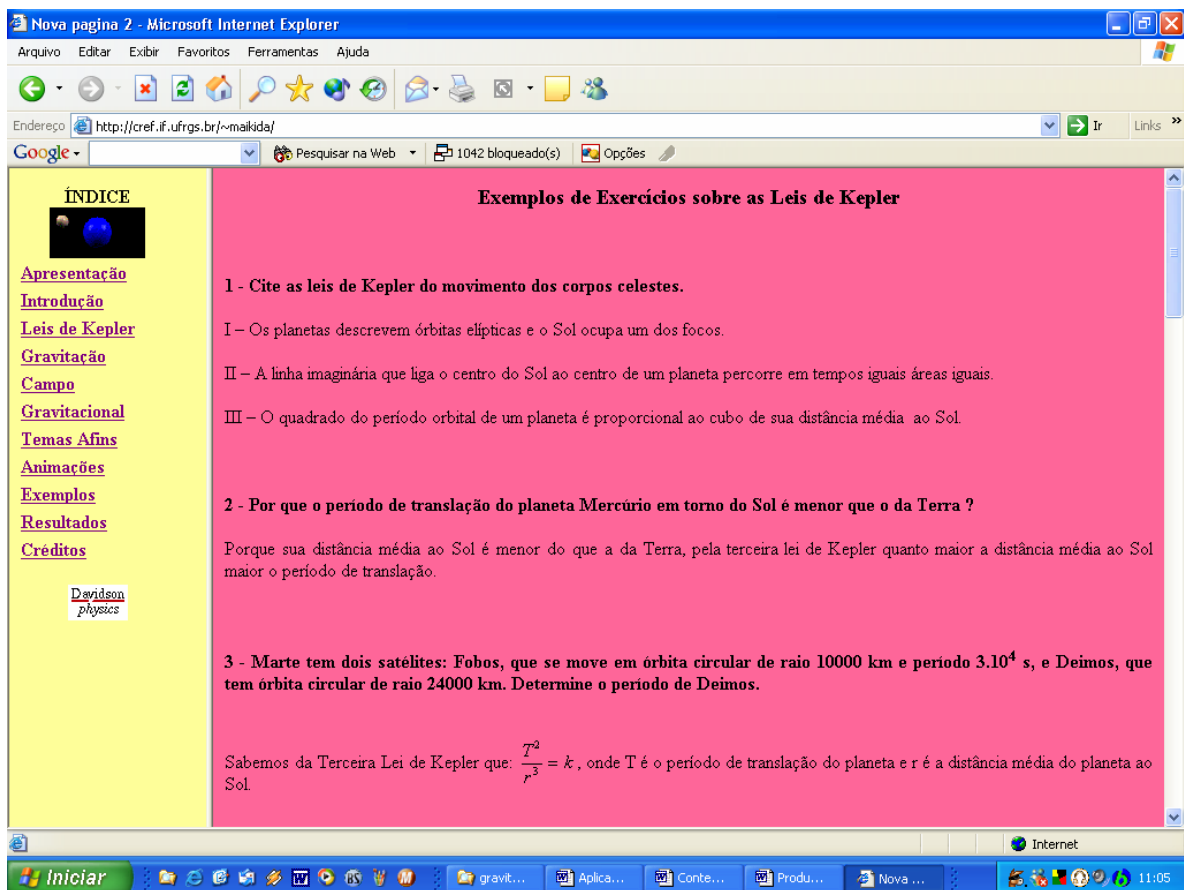


Figura 24. Ilustra a parte de uma página que contém vários exercícios resolvidos, típicos do assunto.

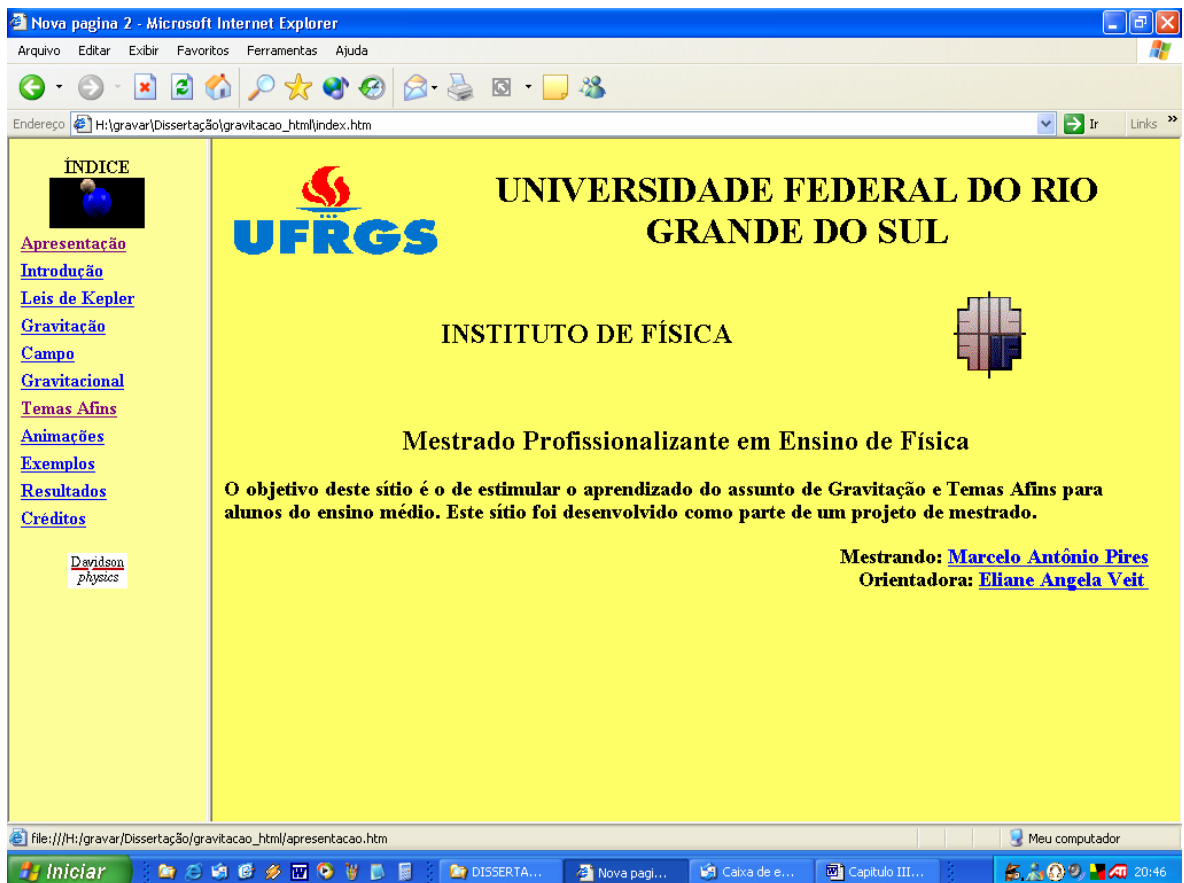


Figura 25. Ilustra o tópico da apresentação do sítio, incluindo os endereços virtuais de contato com os autores.



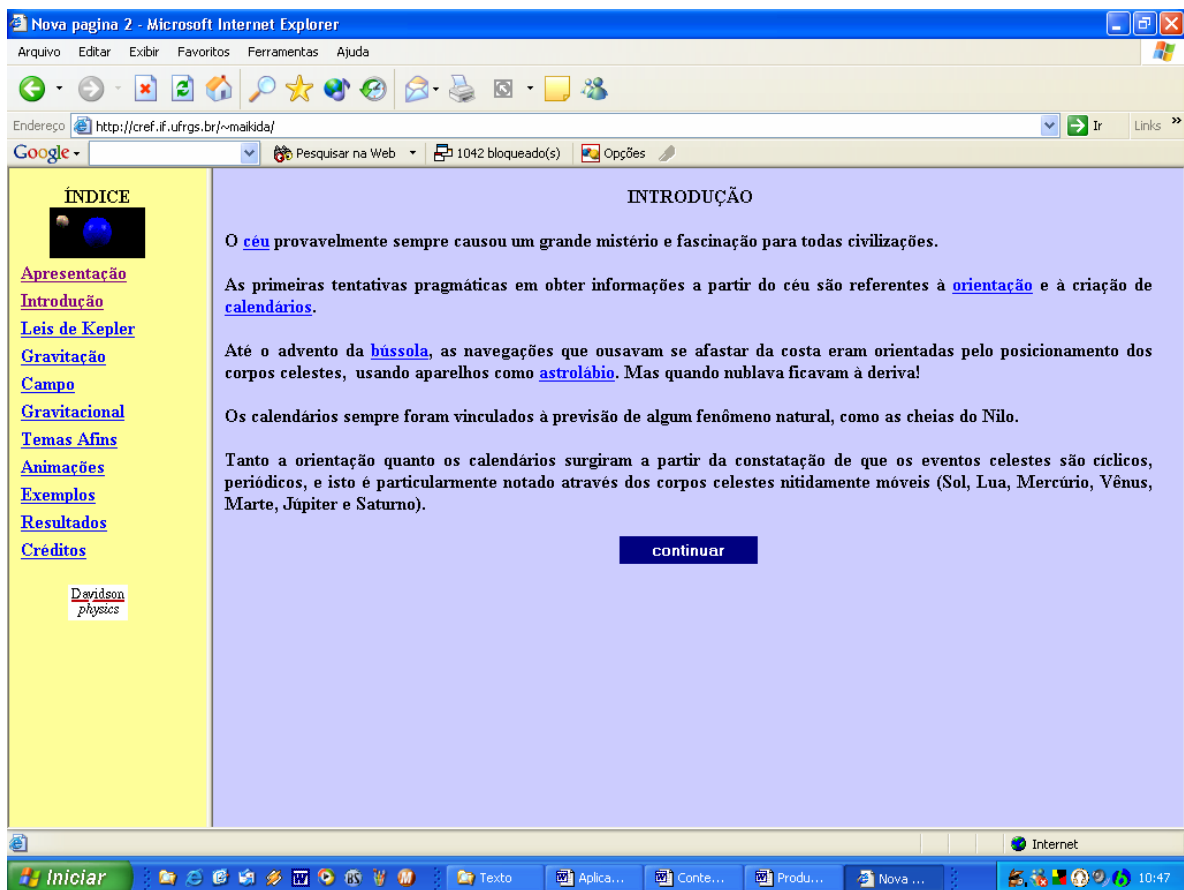


Figura 26. Ilustra a parte do tópico de introdução do sítio de Gravitação e Temas Afins.

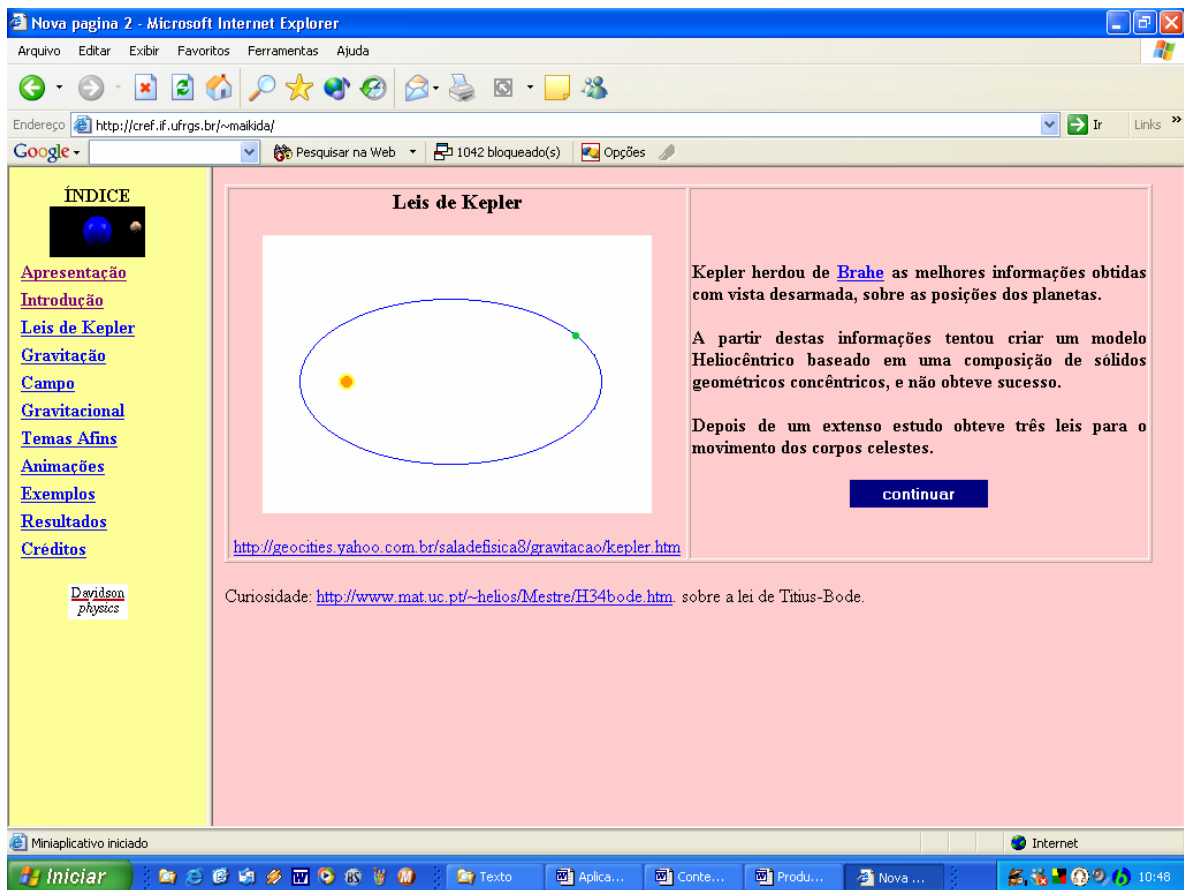


Figura 27. Ilustra a página de rosto do tópico sobre as Leis de Kepler e uma ligação para a lei de Titius-Bode.

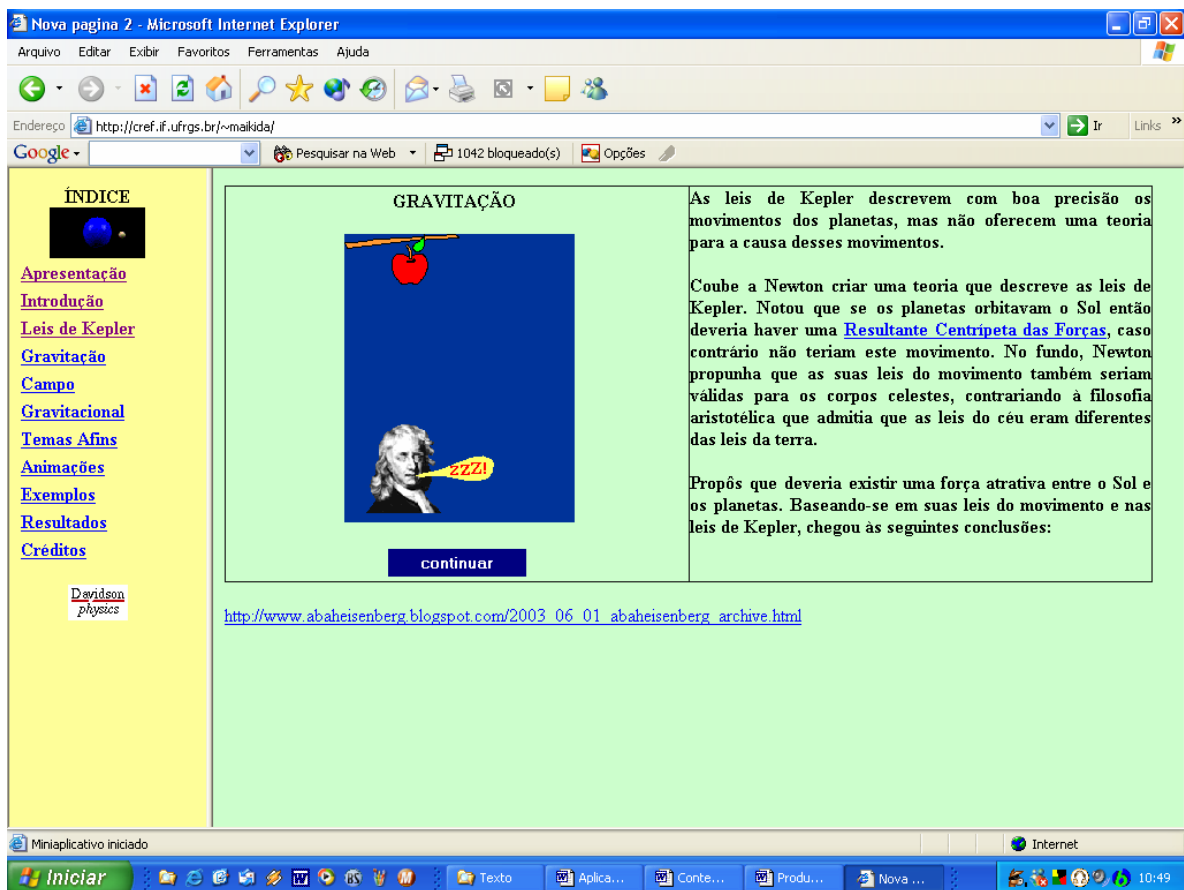


Figura 28. Ilustra a página de rosto sobre o tópico de Gravitação.

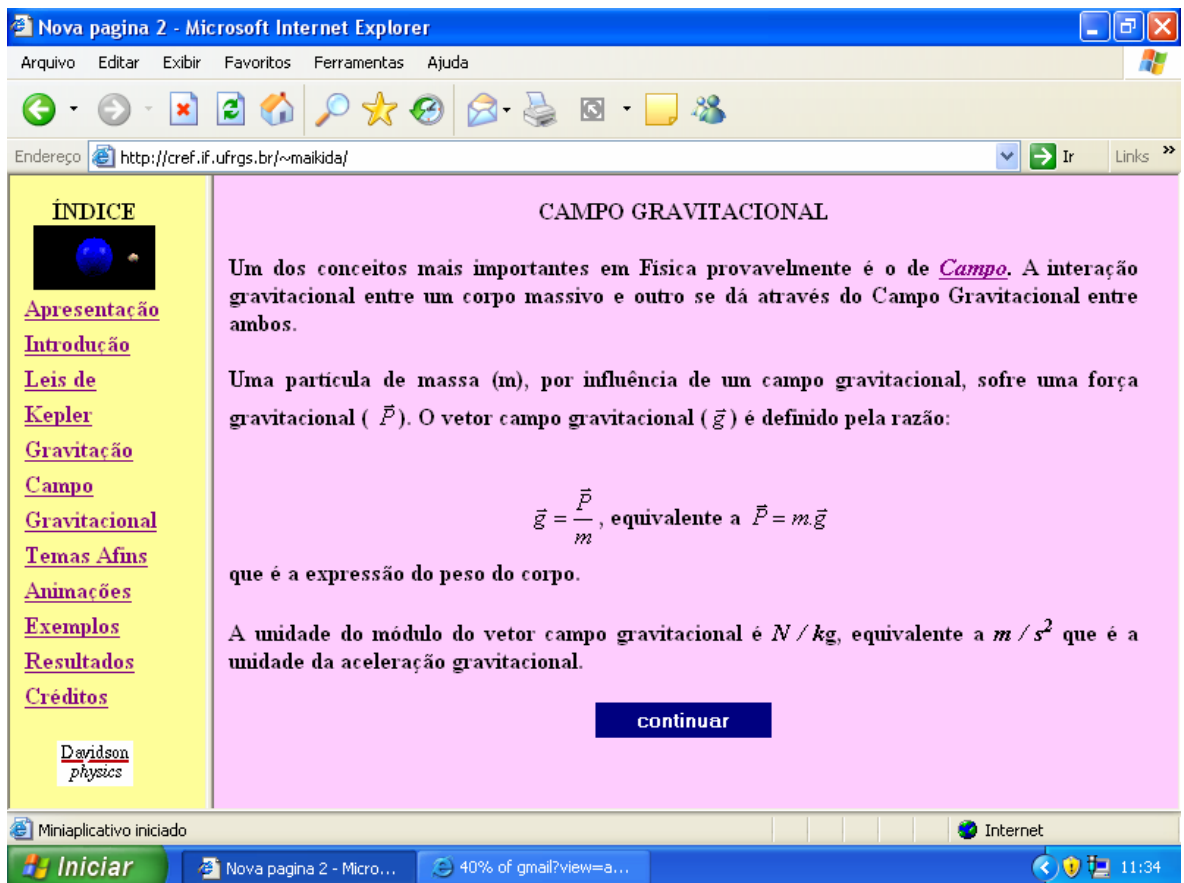


Figura 29. Ilustra a página de rosto do tópico sobre Campo Gravitacional.

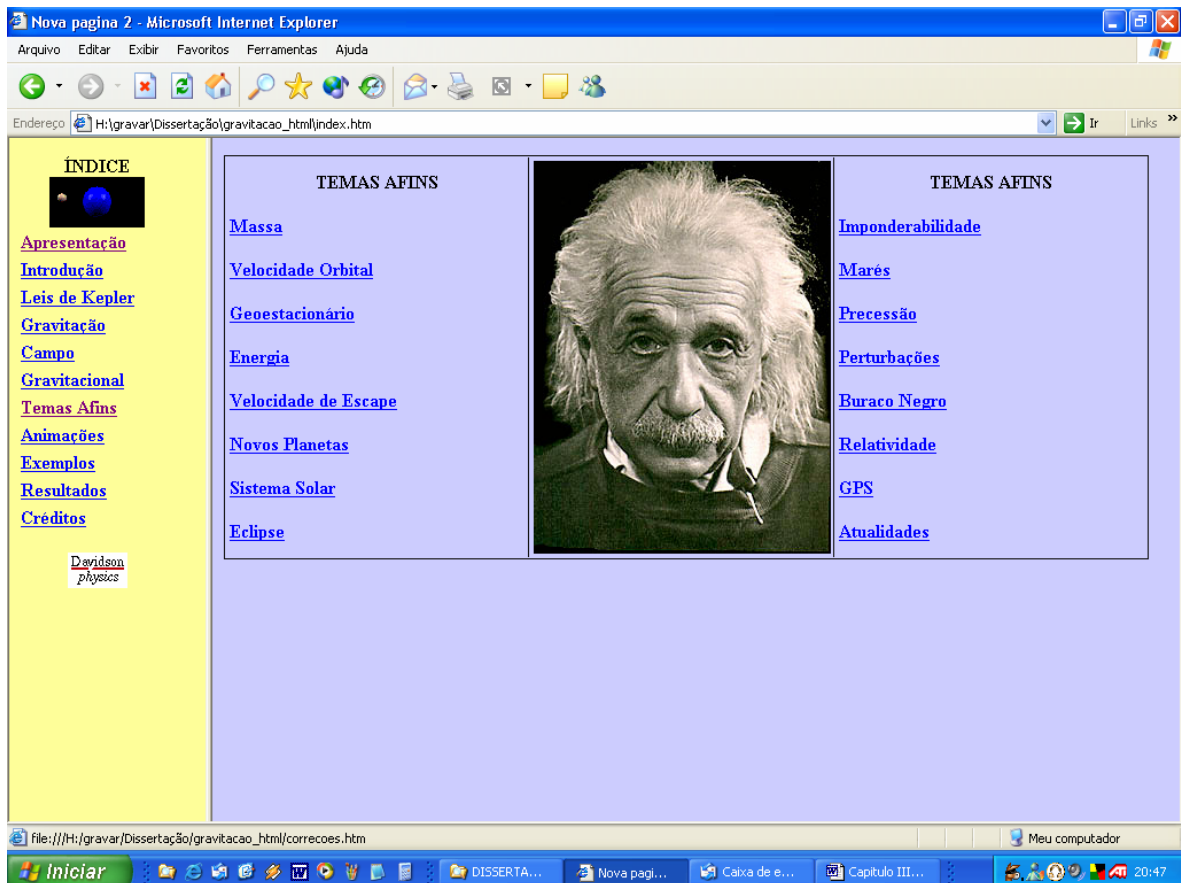


Figura 30. Ilustra a página de ligações para os diversos Temas Afins.

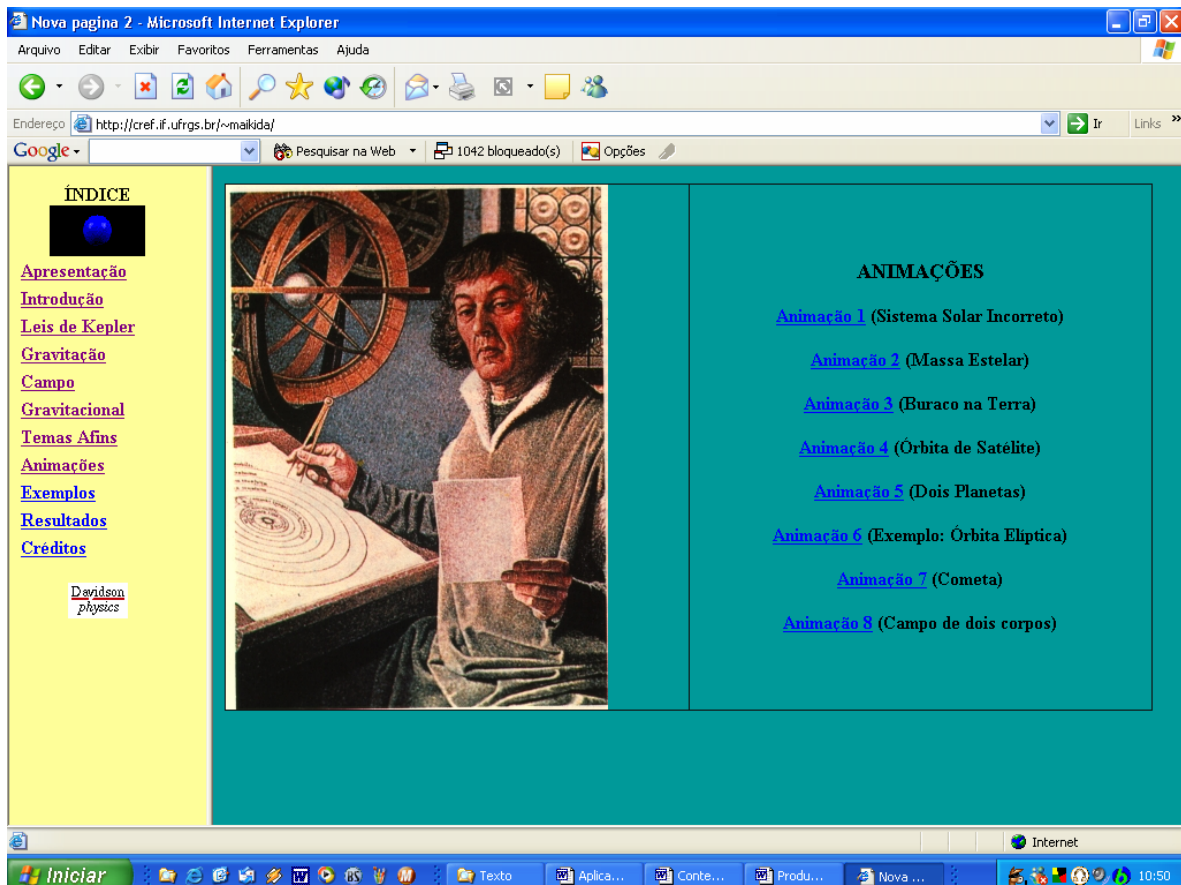


Figura 31. Ilustra a página de ligações para as animações interativas, tipo *applet* do *Physlet* (2005).

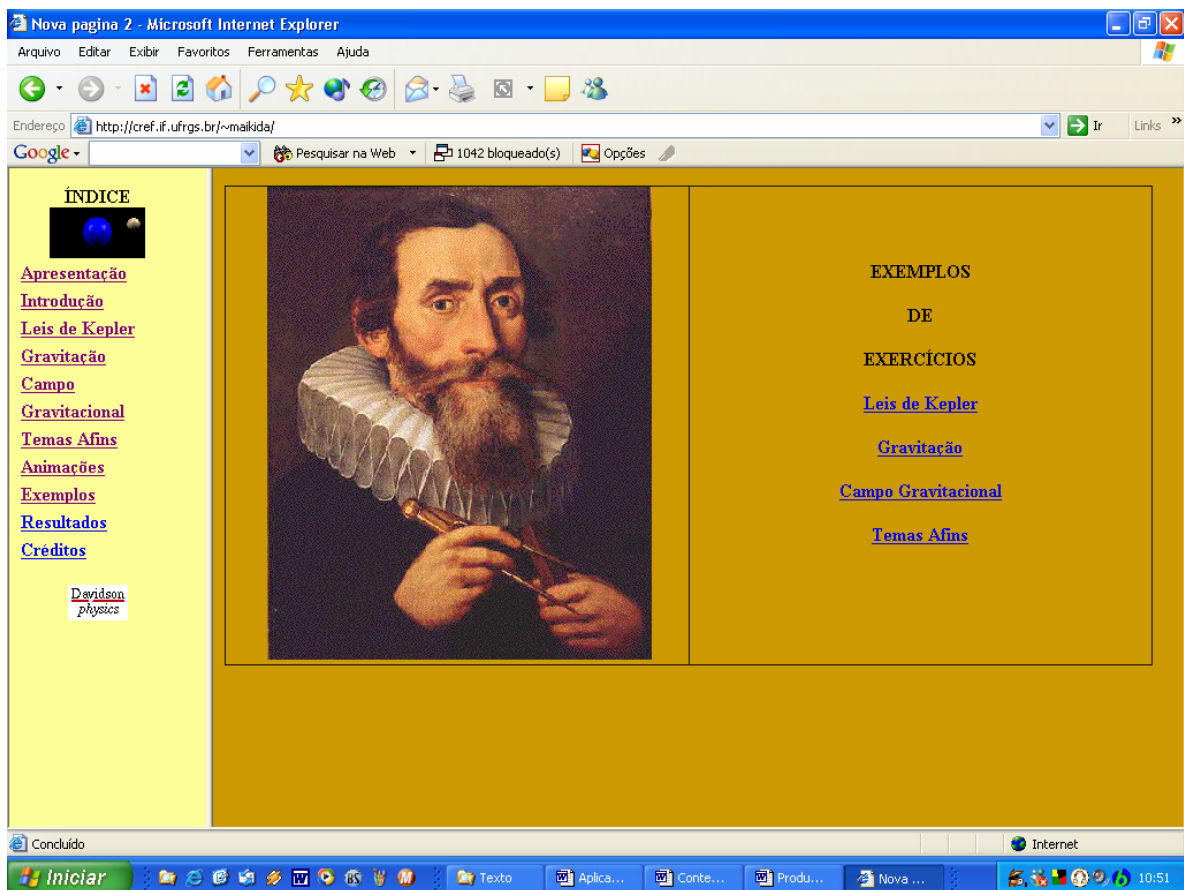


Figura 32. Ilustra a página de ligações com exercícios resolvidos de cada tópico.

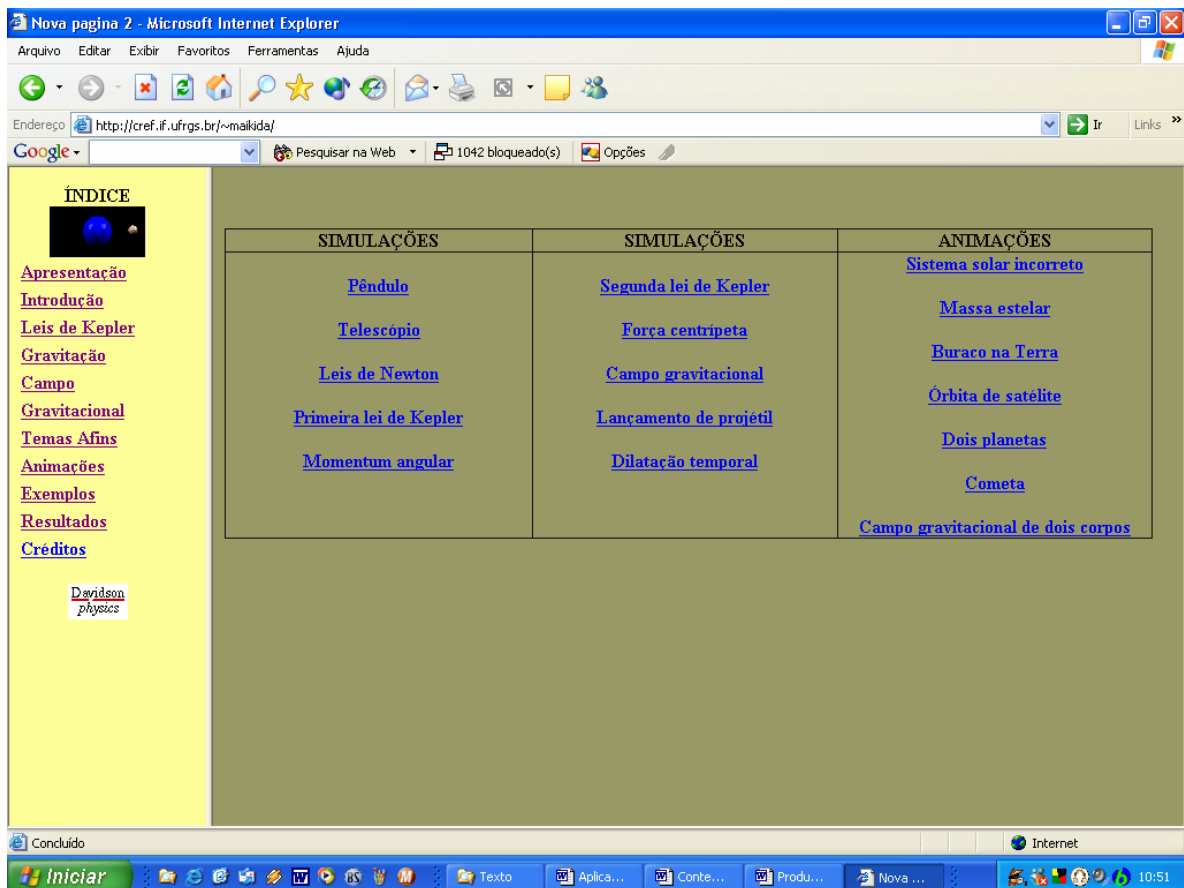


Figura 33. Ilustra a página de ligações para todas as simulações e animações interativas, com as respostas.

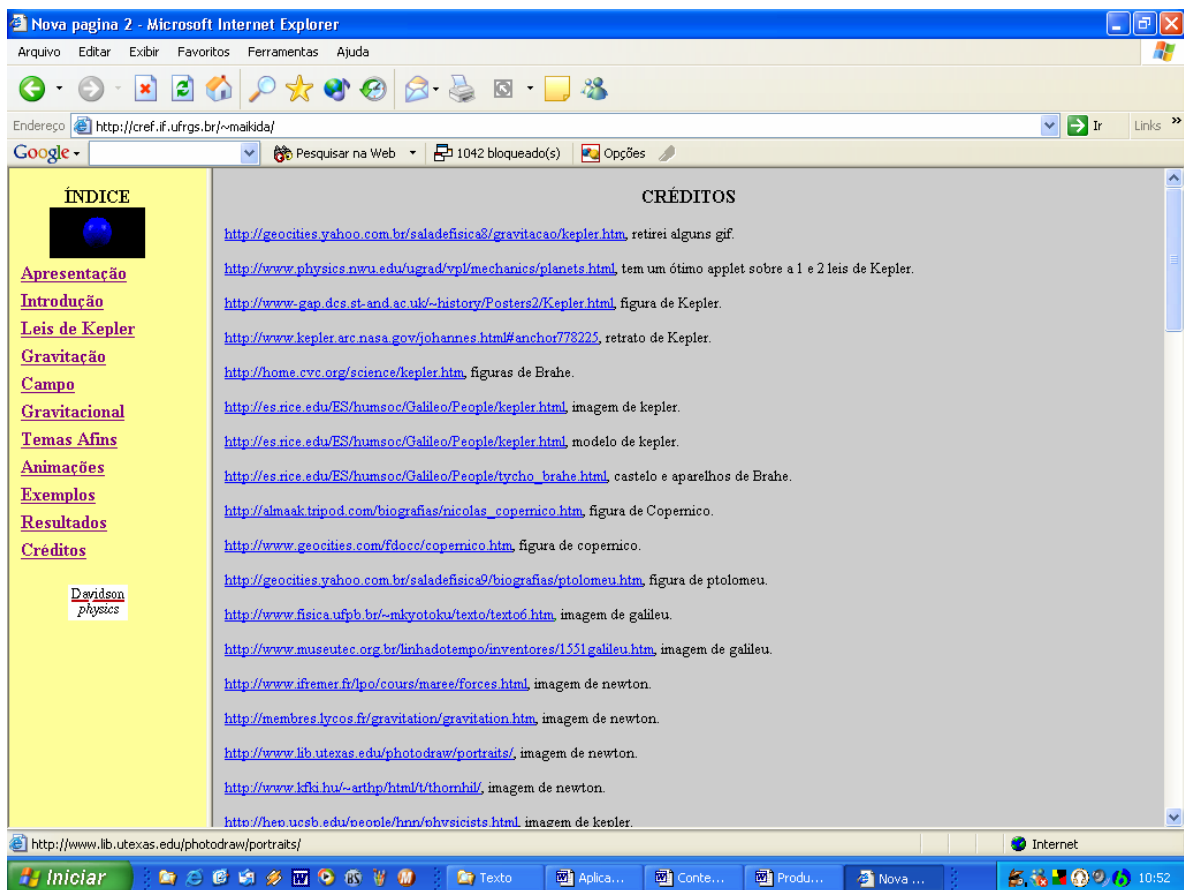


Figura 34. Ilustra a parte do tópico de créditos com as ligações de vários recursos obtidos na *Internet*.

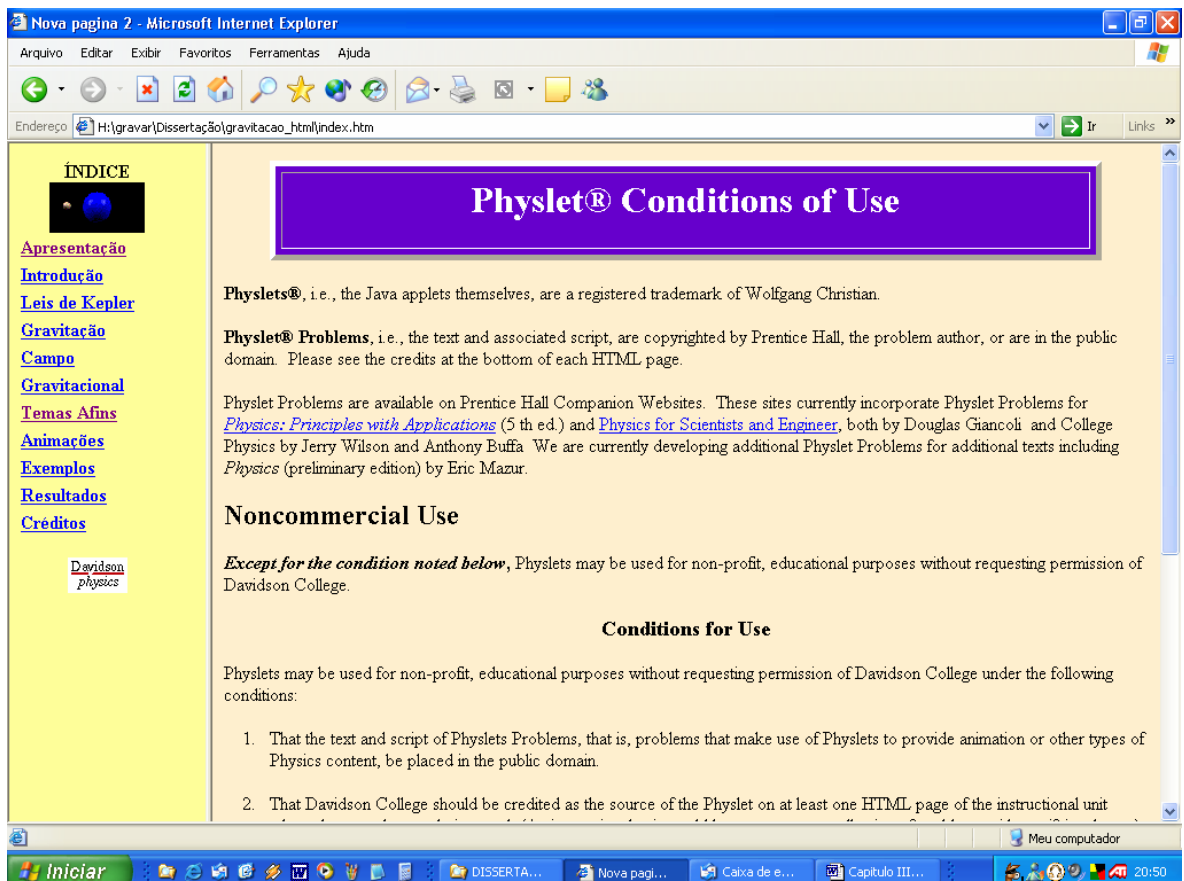


Figura 35. Ilustra parte do termo de condição para o uso dos *applets* do *Physlet*.

### **III. 4. Implementação: Descrição contextualizada**

A implementação desta experiência didática e aplicação do material produzido ocorreram no último mês de aula (novembro de 2003), no colégio Dom Bosco, na cidade de Porto Alegre. O professor-regente estava preocupado com os problemas típicos de final de ano letivo (alunos desmotivados e indisciplinados), particularmente em turmas da primeira série do ensino médio. Resolvemos implementar esta experiência didática nestas circunstâncias especialmente para motivá-los. Os alunos que haviam estudado a Mecânica Clássica tradicional do ensino médio, durante o ano letivo, teriam teoricamente, os subsunçores necessários para assimilar os novos conhecimentos de Gravitação e Temas Afins.

O professor-regente conversou com os alunos para ter uma idéia do interesse dos mesmos pelo processo de estudo utilizando como ferramenta essencial o computador ligado à Internet. Os alunos mostraram-se interessados. Também conversou com a coordenadora pedagógica do colégio e com o responsável pelo laboratório de informática e ambos também aprovaram a implementação desta experiência didática.

#### **Primeira semana:**

Os alunos foram encaminhados pelo professor regente, durante o período de aula, para o laboratório de informática onde fizeram as inscrições no TelEduc. Para inscrição os alunos preencheram um formulário que exige informações mínimas e forneceram um endereço de mensagem-eletrônica para receber uma senha de acesso gerada pelo sistema do TelEduc. Surgiram aí os primeiros problemas práticos no uso de TIC. Vários alunos não possuíam conta de *e-mail*. Outros usam as contas de mensagem-eletrônica dos pais e desconhecem o acesso. Este problema foi contornado criando uma conta de mensagem-eletrônica gratuita no *Hotmail*, porém este problema se prolongou ao longo das duas primeiras semanas.

A proposta de atividades da semana de 27/10/03 a 2/11/03 foi de verificar as ferramentas do ambiente no tópico Estrutura do Ambiente, alterar a senha para algo memorizável, preencher o seu perfil e participar da discussão no Fórum. O objetivo das atividades desta semana foi essencialmente o de estimular a interação dos alunos com as ferramentas do ambiente de ensino.

Notamos no preenchimento dos perfis que os alunos usavam a linguagem coloquial das salas de bate-papo e programas de comunicação, como *ICQ* ou *Messenger*. Com receio de

que usassem este tipo de linguagem na discussão de Física<sup>2</sup>, o que tornaria impraticável qualquer diálogo científico de maior significado, o professor-regente conversou com eles explicando os motivos para evitar este tipo de linguagem. Sugerimos que pudessem usar este tipo de procedimento, eventualmente, na sala de bate-papo do ambiente.

Com o objetivo de instigar a participação dos alunos através de uma questão um tanto sutil no fórum de discussão, colocamos a pergunta: *Por que a Lua não cai na Terra?*

Ficamos encantados com as respostas que, apesar de incompletas, mostraram uma boa qualidade conceitual de Física. Naturalmente ocorreram erros conceituais baseados em concepções alternativas do tipo: quando a força centrípeta anula a centrífuga o corpo permanece em MCU. No Apêndice A apresentamos diversas manifestações dos alunos, classificadas conforme descrito no capítulo IV.

### **Segunda semana:**

Na semana de 3/11/03 a 9/11/03, dispusemos na rede, parte do sítio sobre Gravitação e Temas Afins, habilitando apenas o tópico Introdução. Esta foi a primeira semana de conteúdo do curso; a semana anterior foi de preparação.

Aqueles alunos que estavam chegando apenas nesta etapa deveriam cumprir as atividades da semana anterior e aqueles que não terminaram, deveriam terminá-la primeiro. As atividades propostas nesta semana eram estudar a Introdução de Gravitação e Temas Afins, que serviria como um pseudo-organizador prévio para o assunto futuro, além de oferecer uma visão abrangente, unificadora e motivadora sobre o assunto. Deveriam executar as simulações interativas existentes, registrar as respostas no Diário de Bordo e participar dos Fóruns de Discussão.

Acrescentamos alguns fóruns com o objetivo de estimulá-los a estudar o conteúdo e verificar o seu entendimento, ou seja, verificar se começavam a compartilhar significados dos conceitos físicos. Propusemos as seguintes questões.

- Qual a *ligação* de que mais gostou?

- Qual a *simulação* de que mais gostou?

---

<sup>2</sup> Em um ensaio de uso do TelEduc, em que ministramos aulas para alunos do Colégio Anchieta, observamos que a liberação da linguagem torna inviável uma discussão proveitosa para a aprendizagem de Física.

- Quer fazer uma observação astronômica?
- Por que os planetas têm movimento retrógrado?
- O que aconteceria se a Terra parasse de transladar e rotacionar?

Novamente ficamos entusiasmados com a participação dos alunos, inclusive no fim de semana. A participação dos alunos nos fóruns foi bastante boa, mostrando que aqueles alunos realmente leram o material disponibilizado. Alguns alunos começaram a preencher o Diário de Bordo, como sugerido, e registraram as respostas solicitadas nos Portfólios. Porém, constatamos através da ferramenta de Acessos do ambiente que existiam alunos que ainda não haviam freqüentado as seguintes ferramentas: Estrutura do Ambiente, Dinâmica do Curso, Atividades e Material de Apoio, portanto existiam alunos que ainda desconheciam a funcionalidade das ferramentas do ambiente, a proposta do curso e não haviam, ainda navegado no sítio. Enviamos mensagem-eletrônica para todos os alunos alertando quanto à esta distorção.

Conseguimos marcar uma visita ao Planetário da UFRGS para o dia 8/11/03 (sábado) na véspera de um belíssimo eclipse lunar, mas infelizmente conseguimos confirmar apenas no dia anterior à visita. Fizemos todos os esforços para avisar e estimular os alunos a irem. Recebemos várias mensagens-eletrônicas agradecendo pelo convite e justificando a ausência. Lamentavelmente foram apenas dois alunos, que chegaram atrasados e assistiram apenas uma parte da apresentação sobre a Harmonia do Mundo, que versava exatamente sobre parte do assunto que estávamos estudando. A Diretora do Planetário, Prof. Dra. Maria Helena Steffani, extraordinariamente nos conseguiu uma nova data (24/11/03 segunda-feira) em horário exclusivo (16h) apenas para os nossos alunos.

Durante aquela semana os alunos tiveram dificuldade em acessar o sítio de Gravitação e Temas afins através do TelEduc. Contornamos isto fazendo uma cópia do sítio em CD e instalando nos computadores do colégio. Além disso instalamos o sítio em outro servidor no IF, para que, se eventualmente um deles estivesse “fora do ar”, o outro manteria o sítio na Internet ( os endereços são: <http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/> e <http://www.if.ufrgs.br/mpef/gravitacao><sup>3</sup> ). Também sugerimos aos alunos que acessassem o sítio de fora do TelEduc e que acrescentassem este endereço na lista de favoritos.

---

<sup>3</sup> Este endereço foi desativado ao término do projeto.



Fomos alertados naquela semana para um outro problema; o Windows XP não possui “de fábrica” máquina virtual para ler *Java*, e vários alunos não conseguiram ver as animações dos *applet* nos computadores em suas casas. Sugerimos que baixassem da Internet a máquina virtual para Java e a instalassem.

Havíamos notado, pelas discussões nos fóruns, que ocorria uma evolução na discussão do conjunto dos alunos, mas, preocupados com o acompanhamento do aprendizado individual dos alunos, entendemos que seria interessante aferi-lo. Para isso, propusemos na ferramenta Atividades do TelEduc, que algumas das questões respondidas pelos alunos durante o estudo do sítio, deveriam ser depositadas nos Portfólios individuais. Naquela semana, propusemos as seguintes questões:

a) Na simulação Pêndulo, responder as questões: 1, 2, 3 e 6.

b) Explique o que ocorreria se a corda do pêndulo arrebentasse quando a amplitude é máxima e quando está exatamente no meio? (Esta questão é inédita, não se encontrava no sítio).

c) Na simulação Telescópio Astronômico Refrator, responder a questão: 3.

d) Na simulação Segunda Lei de Newton, responder as questões: 4 e 5.

### **Terceira semana:**

Na semana de 10/11/03 a 16/11/03, habilitamos as ligações do sítio com o hipertexto sobre as Leis de Kepler, que era o assunto de estudo daquela semana.

Alguns alunos responderam por mensagem-eletrônica que estavam conseguindo acessar o sítio tranquilamente sem passar pelo TelEduc. Parece que chegamos ao limite prático do uso deste programa em nosso servidor.

Disponibilizamos através do TelEduc o endereço do simulador de eclipses (Darde, 2005), pois os alunos ainda estavam muito impressionados com o belíssimo eclipse lunar da semana anterior.

Acrescentamos as seguintes questões nos fóruns de discussão.

Como você está se sentindo estudando Física com recursos de informática?

Como a Lua gira em torno da Terra aproximadamente 12 vezes durante um ano, não é de se estranhar que este ano tenha ocorrido apenas dois eclipses lunares em Porto Alegre?

Uma das constatações mais interessantes é que certos alunos discretos nas aulas presenciais, em alguns casos tornam-se alunos muito participativos nas atividades com TIC. Além disso, os alunos que se destacam nas aulas tradicionais, na maioria dos casos continuam com o mesmo destaque nas atividades com TIC.

De modo geral ocorreram poucas brincadeiras nos fóruns, mas mesmo as poucas que ocorreram estimulamos para irem ao bate-papo, que passou a funcionar.

Alguns alunos citaram que estudaram outros sítios da Internet para tentar responder as questões dos Fóruns, o que nos gerou uma dúvida: Será que o sítio deveria ser ampliado? Entendemos que não, pois desejamos que os alunos consultem outras fontes, por exemplo, as contidas nos créditos do próprio sítio.

Na semana anterior, no Planetário, tivemos a idéia de que, em vez de levarmos os alunos até o Observatório Astronômico, poderíamos conseguir levar o Observatório Educativo Itinerante (OEI, 2005) até o colégio, o que aparentemente era mais fácil. Entramos em contato com o pessoal do OEI que atenciosamente marcou uma observação astronômica com telescópio para o dia 17/11/03 no pátio do colégio Dom Bosco. Convidamos insistentemente os alunos através dos recursos do TelEduc.

Naquela quarta-feira a participação dos alunos foi massiva. Ocorreram problemas com a ferramenta Portfólio do TelEduc e os alunos passaram a responder as questões na ferramenta Diário de Bordo.

O professor-regente estava bastante satisfeito com o trabalho dos alunos. Ele atuava apenas no sentido de orientá-los quanto às atitudes em informática. Tentava influenciar minimamente no estudo do conteúdo de Física.

Passamos a atuar mais incisivamente nos fóruns. Em alguns casos, notamos que os alunos não percebiam seus erros, apesar de tentarmos através de novas perguntas levá-los a concluir a resposta. Insistimos para que lessem as respostas dos colegas, mas notamos que vários respondem semelhantemente, apesar do outro colega ter respondido inadequadamente.

Confirmamos a visita ao Planetário para 24/11/3 às 16h e passamos a divulgar sistemática e insistentemente através das ferramentas do TelEduc.

Disponibilizamos a ligação do sítio ao hipertexto dos exemplos de exercícios envolvendo as Leis de Kepler. Também disponibilizamos a ligação do sítio às animações envolvendo as Leis de Kepler.

Propusemos como atividade de acompanhamento de aprendizagem que os alunos depositassem em seus Portfólios as respostas da animação Sistema Solar Incorreto, referentes às questões: a, b e c.

Verificando todos os Diários de Bordo e Portfólios, notamos que a maioria respondeu algumas das questões das simulações das Leis de Kepler. Estas ferramentas do TelEduc deveriam ter outro formato que permitisse uma observação mais rápida por parte do coordenador e formadores, pois se gasta muito tempo para abrir tudo.

Notamos, através dos Diários de Bordo e Portfólios, que os alunos muitas vezes priorizam a participação nos Fórum de Discussão em vez de executar todas atividades (questões propostas). Constatamos que vários alunos estavam atrasados nas suas atividades da introdução.

Ocorreram problemas com a ferramenta Portfólio que saiu do ar, e para que os alunos continuassem depositando suas atividades, foi sugerido que usassem a ferramenta Diário de Bordo. Pareceu-nos que seria interessante retirar a ferramenta Portfólio, pois ela tornou-se equivalente em uso ao Diário de Bordo, porém mais trabalhosa para observarmos. Como alguns alunos já possuíam muitas respostas depositadas no Portfólio, mantivemos esta ferramenta até o fim, porém estimulamos os alunos para utilizarem o Diário de Bordo como depósito de suas atividades.

Observando a ferramenta Acessos, notamos que praticamente todos alunos acessaram: Estrutura do Ambiente, Dinâmica do Curso, Fóruns de Discussão e Diário de Bordo. A distorção que ainda notamos, àquela altura do curso foi quanto à ferramenta Atividades, que apresentou algum problema de “sair do ar” durante a semana. Resolvemos repetir o conteúdo da ferramenta Atividades na Mural, que é muito estável.

Notamos que já existiam fóruns com participação superior ao número de alunos. Ainda assim, enviamos mensagens-eletrônicas para os alunos sugerindo que todos ativassem o notificador de novidades.

Acrescentamos nos Fóruns de Discussão a seguinte questão.

Por que Marte esteve tão próximo neste ano?

Desejávamos com esta questão que os alunos relacionassem este fato com as Leis de Kepler. Notamos que para responder, os alunos estavam fazendo pesquisas e copiando enormes respostas, parece que pensavam que quanto maior a resposta, maior deve ser a nota! Numa das respostas havia várias informações astrológicas, o que nos estimulou a colocar a seguinte questão no Fórum de Discussão.

Por que astrologia não é ciência?

Desejávamos que os alunos não confundissem Astronomia com Astrologia e refletissem sobre a epistemologia.

#### **Quarta semana:**

Na semana de 17/11/2003 a 23/11/2003, disponibilizamos as ligações com os novos hipertextos do sítio; o objetivo daquela semana era essencialmente estudar os tópicos de Gravitação e Campo Gravitacional. Este era o ponto alto do curso e acreditávamos que estava no momento adequado, pois os alunos já haviam tido tempo para se adaptar à sistemática do ensino a distância (EaD).

Durante esta semana, propositadamente, não disponibilizamos muitos fóruns, pois conforme já mencionamos, notamos que os alunos priorizavam os fóruns em detrimento das atividades. Neste momento eles precisavam atualizar suas atividades, até porque, tiveram problemas com acesso a algumas ferramentas do TelEduc. Também precisavam responder a várias animações.

Na noite de 17/11/2003 fomos para o Colégio Dom Bosco, onde conseguimos o auditório com computador e projetor de multimídia, mas sem internet e sem o programa máquina virtual. Conversamos com os alunos, das 19h às 19h30min, discutindo nossa proposta e explicamos nossos objetivos. Os alunos foram extremamente receptivos e

mostraram-se muito entusiasmados com o uso de informática para sua aprendizagem de Física. Estiveram presentes cerca de 20 alunos e foram muito participativos. Novamente expressaram que gostam das simulações, que ocorrem problemas de acesso a algumas ferramentas do TelEduc, particularmente ao usá-lo através dos computadores do colégio, e problemas com a falta do programa máquina virtual em algumas versões do Windows.

No final da conversa, chegaram a professora Dra. Eliane A. Veit (orientadora) e o professor Dr. Basílio S. Xavier (diretor do Observatório Educacional Itinerante). Ele nos explicou que não seria possível fazer observações astronômicas, pois o céu estava muito nublado, mas estava disponível para qualquer proposta. Resolvemos, mesmo assim, montar o telescópio no estacionamento do colégio, onde o professor Basílio fez uma excelente explanação sobre a proposta do Observatório Educacional Itinerante (OEI) e explicou detalhadamente o funcionamento do telescópio.

Neste momento o público presente já era de aproximadamente 30 pessoas, incluindo um pai e um tio de alunos, e uma coordenadora pedagógica do colégio. A admiração de todos era evidente. Começamos observando objetos distantes, tudo levava a crer que não teríamos observação celeste. Eis que um aluno conseguiu ver pelo buscador do telescópio o planeta Júpiter, então começamos as observações celestes. O céu abriu um pouco e conseguimos com muita persistência ver, além de Júpiter, Vênus, Marte e a estrela Alfa do Centauro que é uma dupla.

Ocorreu um caso que ilustra bem o entusiasmo do pessoal. Um pai já estava saindo com o carro do estacionamento quando avistou Vênus, buzinou, nos avisou, e voltou às observações. Ficamos observando até aproximadamente às 22h.

Os alunos externaram que estavam sentindo falta de novos fóruns. Propositadamente não acrescentamos novos para que eles priorizassem as atividades, que estavam atrasadas, e o estudo das animações. Os alunos tiveram bastante dificuldade em fazer os cálculos necessários para responder as questões propostas nas animações. Tentamos facilitar a aprendizagem acrescentando exemplos resolvidos. Apresentamos a resolução de exemplos sobre Gravitação, sobre Campo Gravitacional e sobre uma animação (*Physlets, 2005*).

Propusemos como atividade para esta semana a resolução das questões das animações 7 e 8, sendo que a 7 é bastante semelhante àquela que exemplificamos (animação 6) sobre Leis de Kepler e Gravitação, e a 8 é sobre campo gravitacional.

Acrescentamos mais duas questões nos Fóruns de Discussão.

Se uma bomba for abandonada de um satélite da Terra ela cairia no solo da Terra?

Se a atração gravitacional depende da massa dos corpos, por que um corpo mais pesado não cai mais rápido do que um leve? (Esta realmente é paradoxal, acreditamos que vários devem imaginar que objetos pesados caem mais rápido!)

### **Quinta semana:**

Na semana de 24/11/2003 a 30/11/2003, dispusemos as novas ligações do sítio com os hipertextos. A proposta naquela semana era o aprendizado do tópico Temas Afins e o término de aplicação do material desenvolvido.

Observamos todos os Fóruns de Discussão e em todos participamos para estimulá-los à continuidade do debate. Notamos que temos um longo caminho no sentido de ensiná-los a debater. (Eles falam, mas não conversam!) Notamos que a participação nos Fóruns de Discussão diminuiu significativamente. Isto deve ter ocorrido em virtude da maior quantidade de atividades na semana anterior.

Esporadicamente ocorreram problemas com a ferramenta atualizar no Internet Explorer. Ela não estava sendo atualizada como esperado no TelEduc.

A proposta de atividade para esta semana foi de depositar no Diário de Bordo as respostas da animação 4 sobre a órbita de satélites.

No dia 24/11/2003, na visita ao planetário, chegamos bem antes do horário previsto, para conversarmos com o pessoal do planetário. Conversamos sobre o programa a ser apresentado, sugerimos que pudessemos participar do programa fazendo comentários na abertura e discutindo o encerramento do programa. Também propusemos a apresentação dos principais objetos celestes daquela noite em Porto Alegre. Infelizmente vieram apenas um aluno e uma pessoa que iria filmar a conversa com os alunos. Esperamos praticamente uma hora e resolvemos desistir da apresentação para poupar a aparelhagem (planetário). Todos foram extremamente compreensivos com o cancelamento do programa. Inclusive o pessoal do Planetário propôs que pudessemos vir e nos encaixariam em uma outra data.

Refletindo sobre a lamentável ausência dos alunos, acreditamos que se deve principalmente a dois problemas: acúmulo de avaliações nesta última semana letiva e falta de transporte específico do colégio para o Planetário.

Durante uma aula ocorreu um fato lamentável. Dois alunos no Bate-papo do TelEduc usaram palavras de baixo calão se referindo a duas alunas que se sentiram ofendidas e procuraram o SOE do colégio causando constrangimento para o professor-regente e para o projeto. Os dois alunos foram suspensos.

Acreditamos que a atitude forte da direção do colégio Dom Bosco em suspender os alunos por um dia foi um gesto positivo, valorizando a seriedade do nosso trabalho. A fim de evitar problemas posteriores, retiramos a ferramenta Bate-papo do TelEduc.

Notamos que, em comparação com as semanas anteriores, pouquíssimos alunos estavam acessando o TelEduc, provavelmente por motivo de provas.

Acrescentamos ao sítio a ligação com os hipertextos que contém as respostas de todas as atividades. Enviamos uma mensagem-eletrônica para todos alunos do curso avisando sobre o novo tópico do sítio e as apreciações, por nos realizadas, sobre as manifestações nos fóruns.

#### **Sexta semana:**

Notamos que vários alunos continuavam visitando o TelEduc mesmo depois do término do curso.

## **CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo apresentaremos sucintamente os resultados obtidos durante a implementação desta experiência didática e discutiremos com algum detalhe certos resultados que envolvem as participações nos fóruns de discussão e os acessos dos alunos nos períodos extra-aula.

### **IV. 1. Apresentação dos resultados**

Começamos a apresentação dos resultados do curso baseando-nos nas informações da ferramenta Acessos do TelEduc do dia 20/10/2003 ao 30/12/2003. Posteriormente um resumo está sistematizado na Tabela 1.

A Estrutura do Ambiente teve 185 acessos dos alunos, sendo que praticamente todos os alunos acessaram ao menos uma vez, resultando em uma média de 2,7 acessos/aluno. Esta ferramenta explica o funcionamento de todas as outras, mas como o funcionamento das ferramentas é um tanto intuitivo, especialmente para um aluno com conhecimentos de informática, consideramos natural uma média tão baixa.

A Dinâmica do Curso teve 345 acessos dos alunos, sendo que praticamente todos acessaram ao menos uma vez, resultando em uma média de 5,1 acessos/aluno. É a ferramenta que apresentou nossa proposta do curso e não se alterou ao longo do mesmo.

A Agenda teve 5311 acessos dos alunos. Todos os alunos acessaram (até porque é a página de rosto do TelEduc), resultando em uma média de 78,1 acessos/aluno. Esta ferramenta foi alterada semanalmente e continha as informações básicas sobre a proposta de tópico de estudo do sítio de Gravitação e Temas Afins.

As ferramentas Atividades e Mural tiveram a mesma finalidade. O total de acessos dos alunos foi de 1667. Todos os alunos acessaram, resultando em uma média de 24,5 acessos/aluno. Estas ferramentas apresentavam detalhadamente a proposta de estudo da semana e das questões propostas no sítio, que deveriam ser depositadas no TelEduc.



Os Fóruns de Discussão tiveram 2762 acessos dos alunos. Todos os alunos participaram, resultando em uma média de 40,6 acessos/aluno. A média de acessos/aluno/fórum é de 3,1.

O Bate-Papo teve 1051 acessos dos alunos. Praticamente todos os alunos acessaram, resultando em uma média de 15,5 acessos/aluno. Esta ferramenta foi utilizada apenas para integrar os alunos.

O Correio teve 1889 acessos dos alunos. Todos os alunos acessaram, resultando em uma média de 27,8 acessos/aluno. O TelEduc não permite acesso do professor-coordenador ao número de *e-mails* enviados e recebidos pelos alunos. Para dar uma noção do número de mensagens-eletrônicas, o professor-coordenador enviou 94 mensagens-eletrônicas, muitas delas para todos os alunos, e recebeu 151 mensagens-eletrônicas. Também ocorreu uma intensa comunicação pelo Correio entre os professores: coordenador, regente e orientador.

O Perfil teve 1604 acessos dos alunos. Todos os alunos participaram, resultando em uma média de 23,6 acessos/aluno. Como eram duas turmas, provavelmente vários alunos liam os perfis dos alunos da outra turma.

As ferramentas Diário de Bordo e Portfólio tiveram a mesma finalidade. O total de acessos dos alunos foi de 2444, sendo que todos os alunos participaram, resultando em uma média de 35,9 acessos/aluno. Estas ferramentas são os depositórios das respostas dos alunos às questões propostas no sítio.

As atividades propostas semanalmente tinham a finalidade de estimular os alunos a estudarem os hipertextos do sítio de Gravitação e Temas Afins, bem como fazer com que interagissem com os *applets*. Durante as primeiras semanas conseguimos observar as respostas da maioria dos alunos e sugerir algumas alterações ou complementos, mas rapidamente a quantidade de informações (respostas) passou a ser muito grande. Além disto, é bastante trabalhoso abrir estes depositórios no TelEduc, o que tornou impraticável observar detalhadamente todas as respostas. Passamos a verificar superficialmente uma das respostas por aluno por semana. Ao final do curso, notamos que todos alunos responderam várias das questões propostas, mas a maioria não respondeu a todas as questões, independentemente da precisão da resposta. Na última semana do curso, acrescentamos uma nova ligação com as respostas de todas as questões e de todos os *applets*. Avisamos os alunos para conferirem as respostas e nos disponibilizamos para esclarecer qualquer dúvida.

Para motivar a participação e o envolvimento dos alunos, e propiciar uma variedade de respostas que acalorassem as discussões, os fóruns foram propostos com questões abertas, não necessariamente formuladas de modo preciso e as intervenções essencialmente objetivavam adicionar elementos às discussões, sem inibir novas contribuições em que sentido fossem. No entanto, colocados desta maneira, os fóruns acabaram inviabilizando uma análise mais objetiva da apreensão de conteúdos.

**Tabela 1.** Uso das diversas ferramentas do TelEduc, computado pelos acessos exclusivamente dos alunos e a média de acessos por aluno.

Ferramenta do TelEduc	Acessos dos alunos	Média de acessos/aluno
Estrutura do Ambiente	185	2,7
Dinâmica do Curso	345	5,1
Agenda	5311	78,1
Atividades e Mural	1667	24,5
Fóruns de Discussão	2762	40,6
Bate-Papo	1051	15,5
Correio	1889	27,8
Perfil	1604	23,6
Diário de Bordo e Portfólio	2444	35,9

Os fóruns de discussão, principalmente por serem uma ferramenta que exige maior interação entre os alunos, e entre os alunos e o professor-coordenador, o que os estimula bastante, possibilita a expressão por parte do aluno de conceitos físicos espontâneos. Além destas qualidades dessa ferramenta, e em função dos problemas anteriores das ferramentas depositórias (Portfólio e Diário de Bordo), optamos pela avaliação qualitativa das participações dos alunos nos fóruns de discussão. A Tabela 2 contém: o título de cada fórum,

a questão inicial (em alguns casos o título é a própria questão inicial), o número de participações dos alunos e o número de participações do professor-coordenador.

As primeiras sete questões dos fóruns de discussão tem objetivo claro de verificar a aprendizagem de conceitos físicos anteriormente estudados (subsunçores) e observar se os alunos estão dando o significado esperado aos novos conhecimentos de Gravitação e Temas Afins. As seis questões seguintes visam principalmente a manifestação do aluno quanto ao processo de aprendizagem, buscando estimulá-los à leitura dos hipertextos do sítio.

Apresentamos no que segue a análise de alguns resultados que julgamos importantes, principalmente sobre as participações dos alunos nos fóruns de discussões e os acessos em período extra-aula.

#### **IV. 2. Análise dos resultados**

Sob o ponto de vista de pesquisa em ensino de Física, a aplicação de nosso material e a análise dos seus resultados, apresentada nesta seção, devem ser consideradas como um estudo exploratório. Somente uma nova aplicação deste material, em que levemos em conta o conhecimento que adquirimos, poderá nos conduzir a resultados mais conclusivos. Posto isto, passamos a apresentar a análise dos nossos resultados.

Nos propusemos a fazer uma avaliação qualitativa, para a qual a maior fonte de informação foi a participação dos alunos nos Fóruns de Discussão (Pires, 2004b), particularmente porque as respostas são pouco acadêmicas, provavelmente expressando melhor os conceitos dos alunos sobre o assunto, o que em uma avaliação formal, muitas vezes, é substituído por memorização.

A avaliação da aprendizagem dos alunos foi realizada levando em conta somente os fóruns de número 1 a 7, que envolvem o conteúdo de Física trabalhado nas atividades. A participação dos alunos nestes fóruns foi, em média, uma em cada fórum, com um desvio padrão de um. As contribuições dos alunos foram categorizadas conforme a Tabela 3. Apresentamos, em seguida, alguns exemplos de participações dos alunos nos fóruns de discussão qualificadas nas diversas categorias propostas. O Apêndice A contém mais exemplos categorizados dos fóruns de 1 a 7, incluindo o total de participações em cada categoria e respectiva classificação nas categorias especificadas na Tabela 3.

**Tabela 2.** Título dos fóruns de discussão e número total de participações de alunos e do professor-coordenador. A avaliação sobre a aprendizagem de conteúdos foi realizada tendo por base as manifestações nos fóruns de número 1 a 7. Número total de alunos: 68.<sup>1</sup>

	<b>Fórum de discussão</b>	<b>Participações</b>	<b>Participações</b>
		alunos	Prof. Coord.
1	Se um satélite da Terra soltar uma bomba!  Um satélite artificial da Terra, solta uma bomba. Não levando em conta os efeitos da resistência do ar, poderá a bomba chegar ao solo?	102	3
2	Queda livre de corpos  Se a força gravitacional atua sobre todos os corpos, proporcionalmente a suas massas, por que um corpo pesado não cai mais depressa do que um outro leve?	77	3
3	Por que Marte esteve tão próximo neste ano?	65	2
4	Eclipses  Como a Lua gira em torno da Terra aproximadamente 12 vezes durante um ano, não é de estranhar que este ano tenha ocorrido apenas dois eclipses lunares em Porto Alegre?	90	15
5	Por que a Lua não cai na Terra?	76	11
6	Por que os planetas têm movimento retrógrado?	52	12
7	O que aconteceria se:  Cessasse o movimento de translação da Terra?  Cessasse o movimento de rotação da Terra?	78	14
8	De qual das simulações da Introdução você gostou?	62	5
9	De qual dos endereços da Introdução você gostou?	47	6
10	Você quer participar de Observação Astronômica?	54	7
11	Astrologia não é ciência. Por que?	78	3
12	O que você mais gostou na Introdução do sítio?	44	8
13	Estudar Física usando recursos de Informática  Como você está se sentindo estudando Física com recursos de Informática?	78	6

<sup>1</sup> Estes resultados foram apresentados na III Mostra de Trabalhos da Pós-Graduação do IF da UFRGS (Pires e Veit, 2004a).

## EXEMPLOS DE CONTRIBUIÇÕES DOS ALUNOS NO FÓRUM

### **Por que os planetas têm movimento retrógrado?**

#### **Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Aluno 25: “*como assim o resultado dos movimentos da Terra? quando eu respondi eu disse que não tinha movimento retrógrado que legal a tua resposta porém vou pesquisar mais sobre isso*”.

Aluno 13: “*depende do teu ponto de vista... Por que uma hora ele esta indo por um lado do sol, e otra hora esta voltando pelo outro lado...( tenho quase certeza ki eu errei... )*

*Se sim: disque 99999901*

*Se nao: disque 99999902 e me corrija.”*

#### **Categoria B (cópias):**

Aluno 17: “*Porque r produto escalar V é constante quando a Força é central... Isso faz com que o T seja 0... se t é zero,  $dL/dt = t = 0$ ... Se integrarmos isso vamos q  $L =$  constante... logo  $L = R \times P$  ( $p = mv$ ) é igual à  $L_0$  q é constante... o vetor normal ao deslocamento e velocidade (os 2 formam um plano) é constante! Isso faz com que fiquem num mesmo plano!”*

Aluno 9: “*porque há um ciclo dos planetas onde em determinadas épocas eles diminuem a sua velocidade originando o movimento retrógrado, parecendo que eles estão se movimentando pra trás*”. (Cópia do depoimento do Aluno 14, postada no fórum 7 minutos antes deste depoimento.)

#### **Categoria C (com erros de conteúdo):**

Aluno 25: “*bom... Retrógrado????????? enfim eu acho que é porque se tivesse uma movimentação para trás não haveria uma certeza de estações, climas, o universo seria completamente desorganizado.*”

Aluno 43: “*Por causa dos movimentos da terra e do sol.*”

**Tabela 3.** Categorias consideradas para a classificação das contribuições dos alunos nos fóruns de número 1 a 7, apresentados na Tabela 2.

Categorias	Classificação das contribuições dos alunos
A	Transparece que o aluno tão somente se <b>liberou da tarefa</b> que lhe foi proposta. Inclui-se nesta categoria alunos que comentam superficialmente respostas anteriores sem qualquer acréscimo pessoal ou fazem comentários gerais vagos.
B	Transparece que o aluno <b>copiou uma afirmativa de alguma fonte</b> . Incluem-se aí, alunos que copiaram comentários feitos pelos colegas ou aparentemente copiaram de outras fontes.
C	Transparece que o <b>aluno se envolveu</b> na discussão proposta, apresentando afirmativas que envolvem conteúdo de Física, mas que <b>não estão corretas</b> .
D	Transparece que o <b>aluno se envolveu</b> na discussão proposta, apresentando afirmativas que envolvem conteúdo de Física, <b>com argumentação coerente</b> , ainda que não responda apropriadamente a questão proposta.
E	Transparece que o aluno se <b>envolveu na discussão</b> proposta, apresentando afirmativas que envolvem conteúdo de Física, com <b>afirmativas corretas</b> , de vários tipos, especificados em E.1, E.2, E.3e e E.4.
E.1	<b>Fora de contexto.</b>
E.2	<b>Sem argumentação lógica que conduza à resposta.</b>
E.3	<b>Com argumentação que não explica a resposta.</b>
E.4	<b>Com argumentação corretas.</b>

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Aluno 14: *“porque os planetas tem um ciclo onde em determinadas datas diminuem sua velocidade dando origem ao movimento retrógrado dando a impressão que esta se deslocando para trás.”*

Aluno 16: *“Porque em certas épocas o movimento dos planetas muda, passando a ficar mais lento e dando a impressão de estar indo para trás. Mas na verdade, um planeta nunca se move para trás. É como se o planeta invertesse seu movimento em certas épocas e passasse assim a efetuar um movimento retrógrado (que no caso, é mais lento).”*

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Aluno 63: *“Porque os planetas tem um movimento que é quase sempre o mesmo, mas quando chega mais perto do sol, ele fica mais rápido. E isso acontece todos os anos.”*

Aluno 2: *“os planetas tem o mesmo movimento e quando ficam perto do sol ficam mais rapidos.”*

#### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Aluno 27: *“Porque é o resultado do movimento dos planetas em torno do Sol.”*

Aluno 64: *“ja mais o planeta movimenta-se pra tras “*

#### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Aluno 46: *“Porque o que ocorre, é o resultado dos movimentos da Terra e do planeta em torno do Sol.”*

#### **E.4 - com argumentação correta**

Aluno 22: *“pelo q observei os planetas só parecem ter movimento retrogrado, é uma ilusão causada pelo resultado da combinação dos movimentos dos em torno do sol e da terra”*

Aluno 49: *“Um planeta com órbita exterior à da Terra entra em movimento retrógrado quando a Terra "ultrapassa" esse planeta ao descrever a sua órbita anual em torno do Sol.”*

Na Tabela 4 vêem-se os percentuais de respostas em cada uma das categorias, para os fóruns de número 1 a 7. Somamos as categorias A e B que representam participações de alunos que parece que não se envolveram com a discussão do fórum. A categoria C representa participações de alunos que apresentam geralmente conceitos de Física em desacordo com os conceitos científicos atuais, muitos destes são intuitivos. A categoria C representa participações de alunos que geralmente não observaram atentamente qual era o modelo físico proposto na pergunta (ex: desconsidere resistência do ar). A categoria E, em suas 4 divisões, representa participações de alunos que apresentam conceitos físicos de acordo com os conceitos estudados e notaram o modelo físico adotado na pergunta. Consideramos que a soma das categorias C, D e E, representa as participações dos alunos envolvidos na discussão do fórum.

Observa-se na Tabela 4 que, na média, 67% dos alunos se envolveram na discussão (categorias: C+D+E), sendo que aproximadamente 22% dos alunos cometeram erros no conteúdo de Física (categoria: C). Apresentam indícios de aprendizagem significativa 45% dos alunos (categorias: D+E).<sup>2</sup>

Com o objetivo de verificarmos a participação de alunos em horários extra-aula fizemos um levantamento de entradas no TelEduc. Do dia 20/10 ao 30/12/2003 houve um total de 4865 acessos ao TelEduc. Subtraindo os acessos nos dias letivos, resulta ainda 3195 acessos. Excluindo os acessos, do professor-coordenador, do professor-regente e da professora-orientadora, resulta em 2451 acessos, que correspondem a magníficos 50,4% de acessos fora dos dias letivos. (Dobramos a disponibilidade ao estudo de Física!) Porém existem algumas considerações:

- alguns poucos alunos (cerca de três), fizeram uma competição de acessos;
- durante o mês de dezembro ocorreram acessos exploratórios de alunos (sem maiores contribuições);
- os alunos podem ter acessado o TelEduc no dia letivo, mas não em aula (muito provavelmente);

---

<sup>2</sup> Estes resultados foram apresentados IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (Pires e Veit, 2004b).



**Tabela 4.** Percentuais das contribuições dos alunos em cada uma das categorias para os fóruns de número 1 a 7, apresentados na Tabela 1.

Categorias	A+B	C	D	E
Fóruns				
1	30%	13%	43%	14%
2	30%	40%	10%	20%
3	55%	6%	3%	36%
4	38%	33%	5%	24%
5	44%	34%	3%	19%
6	23%	19%	25%	33%
7	13%	8%	0%	79%
Média	33%	22%	13%	32%

- os alunos podem ter acessado o sítio sobre Gravitação e Temas Afins sem passar pelo TelEduc (com certeza).

Em função destas possíveis distorções, fizemos um novo levantamento, tomando por base apenas os acessos aos Fóruns de Discussão. Notamos que o total de acessos a todos os Fóruns é de 3208. Subtraindo os acessos em dias letivos, resulta em 1442. Subtraindo os acessos dos professores, com cuidado de não incluir os acessos que já haviam sido subtraídos nos dias letivos, resulta em 1188 acessos. Constatamos através do TelEduc que 43% dos acessos dos alunos aos Fóruns de Discussão ocorreram em dias não-letivos, resultando em uma média de 17,5 acessos/aluno. Considerando que nos dias letivos todos os alunos presentes à aula acessaram o ambiente, o percentual de 43% nos parece bastante significativo. Além do que, muito provavelmente, ocorreram acessos extra-aula em dias letivos e muitos acessos ao sítio de Gravitação e Temas Afins ocorreram sem passar pelo TelEduc.

No Fórum de Discussão em que os estudantes opinaram sobre *Estudar Física usando recursos de informática* (Tabela 1, número 13), 69 participações (82% do total) foram muito favoráveis, 4 indiferentes, 3 com reservas e 2 desfavoráveis. Seguem alguns exemplos de participações favoráveis:

Aluno 48 "Está sendo interessante, pois nos proporciona um amplo conhecimento e também podemos fazer em casa mais descansado. Estou gostando..."

Aluno 5 "gostei da idéia, pois eu pude trabalhar em casa e tirar duvidas com o professor na sala de aula."

Aluno 1 "Estou me sentindo bem, porque assim, podemos ver esquemas melhores no computador que seria difícil de explicar sem o computador."

Aluno 55 "Eu gostei muito da idéia. Pois você pode estudar a hora que quiser sem contar que é muito mais interessante trabalhar no computador do que em sala de aula. A gente acaba aprendendo mais de uma forma bem mais divertida."

Aluno 49 "Eu acho que aprender física pela informática é bem melhor, porque você pode trocar idéias diferentes com outras pessoas, discutir opiniões. E também se você esta com alguma dúvida, você pode tirá-la pela Internet."

Aluno 6: "Eh bem mais bala entrar nas animações e poder mexer nelas também!"

Em nosso projeto a participação ativa do estudante foi propiciada ao longo de todo o processo, tanto através do uso das ferramentas de comunicação, quanto na exploração de animações interativas em que questões, cujas respostas dependiam crucialmente da manipulação das animações, eram propostas aos alunos.

Em relação às animações interativas exploradas, em número de 18, observou-se muito entusiasmo por parte dos alunos que, em sua grande maioria jamais haviam utilizado o computador como uma ferramenta cognitiva.

O professor-regente nos chamou a atenção para o fato de alguns alunos que, em aulas tradicionais são completamente omissos e desinteressados, no ambiente virtual de aprendizagem tornaram-se muito participativos. Os alunos que nitidamente são considerados participativos continuaram com a mesma atitude no ambiente virtual de aprendizagem.

Durante a experiência didática ocorreram dois fatos astronômicos notáveis: uma aproximação ímpar entre a Terra e Marte (28/08/03), e também aconteceu um belíssimo eclipse lunar (9/11/03). Estes fatos astronômicos e a visita do OEI ao pátio do colégio, foram muito estimulantes para a discussão do assunto em estudo.

## CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Nossa avaliação indica que conseguimos viabilizar a proposta de aumentar virtualmente a carga horária de Física, propiciando uma extensão da sala de aula, pois o cômputo dos acessos dos alunos ao ambiente virtual de aprendizagem, fora dos dias letivos, resultou no mínimo em 40%. Isto sugere uma alternativa para minimizar os efeitos da redução histórica da carga horária de Física no ensino médio.

Notamos também, nas participações dos alunos nos Fóruns de Discussão, que 67% se envolveram no projeto e 82% expressaram serem favoráveis a esta proposta de aprendizagem de Física. Estes resultados sugerem que conseguimos motivar significativamente os alunos, o que é essencial segundo Ausubel e Novak para estimular uma aprendizagem significativa. Os Fóruns de Discussão propiciaram verificar particularmente se “o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno” (Moreira, 1999, p. 178, cita Gowin).

O professor-regente da turma afirma que, apesar da implementação da experiência didática ter ocorrido apenas no último mês de aula que, geralmente, é mais “turbulento”, os alunos ficaram envolvidos muito mais do que em outras disciplinas que mantiveram a forma tradicional de ensino, assim como muito mais envolvidos com as aulas de Física do que em anos anteriores. Inclusive na avaliação dos alunos realizada ao final do ano letivo, o professor-regente da turma foi o melhor cotado dentre todos os professores da série, particularmente graças ao seu entusiasmo e inovação em suas aulas. Não se pode deixar de considerar que tamanho entusiasmo se deva em grande parte ao fator novidade; ainda assim, nossos resultados estariam mostrando que se podem estender as aulas de Física além dos seus limites espaciais e temporais pelo menos enquanto o fator novidade estiver presente. Parece-nos que esta experiência didática teve o tempo adequado para o envolvimento requerido do aluno. Se fosse maior, tornar-se-ia algo corriqueiro, e poderia reduzir o entusiasmo dos alunos.

Tradicionalmente o assunto de Gravitação é proposto no final do ano letivo, quando o é, o que muitas vezes faz com que, por falta de tempo hábil, acabe não sendo estudado. Também se nota que este assunto é pouco explorado nas provas de vestibular, o que acaba contribuindo para que seja eventualmente descartado do currículo real. Porém trata-se de uma

das interações fundamentais da natureza, sendo essencial para a interpretação da realidade cotidiana do aluno. Especialmente se levarmos em consideração que os meios de comunicação apresentam notícias com informações de Astronomia que raramente são discutidas em aula e muito menos contextualizadas em um assunto específico de Física. Por estes motivos, optamos por este tema, porém apresentando-o fortemente associado à Astronomia, e contextualizado com os eventos astronômicos (aproximação ímpar entre a Terra e Marte e um eclipse lunar) que ocorreram durante o período da experiência didática, e apresentando uma visão de Física como uma Ciência viva, inacabada, sob contínua evolução.

O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), particularmente de simulações interativas tipo *applet*, pode ser uma alternativa complementar as, cada vez mais, escassas aulas experimentais, pois a maioria dos colégios dispõe de alguns computadores equipados com Internet, mas muito poucos possuem condições de manter um laboratório de ensino de Física. Particularmente, em nosso caso, os *applets*, não poderiam ser substituídos por aulas experimentais. Existem assuntos da Física, em que as simulações interativas poderiam ser de extrema valia para compreensão de um fenômeno.

Os parâmetros curriculares nacionais (PCN+, 2001) enfatizam que se deve estimular o aprendizado da tecnologia usada para o desenvolvimento do conhecimento de Física. Hoje tanto a Física Teórica quanto a Experimental não podem prescindir do uso da informática. Portanto o uso de TIC como ferramenta cognitiva para a aprendizagem de Física, pode dar significado aos conhecimentos de informática que o aluno muitas vezes possui, além de poder propiciar noções de aprendizado sobre a tecnologia utilizada atualmente em Física. O melhor exemplo, neste sentido, são os *softwares* que permitem criar simulações físico-matemáticas (por exemplo: Modellus, 2005).

Parece que um dos maiores desafios no uso TIC com os alunos do ensino médio é estimular o uso da informática como ferramenta cognitiva de aprendizagem de Física e não, apenas e exclusivamente, como serviço de entretenimento, bastante comum no cotidiano deles.

Temos consciência de que o ensino usando TIC exige do professor muito mais tempo de trabalho extra-aula, agravando fortemente o problema de baixa remuneração do professor. Sabemos que um grande número de professores, para manter o poder aquisitivo, submete-se a uma assoberbada rotina de trabalho (vários empregos e muitas turmas), pois são mal

remunerados e não costumam receber qualquer remuneração pelo trabalho extra-aula. Esperamos que o uso de TIC no ensino venha a dar subsídios para a questão, já há muito discutida, da hora-atividade extra-aula.

Devemos considerar o fato de que a avaliação de um projeto como este não deveria ser medida tão somente pelo ganhos de aprendizagem em curto prazo, pois o estímulo causado por uma experiência como esta pode ter conseqüências futuras marcantes, ao dar uma nova visão da Física para o aluno. Porém a avaliação qualitativa desenvolvida neste trabalho está nos mostrando que se queremos que o aluno, além de motivação, tenha mais ganhos na aprendizagem significativa de conteúdos de Física, se precisaria de maior tempo no desenvolvimento do projeto e um processo de contínua avaliação.

Nosso projeto permitiu também que o professor-regente adquirisse a experiência necessária com o uso do ambiente de ensino para desenvolver o seu projeto de pesquisa.

Enfim o número de acessos dos alunos ao ambiente virtual de aprendizagem em horários extra-classe e seu envolvimento nos Fóruns de Discussões são indícios de que conseguimos viabilizar a proposta de aumentar virtualmente a carga horária de Física, propiciando uma extensão da aula. Na avaliação dos alunos o projeto foi muito estimulante, motivando-os marcadamente para a aprendizagem de Física. A extensão das aulas de Física propiciou a disponibilização de informações atualizadas de Física e Astronomia, no sentido de minimizar a defasagem curricular e apresentar a Física como uma Ciência em desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Ed. Plátano, 2002.

CEPA. *Centro de ensino e pesquisa aplicada do Instituto de Física da Universidade de São Paulo*. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

CHIQUETO, M. J.; PARADA, A. A. *Física*. São Paulo: Scipione, 1991. v. 1.

CLAROLINE. *Classroom on line*. Disponível em: <<http://www.claroline.net>>. Acesso em: 10 jan. 05.

CREF. *Centro de Referência para o Ensino de Física*. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://cref.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

DARDE, P. R. *Software simulador de eclipses*. Porto Alegre: Instituto de Física, Centro de Referência para o Ensino de Física; Planetário da UFRGS. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/astronomia/simuladoreclipses.html>> Acesso em: 10 jan. 05.

DOM Bosco. *Colégio Salesiano*. Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.colegiodobosco.net/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

ESCOLA do futuro. *Escola do futuro da Universidade de São Paulo*. São Paulo. Disponível em: <<http://www.futuro.usp.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

ESTAÇÃO ciência. *Centro de difusão científica, tecnológica e cultural da pró-reitoria de cultura e extensão universitária da Universidade de São Paulo*. São Paulo. Disponível em: <[http://www.eciencia.usp.br/site\\_2004/default.html](http://www.eciencia.usp.br/site_2004/default.html)>. Acesso em: 10 jan. 05.

FENDT, W. *Java Applets zur Physik*. Disponível em:  
<<http://home.a-city.de/walter.fendt/phd/phd.htm>>. Acesso em: 10 jan. 05.

GASPAR, A. *Física*. São Paulo, Editora Ática, 2001. v. 1.

IF. *Instituto de Física*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:  
<<http://www.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

JAVA *Sun Microsystems*. Disponível em: <<http://www.java.com/en/download/manual.jsp>>.  
Acesso em: 10 jan. 05.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da física para um novo ensino médio. *Física na Escola*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003. Disponível em:  
<<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 05.

LABORATÓRIO virtual. *Laboratório virtual da estação ciência*. São Paulo. Disponível em: <<http://www.eciencia.usp.br/laboratoriovirtual/default.html>>. Acesso em: 10 jan. 05.

LABVIRT. *Laboratório didático virtual*. São Paulo. Disponível em:  
<<http://www.labvirt.futuro.usp.br/indice.asp>>. Acesso em: 10 jan. 05.

LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. *Curso de física*. São Paulo: Scipione, 2000. v. 1.

MAGDALENA, B. C; COSTA, Í. E. T. *Internet em sala de aula, com a palavra, os professores*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

MODELLUS. *Interactive modelling with mathematics*. Disponível em:  
<<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>>. Acesso em 10 jan. 05.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.



MPEF. *Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física*, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/mpef/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

NEMIROFF, R.; BONNELL, J. *Astronomy picture of the day archive*. Disponível em: <<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/archivepix.html>>. Acesso em: 10 jan. 05.

NASA. *Educational videos*. Disponível em: <<http://agile.gsfc.nasa.gov/docs/heasarc/videos/education.html>>. Acesso em: 10 jan. 05.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa, Ed. Plátano, 1996.

NOVAK, J. D.; MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H. *Ensinando ciência para compreensão: uma visão construtivista*. Lisboa, Ed. Plátano, 2000.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. *JITT. Just in time teaching. Blending active learning with web technology*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2003. Disponível em: <<http://webphysics.iupui.edu/jitt/jitt.html>>. Acesso em: 10 jan. 05.

OEI. *Observatório Educativo Itinerante*. Porto Alegre: Instituto de Física, Departamento de Astronomia, UFRGS. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/oei/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. F. O. *Astronomia e astrofísica*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

PCN+ BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. PCN+ Brasília, 2001. Disponível em: <[http://cenp.edunet.sp.gov.br/Ens\\_medio/em\\_pcn.htm](http://cenp.edunet.sp.gov.br/Ens_medio/em_pcn.htm)>. Acesso em: 10 jan. 05.

PERELMAN, J. I. *Brincando com astronomia*. São Paulo: Editora Fulgor, 1961.

PERELMAN, Y. *Física recreativa*. Moscou: Mir, 1969. v. 2.

PHYSLET. *Davidson College Physlet Archive*. Disponível em:

<<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>>. Acesso em: 10 jan. 05.

PIRES, M. A. *Gravitação e temas afins*. Disponível em: <<http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/>>.

Acesso em: 10 jan. 05.

PIRES, M. A. *Física*. Disponível em:

<[http://cref.if.ufrgs.br/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod\\_curso=34](http://cref.if.ufrgs.br/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod_curso=34)>. Acesso em: 10 jan. 05.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Uma análise preliminar do uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física. In: MOSTRA DE TRABALHOS DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2004, Porto Alegre. *Programação e resumos*. Porto Alegre: Instituto de Física/UFRGS, 2004. p. 20-21. Disponível em:

<<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/IIIMostraPgMarcelo2004.jpg>>. Acesso em: 10 jan. 05.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Uma análise preliminar do uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. *Programação e resumos*. Jaboticatubas: Sociedade Brasileira de Física, 2004. p. 155. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0025-1.pdf>>. Acesso em 10 jan. 05.

PRETTO, N. L. *Uma escola sem/com futuro: educação e multimídia*. Campinas: Papirus, 1996. (Coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

REIS, E. M.; REZENDE, F.; BARROS, S. de S. Desenvolvimento e a avaliação de um ambiente construtivista de aprendizagem a distância para formação continuada de professores de física do norte-fluminense. Disponível em:

<[http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper\\_visem/ernesto/ernesto\\_macedo\\_reis.htm](http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper_visem/ernesto/ernesto_macedo_reis.htm)>.

Acesso em: 10 jan. 05.

ROCHA, J. F.; PONCZEK, I. L. P.; PINHO, S. T. R.; ANDRADE, R. F. S.; FREIRE JÚNIOR, O.; RIBEIRO FILHO, A. *Origens e evolução das idéias da física*. Salvador: EDUFBA, 2002.

ROODA. *Rede cooperativa de aprendizagem*. Disponível em: <<http://rooda.edu.ufrgs.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

SANTOS, J. N.; TAVARES DA SILVA, R. Animação interativa como organizador prévio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. *Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Curitiba: CEFET-PR, 2003, p. 2333-2342. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

SILVEIRA, F. L. da. A filosofia da ciência e o ensino de ciências. *Em Aberto*, Brasília, v. 11, n. 55, p. 36-41, jul./set. 1992.

SOUZA, A. F. Ensino a distância. *Revista Galileu*, Rio de Janeiro, n. 142, p. 39-50, maio 2003. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT530042-2681-1,00.html>>. Acesso em: 10 jan. 05.

STRUCHINER, M.; RESENDE, F.; RICCIARDI, R. M. V.; CARVALHO, M. A. P. Elementos fundamentais para o desenvolvimento de ambientes construtivistas de aprendizagem à distância. *Revista Tecnologia Educacional*, Rio de Janeiro, v. 26, p. 3-11, 1998.

TARASOV, L.; TARASOVA A. *Preguntas y problemas de física*. Moscou: Mir, 1976.

TAVARES DA SILVA, R. *Romero Tavares*. João Pessoa. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

TELEDUC. *Ambiente de suporte para ensino-aprendizagem a distância*. Disponível em: <<http://teleduc.nied.unicamp.br/pagina/index.php>>. Acesso em: 10 jan. 05.

UFPb. *Universidade Federal da Paraíba*. João Pessoa. Disponível em:  
<<http://www.ufpb.br/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

UFRGS. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Disponível em:  
<<http://www.ufrgs.br/ufrgs/>>. Acesso em: 10 jan. 05.

USP. *Universidade de São Paulo*. São Paulo. Disponível em:  
<<http://www2.usp.br/publishing/insite.cgi>>. Acesso em: 10 jan. 05.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002.

## APÊNDICES

<b>Apêndice A:</b> Classificação dos Fóruns de Discussão.....	78
<b>Apêndice B:</b> CD com o sítio sobre Gravitação e Temas Afins.....	97

## **APÊNDICE A: CLASSIFICAÇÃO DOS FÓRUNS DE DISCUSSÃO**

Neste apêndice apresentamos a classificação de alguns dos fóruns de discussão, particularmente aqueles que envolviam respostas fundamentadas em conhecimentos Físicos. Colocamos o número de participações em cada categoria, exemplificamos cada caso com duas participações (sempre que possível). O processo de classificação dos depoimentos dos alunos nas diversas categorias foi bastante qualitativo, muitas vezes influenciado por depoimentos anteriores.

As categorias A e B referem-se a depoimentos de alunos que, a nosso ver, pouco ou nada se envolveram com a discussão do fórum. A categoria C refere-se a depoimentos de alunos que se mostravam envolvidos, mas cometem erros graves de Física, geralmente associados aos conhecidos conceitos intuitivos. A categoria D refere-se a depoimentos de alunos que se mostravam envolvidos, mas provavelmente não se deram contas do modelo físico adotado na discussão do fórum. A categoria E refere-se a depoimentos de alunos que se mostram envolvidos e tangenciaram ou atingiram a resposta que consideramos adequada. As diversas categorias estão discriminadas na Tabela 3 do Capítulo IV.

### **Classificação do Fórum: Por que a Lua não cai na Terra?**

#### **Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 12

Ex: aluno 58 “Se fosse com suas palavras ficaria bem melhor...”

aluno 52 “Não precisa dizer que é uma resposta boba, eu acho que está correto.”

#### **Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: 21

Ex: aluno 14 “A Lua cai em direção ao centro da Terra, mas não se aproxima dele porque existe outro movimento que tende a afastá-la deste mesmo centro. Esses dois movimentos se compensam e a Lua descreve um movimento circular uniforme com a Terra no centro.”

aluno 17 “Em 8 km, a Terra se curva 4,9 m para baixo em relação a um plano horizontal tangente ao ponto de origem desses 8 km (figura 1). Imaginemos que um satélite é disparado horizontalmente a uma velocidade de 8 km/s, realizando o que teoricamente se costuma chamar de "voô rasante". Esse satélite será acelerado em direção ao centro da Terra como qualquer outro corpo em queda livre. No primeiro segundo de voô, o satélite cai  $4,9 * t^2 = 4,9$  m, isto é, exatamente o mesmo que a Terra se curva em relação ao plano tangente. Por isso, o satélite não estará mais perto nem mais longe da Terra do que estava no segundo anterior. Sim ela cai. Mas não se aproxima ! Acontece que a força gravitacional é uma força central, isto é, se considerarmos o movimento da lua aproximadamente circular e uniforme(MCU), ela tem o sentido do centro da circunferência. Por isto ela não realiza trabalho, por ser perpendicular ao deslocamento (que é tangencial em cada ponto da trajetória). Portanto o efeito da força gravitacional é só o de alterar a direção do vetor velocidade. Agora, se não considerarmos um MCU, existe um deslocamento na direção do centro da trajetória (da Terra), mas o deslocamento tangencial é muito maior, de tal modo que a resultante vetorial a afasta muito do centro, mantendo-a a uma distância praticamente constante.”

### **Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 26 (é interessante notar que muitas destas respostas contêm a inércia galileana em que a resultante de forças nula implica em MCU).

Ex: aluno 5 “A terra fica em orbita em torno da Lua, pois há uma força de centro da Terra que causa essa atração. A lua não cai, pois está sempre em movimento e existe a força de atração entre ela e a Terra.”

aluno 4 “A Lua cai em direção ao centro da Terra, mas não cai na Terra porque existe um movimento contrario a este, assim ficando em MCU em relação a Terra.”

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: 2

aluno 13 “Por que o movimento que ela faz ao redor da terra eh em forma oval. Quando a Lua esta perto da terra a velocidade é menor, e quando ela está longe da

terra a velocidade é menor, Quando a velocidade eh menor, favorece o aproximamento da Lua na Terra.. E quando a velocidade é maior (perto da terra), favorece o afastamento. Por isso ela não bate na Terra. Foi essa conclusao que eu cheguei.....”

aluno 6 “Uma força que atrai ao centro da Terra. Esta tera tal resultante velocidade perpendicular (força).resultando que a orbita a Terra e não cairá enquanto a velocidade que lhe sustentara fora de risco de cair na terra continuar agindo em cima deste sistema existente.”

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: 2

aluno 13 “Eu botei com as minhas palavras a resposta.. pelo o que eu entendi... e eu nao sei por que a velocidade varia.. acho que é por que quanto mais perto da terra maior a forca. e quanto maior a forca, maior a velocidade... ( ou nao .. ) mas acho que é isso..e outra coisa... o pedro pinto escreveu um livro ali né..”

aluno 2 “A lua não cai na terra? Resposta:A lua cai mais não se aproxima porque a força gravitacional é uma força central.”

#### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 1

aluno 22 “A lua não cai por existir uma força gr4avitacional de mesmo tamanho, a lua esta em orbita em volta da terra, para q ela saia da orbita, é necessario, uma grande força gravitacional, o q a terra não tem, de qualquer force se acontecesse, terra sofreria um grande impaquito, pela lua ser o q mantem um serto equilibrio no planeta.”

#### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 2

aluno 37 “Por causa da gravidade da Terra que não é suficiente para isso e a velocidade da lua não permite.”

aluno 40 “apesar de realizarem o mesmo movimento ela nao cai pois as lua exerce outro movimento que tende afasta-la da terra.”



#### **E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 9 (foram consideradas corretas as respostas que argumentam sobre a existência de uma força gravitacional entre a Terra e Lua, e que o movimento orbital da Lua impede que ela atinja a superfície da Terra).

Ex: aluno 55 “A lua é atraída pela força gravitacional da terra mas ela não cai pois tem velocidade suficiente para orbitar a terra e não cair.”

aluno 15 “A lua tem velocidade suficiente para se manter na órbita, por isso que ela não cai na terra.”

#### **Classificação do Fórum: Porque os planetas têm movimento retrógrado?**

##### **Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 6

Ex: aluno 39 “so uma coisa e que movimento retrografo”

aluno 13 “depende do teu ponto de vista... Por que uma hora ele esta indo por um lado do sol, e otra hora esta voltando pelo outro lado.... ( tenho quase certeza ki eu errei... )  
Se sim: disque 99999901 Se nao: disque 99999902 e me corrija”

##### **Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: 6

Ex: aluno 9 “porque há um ciclo dos planetas onde em determinadas épocas eles diminuem a sua velocidade originando o movimento retrógrado, parecendo que eles estão se movimentando pra trás”

aluno 28 “Por que com a diferença de velocidade, órbita e outros fatores entre os planetas quando olhados um planeta de estatística menor junto com um de estatística maior parece que o maior começa a ir para trás”

##### **Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 10

Ex: aluno 6 “Não marte aliás me esqueci de explicar ela se desloca também para trás mas dando a impressão que não está se deslocando por exemplo do fenômeno que Marte se encheva a olho nu da Terra isso comprova que ele se desloca e as vezes quando ele se desloca muito nota que ele se desloca para frente e para trás.”

aluno 20 “O planeta roda em torno do seu eixo no sentido contrário ao da maior parte dos planetas e satélites do Sistema Solar.”

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: 13

Ex: aluno 14 “porque os planetas tem um ciclo onde em determinadas datas diminuem sua velocidade dando origem ao movimento retrógrado dando a impressão que está se deslocando para trás .”

aluno 8 “Não sei muito bem, mas acho que é porque todos os planetas fazem a sua órbita ao redor do Sol, no mesmo sentido.”

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: 2

aluno 63 “Porque os planetas tem um movimento que é quase sempre o mesmo, mas quando chega mais perto do sol, ele fica mais rápido. E isso acontece todos os anos.”

aluno 2 “os planetas tem o mesmo movimento e quando ficam perto do sol ficam mais rápidos.”

#### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 3

Ex: aluno 64 “ já mais o planeta movimenta-se pra trás”

aluno 27 “Porque é o resultado do movimento dos planetas em torno do Sol.”

### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 1

aluno 46 “Porque o que ocorre, é o resultado dos movimentos da Terra e do planeta em torno do Sol.”

### **E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 11 (foram consideradas corretas as respostas com argumentação principal de que o movimento retrógrado é resultante da combinação dos movimentos da Terra e dos planetas em torno do Sol, sob o ponto de vista da Terra).

Ex: aluno 49 “Um planeta com órbita exterior à da Terra entra em movimento retrógrado quando a Terra "ultrapassa" esse planeta ao descrever a sua órbita anual em torno do Sol.”

aluno 62 “Os planetas estão suficiente perto de nós para ser facilmente observável o seu movimento sobre o fundo de estrelas "imóveis". O movimento retrógrado dos planetas resulta da combinação do movimento do planeta em torno do Sol com o movimento da Terra em torno do Sol. Os planetas não mudam realmente o sentido do seu movimento, só parece que isso acontece porque os observamos a partir da superfície da Terra.”

**Classificação do Fórum: O que aconteceria se: Cessasse o movimento de translação da Terra? Cessasse o movimento de rotação da Terra?**

### **Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 10

Ex: aluno 17 “eh uma resposta bem curta naum acha, bem que ela podia ser mais extensa.”

aluno 45 “o caos! o caos! hehehe o que mais me incomodaria seria nao poder dormir direito.... ^^x”

### **Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

**Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 6

Ex: aluno 6 “Eu acho que a terra continuaria na mesma distância que está do sol mas não sei se realmente é isso!!”

aluno 13 “A gravidade do sol é maior que a da Terra por que ele tem mais massa...mas ai tu mi pergunta: por que nos da terra nao atramos objetos pequenos? Por que nossa gravidade é muito fraca, e é anulada pela da Terra.... :)”

**Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

**Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

**E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

**E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

**E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 57 (basicamente explicam que não haveria sucessão de noite e dia, e não ocorreriam as estações do ano).

Ex: aluno 37 “Não teriamos estações.A terra seria aquecida somente em uma parte, a outra parte seria frio. De um lado da terra seria noite, de outro seria dia.”

aluno 58 “a terra iria ser puxada pelo o sol a lua p/ terra e assimtd ia se acabar hehehe.”

**E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 5 (com argumentação principal de que ocorreria o movimento inercial dos corpos sobre a superfície da Terra e esta se moveria em direção ao Sol).

Ex: aluno 53 “A Terra pararia com seu movimento de translação. Não teria mais estações do ano e nós continuaríamos em movimento pela lei da inércia e não haveria vida. E também a Terra seria atraída par o Sol.”

aluno 28 “Se o movimento de translação da Terra cessasse além de sempre estar em um a mesma estação de ano quando ela parasse nós por inércia continuaríamos em movimento e isso causaria uma grande destruição. Se o movimento de rotação da Terra cessasse em um lado teria luz e bastante calor e no outro seria escuro e muito frio.”

**Classificação do Fórum: Como a Lua gira em torno da Terra aproximadamente 12 vezes durante um ano, não é de se estranhar que este ano tenha ocorrido apenas dois eclipses lunares em Porto Alegre?**

**Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 24

Ex: aluno 66 “Acho que deveria pesquisar antes de colocar su a resposta no forum”

aluno 67 “muito estranho pois só ocorreu duas vezes em Porto Alegre”

**Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: 10

Ex: aluno 50 “Acho que isso acontece porque o eclipse, define-se como o fenômeno em que um astro deixa de ser visível, totalmente ou em parte, ou pela interposição de outro astro entre ele e o observador, ou porque, não tendo luz própria, deixa de ser iluminado ao colocar-se no cone de sombra de outro astro.”

aluno 60 “O Eclipse, define-se como o fenômeno em que um astro deixa de ser visível, totalmente ou em parte, ou pela interposição de outro astro entre ele e o observador, ou porque, não tendo luz própria, deixa de ser iluminado ao colocar-se no cone de sombra

de outro astro . Estes fenômenos são um pouco mais raros de acontecer do que as fases lunares e isto ocorre porque o plano da órbita lunar está inclinado de 5° (cinco graus) em relação ao plano da Eclíptica, que é o plano onde nós encontramos a Terra orbitando ao redor do Sol, mas além de tudo em relação que a lua gira em torno da terra aproximadamente 12 vezes durante um ano é muito estranho ocorrer que tenha apenas acontecido somente 2 eclipses lunares. Por isso que não somos tão privilegiado”

### **Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 30

Ex: aluno 22 “o motivo disto é que as rotas das orbitas da lua e do sol, não se cruzam com a mesma frequenci com a qual a lua da a volta na terra.”

aluno 31 “Po, não devem ter ocorrido mais eclipses porque a lua não se alinhou com o sol, apenas 2 vezes”

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: 4 (basicamente explicam o eclipse lunar).

Ex: aluno 1 “Um eclipse acontece sempre que um corpo entra na sombra de outro, e nao é somente em porto alegre que ele acontece, eli as vezes pode acontecer na europa, nos Estados Unidos, isso depende.”

aluno 26 “Para enxergarmos os eclipses lunares é preciso q a lua a terra e o sol encaixen-se, fiquem numa "linha reta", esses acontece muitas vezes no ano mas como a terra também está em movimento, nós nem sempre podemos enxerga-los aqui em Porto Alegre, pois estão ocorrendo em outras regiões do Mundo.”

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: 1

aluno 35 “Um eclipse solar ocorre quando a Lua bloqueia nossa visão do Sol. O eclipse solar é uma sombra (umbra) que cai sobre uma área da Terra quando a Lua se move entre o Sol e a Terra.”

### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 19 (baseiam-se apenas no alinhamento do Sol, Terra e Lua).

Ex: aluno 56 “Porque apesar da Lua dar 12 voltas por ano ao redor da Terra, não é sempre que a Terra está alinhada para que ocorra o eclipse em Porto Alegre.”

aluno 37 “Eu acho q acontece assim.. quando a lua fica na sombra da terra a lua não reflete a luz solar, daí não conseguimos ve-la. Pelo menos é assim q eu penso.. : )”

### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

### **E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 2 (com argumentação principal de que o eclipse lunar depende do alinhamento Sol-Terra-Lua, o que não é tão comum, em virtude da inclinação da órbita da Lua em relação à eclíptica, porem ambas respostas parecem ser baseadas em outras fontes).

aluno 49 “Um eclipse acontece sempre que um corpo entra na sombra de outro. Assim, quando a Lua entra na sombra da Terra, acontece um eclipse lunar. Quando a Terra é atingida pela sombra da Lua, acontece um eclipse solar. O plano da órbita da Lua está inclinado  $5,2^\circ$  em relação ao plano da órbita da Terra. Portanto só ocorrem eclipses quando a Lua está na fase de Lua Cheia. Por causa da inclinação da órbita lunar ocorreram so dois eclipses em Porto Alegre.”

aluno 35 “Um eclipse lunar ocorre quando a Terra se interpõe entre o Sol e a Lua, projetando sua sombra sobre o satélite. Os eclipses lunares ocorrem sempre na fase Cheia, pois é nesta ocasião que a Terra está posicionada entre o Sol e a Lua. Mas há um fato que impede de haver um eclipse lunar a cada Lua Cheia, é a inclinação da órbita lunar. No momento em que ocorre o eclipse lunar, ele é visível em qualquer ponto da Terra que tenha a Lua acima do

horizonte. Minha Conclusão: Não é de suprender os dois eclipses lunares que aconteceram em Porto alegre, porque a cada lua cheia, que pode ocorrer um eclipse lunar, pode ser impedido de acontecer por causa de uma inclinação da órbita lunar.”

### **Classificação do Fórum: Porque Marte esteve tão próximo da Terra neste ano?**

#### **Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 23

Ex: aluno 31 “Nao copiou mais pq nao entro ??? po hein cara tu sabe bastante hein ! hehe #)”

aluno 21 “é por causa da sua orbita e de suas posições e seu alinhamento.”

#### **Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: 13

Ex: aluno 60 “Nossa melhor observação de Marte ocorre a cada dois anos, quando o Planeta Vermelho faz oposição ao Sol. Nestas ocasiões, Marte alinha-se com a Terra e o Sol ficando a Terra no centro e assim Marte aproxima-se de nós. Em virtude das órbitas dos planetas serem elípticas e não circulares, nem todas as oposições acontecem com Marte tão próximo da Terra, como ocorrerá em agosto de 2003. As oposições mais favoráveis à visualização do planeta, quando a distância entre Terra e Marte é quase mínima - aumentando seu diâmetro aparente e seu brilho visual - ocorrem quando Marte se encontra no periélio, ou seja em sua aproximação máxima do Sol, ou em suas vizinhanças, e por isto estas são conhecidas como oposições periélicas. Tal condição apresenta-se a cada 16 anos em duas ou três oposições sucessivas. Nestas ocasiões Marte pode ser visto a olho nu, em sua coloração avermelhada, razão pela qual recebeu o nome do deus da guerra romano. A aproximação de 2003 faz parte do ciclo iniciado com a oposição de 21 de junho de 2001, quando Marte chegou a 67,3 milhões de km, e esteve visível, sem a necessidade de instrumentos, entre maio e agosto de 2001. Este ano, em 27 de agosto, com Marte



na constelação de Aquários, mas no signo de Peixes, a aproximação será máxima, 55,758 milhões de km, e Marte alcançará seu maior brilho (magnitude -2,88). A oposição ocorre no dia 28 de agosto e o periélio no dia 30, portanto praticamente simultâneos. Esta aproximação é mesmo um "record" muito especial, porque segundo as pesquisas elaboradas na Universidade de Nápoles pelo italiano Aldo Vitagliano, especialista em mecânica celeste computadorizada, só em 57617 A.C. Marte esteve um pouquinho mais próximo, chegando a 55,718 milhões de km da Terra. Segundo o astrônomo Ronaldo Mourão, em seu Anuário de Astronomia 2003, poderemos observar Marte no período compreendido entre julho e setembro. Será mais fácil localizá-lo nos dias de sua conjunção com a Lua, 17 de julho, 14 de agosto, 09 de setembro e 06 de outubro. Vamos aproveitar a oportunidade para observar Marte a olho nú. No século passado, Marte já esteve muito próximo da Terra nas oposições periélicas de julho de 1939 (58 milhões de km), outubro de 1941 (61 milhões de km), setembro de 1956 (56 milhões de km), agosto de 1971 (57 milhões de km) e julho de 1986 (60 milhões de km). O grande astrólogo francês André Barbault estudou o reflexo das oposições periélicas de Marte e chamou nossa atenção para sua importância, porque esta condição aumenta a tendência à belicosidade promovendo agitações e violência na Terra. Barbault verificou que ocorreram oposições periélicas em ocasiões importantes para a Segunda Guerra Mundial. A primeira em 27 de julho de 1939, sinalizou o estouro da guerra na Europa e a segunda em 30 de outubro de 1941, quando o Japão preparava o ataque a Pearl Harbour, ocorrido em 7 de dezembro do mesmo ano, que tornou o conflito mundial. Finalmente em 2001, a oposição de junho antecedeu os atentados terroristas aos Estados Unidos, exacerbando a tensão da oposição Saturno/Plutão que se desenvolvia na ocasião. Felizmente não estamos em conjunturas astrológicas como as de 1939, 1941 e 2001 contudo, desta feita, Marte poderá ampliar a oposição Júpiter/Urano, que embora sem a intensidade da oposição Saturno/Plutão, tem contexto explosivo, promovendo rebeldia contra o poder estabelecido, reivindicações de toda ordem levando a conflitos e desordem, além da perspectiva de instabilidade econômica. Esta oposição far-se-á exata em 30 de agosto, simultânea à aproximação periélica de Marte. Esperamos que este contexto possa ser atenuado pela trílice conjunção com o Sol dos dois planetas ditos astrologicamente benéficos, Vênus e Júpiter, que ocorrem respectivamente nos dias 17 e 22 de agosto. Este encontro pode desfazer crises e, em caso de conflitos, promover acordos. Entretanto, dois outros fatores poderão exacerbar, negativamente, a oposição periélica

de Marte. O primeiro é o fato de Saturno alcançar seu periélio pouco antes de Marte, em 26 de julho de 2003. Este fenômeno, que ocorre a cada 29 anos, desde 1915 não coincide com o perélio de Marte. Segundo estudos do astrólogo americano Gary Caton, considerando que dentre outros acontecimentos, 1915 foi o ano em que os armênios foram massacrados pelos turcos, a conjugação, em um mesmo ano, do perélio de Marte e de Saturno, exacerba o lado tirânico do planeta dos anéis. O segundo fator é a proximidade entre Marte e Urano durante o período que vai de meados de setembro a meados de outubro. Marte permanece no grau 0º de Peixes, onde estaciona em seu movimento retrógrado e passa ao movimento direto, e Urano, voltando a Aquarius em seu movimento retrógrado, estará no grau 29. Esta proximidade pode promover desordens e acidentes, desde os mais simples aos mais marcantes. É preciso considerar que, no que se refere à Astrologia coletiva, não devemos nos preocupar com as datas exatas dos fenômenos astronômicos, pois o importante é o contexto que eles promovem. As situações indicadas podem ocorrer antes ou depois das datas exatas.”

aluno 55 “Pesquisando achei um dado que em 27 de agosto marte esteve 55,76 milhões de quilômetros de distancia da terra. que é a menor distância entre estes dois planetas desde o ano 57537 AC. Depois desta aproximação, Marte só voltará a se aproximar da Terra a uma distância semelhante no ano 2287.”

### **Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 4

Ex: aluno 40 “quando dois planetas encontram-se no mesmo foco do sol.”

aluno 58 “Porque ele ficou, como de tempo-em-tempos acima de nós da terra e a gravitação atuante entre nos e o sol ajudou a ele se aproximar.”

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: 2

aluno 26 “Isso acontece , porque de dois em dois anos a terra se alinha com marte, e pelo motivo das órbitas do planeta que são elípticas marte se aproxima da terra.”

aluno 37 “Acontece quando marte se alinha com a terra, e pelo que eu sei acontece a cada dois anos.”

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

#### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 3

Ex: aluno 28 “Acredito que esteja relacionado com a órbita dos dois planetas, parece que a cada dois anos Marte se aproxima mais da Terra. Como os dois planetas vão em mesma direção eles podem ficar bem pertos um do outro.”

aluno 53 “De dois em dois anos Marte se alinha com o Sol e a Terra.

Marte deve ter ficado mais próximo por causa das órbitas.”

#### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 13 (argumentação incompleta, particularmente quanto à oposição ter sido periélica).

Ex: aluno 5 “As órbitas dos planetas são elípticas, e ocorre um fenômeno que faz com que o Sol a Terra e Marte fiquem alinhados, fazendo com que Marte fique mais próximo da Terra.”

aluno 7 “esse fenomeno acontece de dois em dois anos, isso acontece quando a terra, sol e marte se alinham”

#### **E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 7 (com argumentação principal de que a órbita dos planetas é elíptica e que, explicita ou implicitamente, argumenta que a oposição Terra-Marte foi aproximadamente periélica).

Ex: aluno 43 “quem explicou isso foi Kepler com suas observações. ele afirmou que as órbitas são elípticas. está relacionado com o foco, quando dois planetas encontram-se do mesmo lado do Sol a distância entre eles será mínima, embora

os valores não sejam sempre iguais. essa proximidade ocorreu porque os dois planetas se encontram mais perto do sol ou não.”

aluno 67 “Isso ocorre de dois em dois anos auqndo Marte fica em oposição ao Sol. Isso faz com que Marte fique mais próximo da Terra, além disso as órbitas são elípticas, por isso podem alterar-se”

**Classificação do Fórum: Um satélite artificial da Terra solta uma bomba. Não levando em conta os efeitos da resistência do ar, a bomba poderá chegar ao solo?**

**Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 25

Ex: aluno 33 “Eu acredito que a sua resposta esteja boa, mas não está completa. Eu penso que voce deveria aperfeisoar esta pesquisa”

aluno 48 “A tua resposta poderia ser mais explicada mas foi uma boa resposta.”

**Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: 4

Ex: aluno 50 “Eu acho que a bomba nao deve explodir por causa da aceleração que nao dve ser muita também.”

aluno 12 “Pode sim mas poderia também explodir antes pelo calor.”

**Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 13

Ex: aluno 49 “eu acho que ela não cai, porque ela e solta e não jogada, então ela não tem aceleração para chegar a terra.”

aluno 1 “Eu acho que a bomba nao deve explodir por causa da aceleração que nao dve ser muita também.”

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: 38 (argumentam principalmente sobre a “reentrada” na atmosfera).

Ex: aluno 17 “talvez, ela pode chegar ao solo caos ela não se exploda primeiro, por causa do calor que ela pode gerar enquanto cai.”

aluno 6 “Se cair pode ser uma bomba pois além do impacto ele também sobreaqueceria ao passar pela camada de ozônio tornando-se uma bola de chama em pedaços!!!”

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: 3

Ex: aluno 36 “Se a bomba tiver um propulsor que a leve até o solo ela chega sim...sinao...nao!”

aluno 58 “Se ele for impulsionado e conseguir atravessar a atmosfera ele conseguiria cair na terra mas também tem a resistência do ar que faria ele virar pó...”

#### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 4

Ex: aluno 40 “nao vai ocorrer nada pois o satellite da terra fica em orbita sendo assim nao atingira nada.”

aluno 37 “Eu acho que é possível se a bomba for encaminhada a Terra, e não contando com a resistência do ar...é o q penso. aluno

#### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 1

aluno 43 “As forças que atuam no satélite não deixaram ele cair.”

#### **E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 6 (foram consideradas corretas as respostas que fazem um paralelo entre o satélite estar em órbita e a bomba manter-se em órbita, sem maiores justificativas).

Ex: aluno 49 “Não, a bomba não cai na terra pelo mesmo motivo pelo qual o satélite não cai.”

aluno 42 “se a bomba não tivesse tido nenhuma impulsão do satellite, tivesse sido apenas largada, ela ficaria em orbita, mas se a bomba fosse lançada como num foguete acredito que ela chegaria ao planeta do mesmo que nós chegamos na lua”

**Classificação do Fórum: Se a força gravitacional atua sobre todos os corpos, proporcionalmente a suas massas, por que um corpo pesado não cai mais depressa do que um outro leve?**

**Categoria A (quis se livrar da tarefa):**

Número de depoimentos nesta categoria: 14

Ex: aluno 32 “achei boa a resposta pois eu acho a mesma coisa”

aluno 66 “resistencia do ar e aceleração da gravidade”

**Categoria B (cópias):**

Número de depoimentos nesta categoria: 9

Ex: aluno 50 “Porque a aceleração da gravidade perto da superfície da terra tem o mesmo valor para todos os corpos, independentemente da sua massa, que e um fato experimental”

aluno 25 “se eu jogar um corpo de 30kg e o outro de 60kg ao mesmo tempo ambos cairão juntos e chegarão juntos no chão pois a massa não altera, sendo esta uma teoria de Galileu, por causa da força da gravidade.”

**Categoria C (com erros de conteúdo):**

Número de depoimentos nesta categoria: 31

Ex: aluno 52 “Vai depender da resistência do ar, porque se não tiver resistência eles cairão juntos pois não terá aceleração”

aluno 23 “Porque a força gravitacional é a mesma para todos corpos, e também a resistência do ar influencia na velocidade da queda ...”

### **Categoria D (com argumentação coerente):**

Número de depoimentos nesta categoria: 8

Ex: aluno 43 “A resistência do ar é que influencia e não a massa.”

aluno 56 “Também acho que é pela pressão atmosférica, pois na Lua há aceleração da gravidade mas não tem pressão atmosférica e os corpos chegam juntos ao solo.”

### **Categoria E (afirmativas corretas) de vários tipos:**

#### **E.1 - fora de contexto**

Número de depoimentos nesta categoria: Não ocorreu.

#### **E.2 - sem argumentação lógica que conduza à resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 2

aluno 57 “Por que a atração para o centro da terra é a mesma.”

aluno 40 “se for jogado corpos de diferentes massas os corpos caíram ao mesmo tempo no chão pois a massa não interfere”

#### **E.3 - com argumentação que não explica a resposta**

Número de depoimentos nesta categoria: 1

aluno 64 “a queda livre tem leis onde a massa não influencia mas sim a sua resistência ao ar !”

#### **E.4 - com argumentação correta**

Número de depoimentos nesta categoria: 12 (admitindo como argumentação principal a de que a aceleração gravitacional ou a intensidade do campo gravitacional é

constante, particularmente para pequenas altitudes, e independe da massa do corpo abandonado sobre a superfície da Terra).

Ex: aluno 45 “porque a aceleração da gravidade e constante, nao importante as massas dos corpos.”

aluno 28 “Isso ocorre por que a massa não importa, o que vale é a gravidade e como é a mesma para os dois corpos eles caem na mesma velocidade.”



## **APÊNDICE B: CD COM O SÍTIO SOBRE GRAVITAÇÃO E TEMAS AFINS**

Neste apêndice apresentamos uma cópia em CD do conteúdo do sítio sobre Gravitação e Temas Afins.