



FÍSICA ON-LINE: INTEGRANDO TECNOLOGIA WEB A ESTRATÉGIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Sérgio Szpigel – szpigel@mackenzie.com.br

Terezinha Jocelen Masson – tmasson@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Ciências Biológicas, Exatas e Experimentais, Departamento de Física
Rua da Consolação, 896 CEP: 01302-907 São Paulo-SP

Resumo: *O rápido crescimento da Internet e o desenvolvimento das tecnologias telemáticas criaram novas e interessantes possibilidades para a utilização dos computadores como ferramentas educacionais. Pesquisas recentes em ensino de Física têm mostrado que, em geral, essas tecnologias só contribuem para um ensino mais eficiente quando integradas a estratégias de aprendizagem consistentes, focadas nos estudantes e em seus processos de construção do conhecimento. O projeto Física Online, desenvolvido no Centro de Ensino Digital da Faculdade de Ciências Biológicas, Exatas e Experimentais (CEDIM-FCBEE) da Universidade Presbiteriana Mackenzie, tem como objetivo a implantação de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem para complementar as atividades presenciais das disciplinas de Física Geral e Experimental. Esse ambiente, desenvolvido com base nos recursos da tecnologia WEB e em resultados de pesquisas em ensino de Física, compreende os seguintes elementos: sistema de distribuição e gerenciamento, sistema de acompanhamento dos estudantes, ferramentas de comunicação, instrumentos de avaliação e tutoriais contendo aplicativos multimídia que incluem o conteúdo do curso, exemplos e exercícios. Neste trabalho, descrevemos as características do ambiente desenvolvido, os aspectos metodológicos envolvidos em sua utilização e os resultados obtidos em sua implantação preliminar nos cursos de Física, Matemática e Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie.*

Palavras-chave: *Novas Tecnologias para o Ensino de Física, Ensino a Distância (EAD).*

*Ao entrar na sala de aula, faça a você mesmo a seguinte pergunta:
- Se não houvesse estudantes na sala, eu poderia fazer o que estou planejando?
Se a sua resposta for sim, não o faça!*

Gen. Ruben Cubero (United States Air Force Academy)

1. INTRODUÇÃO

As novas formas de comunicação e aquisição de conhecimentos, provenientes do desenvolvimento das tecnologias telemáticas e do crescimento da Internet, abriram novas e interessantes possibilidades para a utilização dos computadores e da tecnologia da informação como ferramentas educacionais.

Pesquisas em ensino de Física, realizadas na última década, têm mostrado que apenas disponibilizar conteúdos através da tecnologia WEB não leva, em geral, a uma aprendizagem mais efetiva [REDISH (1996), HAKE (1998), McDERMOTT (1999) *et al.*]. Os potenciais de novas tecnologias de ensino para transformar e melhorar a aprendizagem só são atingidos através de metodologias pedagógicas que atendam adequadamente às necessidades dos estudantes e professores que as utilizam. Nesse sentido, essas tecnologias devem ser integradas a estratégias de ensino-aprendizagem consistentes, com foco nos estudantes e na maneira como eles interagem com o conteúdo.

O projeto Física Online tem como objetivo a implantação de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem que combina recursos da tecnologia WEB e metodologias baseadas em resultados da pesquisa em ensino de Física.

Esse ambiente virtual vem sendo desenvolvido no Centro de Ensino Digital da Faculdade de Ciências Biológicas, Exatas e Experimentais (CEDIM-FCBEE) da Universidade Presbiteriana Mackenzie e destina-se, principalmente, à complementação das atividades presenciais das disciplinas de Física Geral e Experimental.

Neste trabalho, descrevemos as características do ambiente desenvolvido, os aspectos metodológicos envolvidos em sua utilização e os resultados obtidos em sua implantação preliminar nos cursos de Física, Matemática e Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

2. AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO-APRENDIZAGEM

O ambiente virtual de ensino-aprendizagem do projeto Física Online foi desenvolvido com base na tecnologia WEB. Dessa forma, para utilizá-lo os estudantes necessitam apenas um computador com acesso à Internet. Todos os recursos e funcionalidades do ambiente são implementados através do navegador (*browser*) da Internet, não sendo necessários outros programas. Nesse sentido, o ambiente apresenta grande flexibilidade, podendo ser utilizado para complementar as atividades de cursos presenciais, em cursos híbridos e semipresenciais ou em cursos totalmente à distância.

O ambiente virtual consiste essencialmente em um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem ao qual é incorporado o material instrucional do curso. Existem vários sistemas de gerenciamento de aprendizagem disponíveis no mercado, conhecidos na comunidade de ensino a distância como LMS (*Learning Management System*). O LMS utilizado no projeto Física Online é o programa WebCT, desenvolvido na Universidade da Columbia Britânica e introduzido no mercado em 1995 (<http://www.webct.com>).

O WebCT é um conjunto de aplicativos baseados na tecnologia WEB que compreende os seguintes elementos: sistema para distribuição e gerenciamento do material instrucional, sistema para o acompanhamento dos estudantes, ferramentas de comunicação e instrumentos de avaliação. Essas ferramentas podem ser facilmente utilizadas, mesmo por professores sem conhecimentos avançados de informática, e permitem:

- configurar, disponibilizar e gerenciar o material e as ferramentas do curso;
- monitorar o acesso ao material do curso, o progresso e o desempenho dos estudantes.

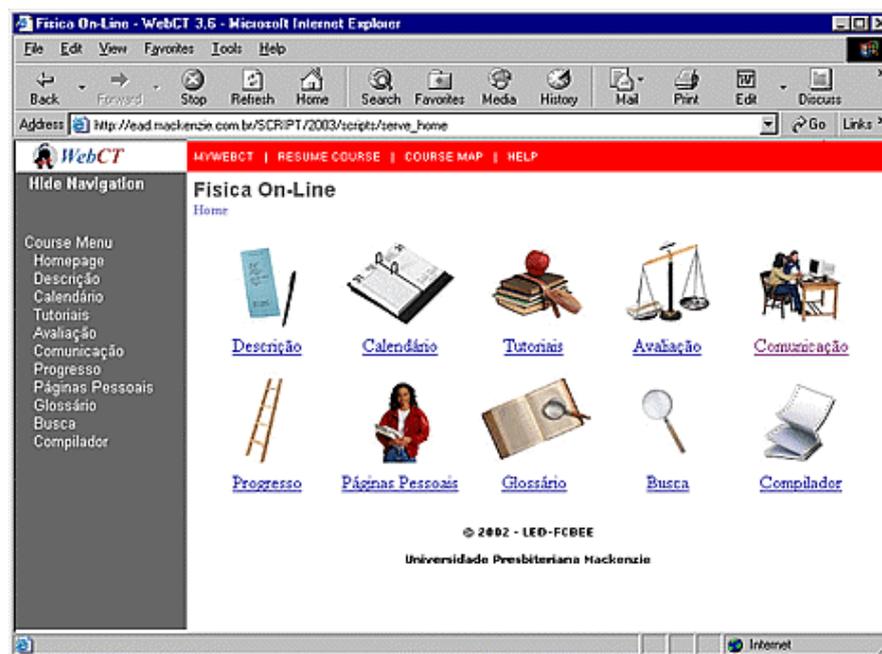


Figura 2 – Homepage do ambiente virtual criado com o WebCT.

Visando uma navegação mais eficiente e consistente com as diretrizes metodológicas adotadas, o layout do ambiente criado com o WebCT foi configurado organizando-se as ferramentas em módulos (“clusters”) funcionais acessados a partir da Homepage (Figura 1):

Descrição: descrição do ambiente e instruções de configuração do computador.

Calendário: ferramenta para criar um quadro com informações importantes sobre o curso tais como eventos, datas de entrega de trabalhos, etc.

Tutoriais: índice com os links de acesso para as páginas de conteúdo do curso.

Progresso: ferramenta que permite monitorar o acesso dos estudantes ao ambiente.

Páginas Pessoais: ferramenta que permite aos estudantes criarem suas páginas pessoais.

Glossário: ferramenta que permite ao professor criar e disponibilizar um glossário com explicações sobre termos utilizados no curso.

Busca: ferramenta de busca por palavra-chave no ambiente virtual.



Compilador: ferramenta que permite ao estudante organizar roteiros de estudo, escolhendo tópicos específicos do curso para impressão ou visualização.

Avaliação: módulo que compreende as ferramentas de avaliação on-line.

- **Testes:** acesso aos exercícios on-line do curso;
- **Tarefas:** escaninho eletrônico que permite ao professor distribuir tarefas;
- **Apresentações:** ferramenta utilizada para disponibilizar trabalhos em formato eletrônico desenvolvidos pelos estudantes;
- **Notas:** ferramenta que possibilita ao professor a geração e disponibilização de relatórios de aproveitamento individual e coletivo.

Comunicação: módulo que compreende as ferramentas de comunicação on-line.

- **Fórum:** ferramenta de comunicação assíncrona para a formação de grupos de discussão e colaboração;
- **Mensagens:** ferramenta para troca de mensagens via e-mail;
- **Chat:** ferramenta de comunicação síncrona para discussão em tempo real.

3. MATERIAL INSTRUCIONAL BASEADO NA TECNOLOGIA WEB

3.1 Arquitetura de Conteúdos

O material instrucional é organizado em quatro módulos sequenciais, divididos em tutoriais referentes a cada tópico específico do conteúdo programático das disciplinas de Física Geral e Experimental:

Módulo I - Mecânica Geral.

Módulo II - Calor e Termodinâmica.

Módulo III – Eletricidade e Magnetismo.

Módulo IV - Óptica e Ondas.

Para os testes preliminares do ambiente, foram disponibilizados apenas dois tutoriais referentes ao Módulo III: Carga Elétrica e Força Eletrostática.

Os tutoriais são estruturados da seguinte forma:

- Objetivo.
- Conteúdo.
- Exemplos.
- Exercícios.
- Bibliografia e links para sites relacionados.
- Leitura Complementar.

Essa arquitetura de conteúdos permite que os tutoriais sejam utilizados independentemente pelo professor para a motivação, apresentação e avaliação de um determinado assunto, constituindo um Objeto de Aprendizagem (LO – *Learning-Object*).

Os LO's são definidos como pequenos objetos digitais que podem ser combinados, utilizados e reutilizados de maneiras distintas no processo de ensino-aprendizagem, adequando-se a diferentes estratégias pedagógicas.

O desenvolvimento de materiais instrucionais baseados na tecnologia WEB tem evoluído no sentido da criação de um padrão universal de indexação, armazenamento e distribuição de LO's através de metadados (informações sobre o objeto incluídas no mesmo). Vários padrões têm sido propostos, como o LOM, o IMS e o SCORM [NUNES (2002)].

A existência de um padrão desse tipo agrega aos LO's a característica de interoperabilidade, ou seja, a possibilidade de serem utilizados e compartilhados por quaisquer plataformas de *e-learning*.

3.2 Aplicativos Multimídia

Os aplicativos multimídia são recursos extremamente eficientes na implementação de estratégias de aprendizagem ativa, constituindo uma parte essencial do material instrucional desenvolvido no projeto Física Online.

São utilizados os seguintes recursos multimídia: *streaming video* em diversos formatos (*mpeg, quicktime, avi, etc.*), animações vetoriais criadas com o programa Macromedia Flash, Java Scripts e Java Applets. Entre os aplicativos utilizados, destacam-se os Physlets: Java Applets para o ensino de Física desenvolvidos por Wolfgang Christian e sua equipe de colaboradores no Davidson College [CHRISTIAN *et al.* (2001)].

Diversas características tornam os Physlets poderosos recursos educacionais:

- **Simplicidade:** Os Physlets apresentam gráficos e animações bastante simples; cada Physlet é projetado para lidar com um único aspecto de um fenômeno e não inclui grande quantidade de dados. Isso torna os Physlets relativamente pequenos, facilitando o "download" dos mesmos.
- **Interatividade:** Os Physlets permitem que os estudantes assumam o controle dos exercícios, interagindo com a animação através da escolha das medidas a serem realizadas e dos valores das variáveis. Os estudantes decidem como focalizar seus esforços, que informações devem ser levadas em conta e quais devem ser ignoradas.
- **Flexibilidade:** Os Physlets podem ser controlados através de um programa Java Script externo. Dessa forma, vários problemas podem ser criados a partir do mesmo applet, mudando-se apenas os parâmetros do programa Java Script externo sem alterar o Java Applet.
- **Portabilidade:** Os Physlets podem ser executados em quase todas as plataformas e sistemas operacionais. Além disso, os Physlets podem ser inseridos em praticamente todos os tipos de documento HTML e utilizados com diferentes objetivos pedagógicos.

Devido a essas características, os Physlets têm sido amplamente utilizados como componentes de materiais curriculares multimídia baseados na tecnologia WEB e no contexto de diversas metodologias desenvolvidas para o ensino de Física.

A efetividade dos Physlets como ferramenta pedagógica tem sido apontada em vários trabalhos de pesquisa [DANCY *et al.* (2001), BELLONI *et al.* (2002)]. Esses trabalhos indicam que, além de motivar os estudantes e facilitar a identificação de suas dificuldades, as animações interativas utilizadas no contexto de resolução de problemas enriquecem o entendimento conceitual e permitem que os estudantes sejam criativos, resultando em um significativo ganho cognitivo.

Os aplicativos multimídia podem ser integrados aos tutoriais de três formas diferentes: Ilustração, Exploração e Problemas.

Nas Figuras 2a e 2b são mostrados exemplos de utilização dos Physlets como Ilustração. As animações são utilizadas em exemplos para introduzir novos conceitos ou apresentar aos estudantes simulações dinâmicas de situações físicas.

Todas as informações necessárias são fornecidas ou podem ser obtidas através de interações simples descritas no texto que acompanha o aplicativo.

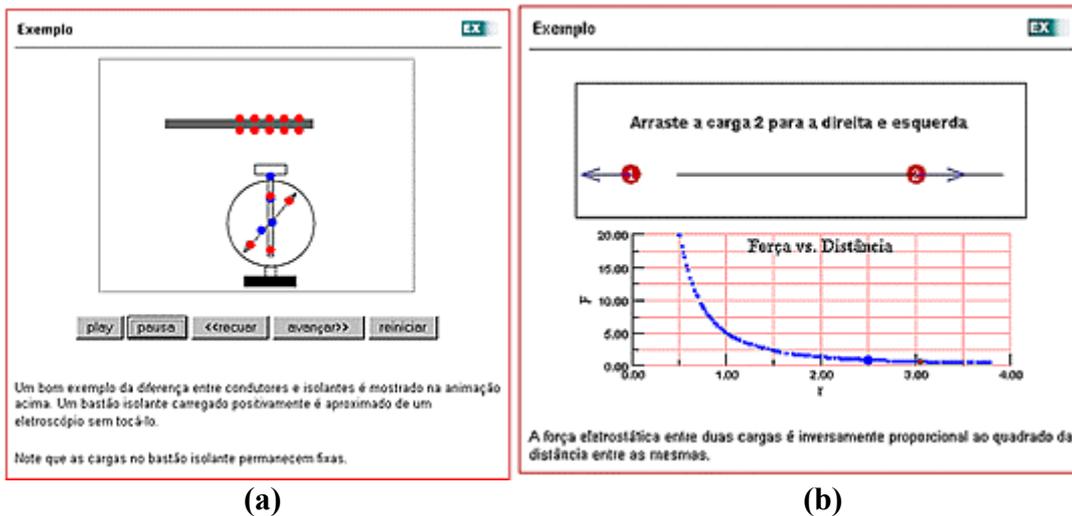


Figura 2 – Physlets utilizados como Ilustração: a) Eletroscópio; b) Lei de Coulomb.

Na Figura 3 são mostrados exemplos de utilização dos Physlets como Exploração. Os estudantes interagem com a animação guiados por um roteiro que os orienta a observar o efeito da mudança de parâmetros e a fazer previsões que devem ser analisadas, checadas e comparadas com as observações.

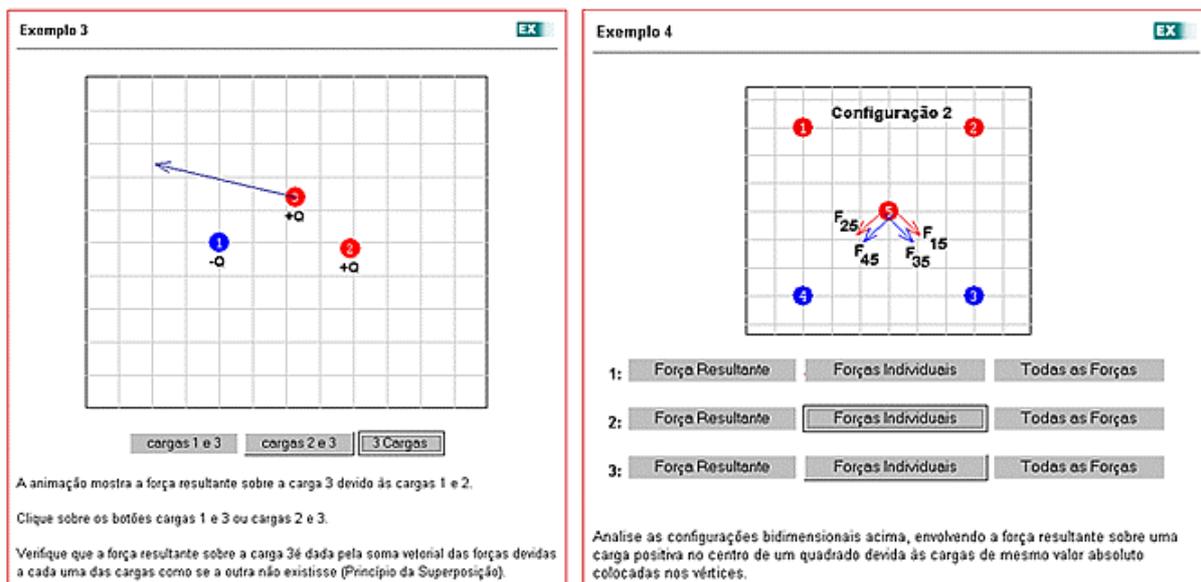


Figura 3 – Physlets utilizados como Exploração: Princípio da Superposição.

Nas Figuras 4 e 5 são mostrados exemplos de utilização dos Physlets como Problemas. As animações são utilizadas como parte integrante do processo de solução de problemas conceituais ou de aplicação. Esse tipo de problema é proposto aos estudantes sem a orientação geralmente fornecida nos aplicativos utilizados como Exploração, exigindo dos estudantes um nível maior de iniciativa e entendimento conceitual. Nos exemplos abaixo, os estudantes deslocam as cargas e observam a mudança de magnitude e direção das forças elétricas.

Question 1 (20 points)

Physlets® clique para ver a animação

Cinco cargas desconhecidas são mostradas na tela com os vetores representando as forças em cada uma delas.

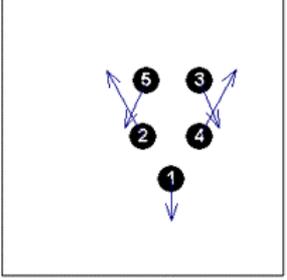
Clique e arraste cada carga para mudar sua posição.

Em relação às cargas, podemos afirmar que:

- 1. as cargas 1, 2 e 4 são negativas; as outras duas são positivas.
- 2. as cargas 1, 2 e 4 são positivas; as outras duas são negativas.
- 3. todas as cargas são do mesmo tipo.
- 4. as informações são insuficientes.

Save answer

Questão 1 EX



Iniciar

Figura 4 – Physlet utilizado como Problema: determinação do sinal de cargas elétricas.

Question 4 (10 points)

Physlets® clique para ver a animação

Duas cargas fixas (em preto) e uma carga de teste (em verde) são mostradas.

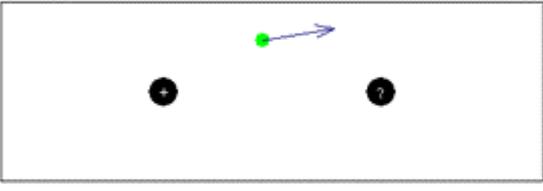
Arraste a carga de teste ao redor das cargas fixas e observe como o vetor força varia em intensidade, direção e sentido.

Qual é o valor da carga da direita se a carga da esquerda é igual a $+4 \mu\text{C}$?

- 1. $-3 \mu\text{C}$
- 2. $-2 \mu\text{C}$
- 3. $+2 \mu\text{C}$
- 4. $+3 \mu\text{C}$

Save answer

Questão 4 EX



Iniciar

Figura 5 – Physlet utilizado como Problema: Força de Coulomb.

4. PESQUISAS EM ENSINO DE FÍSICA

Os processos de desenvolvimento de materiais pedagógicos, métodos e dinâmicas de comunicação on-line devem ser orientados com base em um projeto pedagógico consistente.

Recomendações atuais da comunidade envolvida em pesquisas em ensino de Física reforçam a importância do uso de estratégias de aprendizagem ativa e construção do conhecimento [REDISH *et al.* (1997), CHRISTIAN *et al.* (2001)]. A elaboração de uma estratégia de ensino-aprendizagem é um processo que deve ser tratado da mesma forma que qualquer problema de pesquisa: utilizando Observação, Análise e Modelagem.

No contexto do ensino de Física, isto significa que é necessário observar e interpretar o comportamento dos estudantes e o efeito do material instrucional utilizado sobre a aprendizagem. Nesse sentido, os instrumentos de avaliação tradicionais, que apenas quantificam o aproveitamento dos estudantes, não são suficientes. É necessário utilizar instrumentos que permitam diagnosticar as dificuldades conceituais dos estudantes e avaliar a eficiência do material instrucional.

Um dos métodos utilizados para conectar o desenvolvimento de materiais instrucionais à pesquisa em ensino de Física é o processo cíclico - observação, desenvolvimento, aplicação e avaliação - implementado pelo Grupo de Ensino de Física da Universidade de Washington [McDERMOTT (1991)]. Esse modelo, chamado “Roda de McDermott”, é representado esquematicamente na Figura 2.

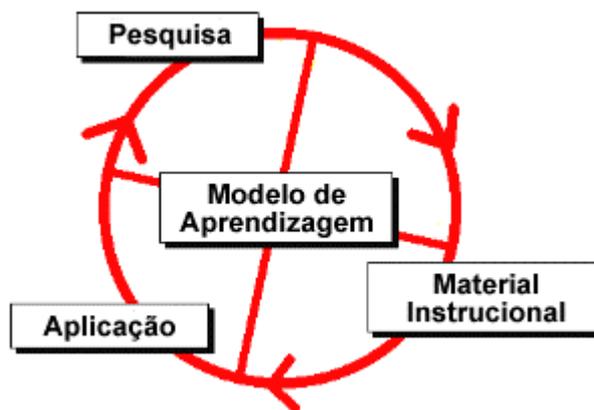


Figura 6 – “Roda de McDermott”.

É importante observar que, nessa representação, o eixo de rotação corresponde ao Modelo de Aprendizagem utilizado como base para a pesquisa.

Segundo REDISH (1996), um modelo bastante adequado para a aplicação desse método aos problemas de ensino-aprendizagem em Física é o Modelo Construtivista de Cognição, desenvolvido nas últimas décadas a partir das idéias e métodos experimentais de Piaget, Wallon, Vygotsky e Luria, entre outros. Redish extrai quatro princípios básicos desse modelo:

- **Princípio Construtivista:** Os estudantes constroem suas idéias e observações, formando um modelo mental com o que vêem e ouvem.
- **Princípio do Contexto:** É razoavelmente fácil aprender algo que corresponde ou estende um modelo mental existente.
- **Princípio da Mudança:** É bastante difícil mudar significativamente um modelo mental estabelecido.
- **Princípio da Variabilidade:** Uma vez que cada indivíduo constrói seus próprios modelos mentais, baseados em suas experiências pessoais e capacidades cognitivas, diferentes estudantes apresentam diferentes estilos de aprendizagem e resposta.

Esses princípios evidenciam questões geralmente negligenciadas pelos métodos tradicionais de ensino e que devem nortear o desenvolvimento de novos materiais instrucionais e novas metodologias para o ensino de Física:

- O professor deve preocupar-se não em verificar se os estudantes “pegaram” o conteúdo, mas se eles o entenderam e são capazes de utilizá-lo efetivamente.
- O professor deve ajudar os estudantes a confrontar idéias incorretas e a entender conceitos que eles não constroem naturalmente, uma vez que um dos objetivos da instrução é produzir profundas modificações na forma como os estudantes pensam.
- O professor deve encontrar maneiras de envolver ativamente no processo de aprendizagem estudantes que aprendem de uma forma diferente da sua.

Os métodos tradicionais de ensino, em que as informações e resultados corretos são simplesmente apresentados, mostram-se ineficientes no sentido de produzir mudanças nos modelos mentais da maioria dos estudantes. Uma forma efetiva de modificar esse quadro é incentivar os estudantes a confrontarem e questionarem seus modelos mentais, criando conflitos cognitivos. Isso é implementado através de estratégias e ambientes de ensino-aprendizagem em que os estudantes realizam suas próprias explorações, participando ativamente do processo de construção do conhecimento.

5. ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

5.1 JiTT (“Just-in-Time Teaching”)

A estratégia de ensino-aprendizagem que o projeto Física Online pretende implementar é baseada na metodologia JiTT (“Just-in-Time Teaching”) [NOVAK *et al.* (1999)].

JiTT é uma estratégia baseada na interação entre atividades desenvolvidas através da WEB e atividades desenvolvidas em sala de aula:

- Os estudantes realizam tarefas e exercícios disponibilizados pelo professor no ambiente virtual antes das aulas presenciais.
- O professor acompanha as atividades no ambiente virtual, avalia as dificuldades dos estudantes *just-in-time* e prepara a aula presencial seguinte ajustando o conteúdo e as atividades de modo a atender às necessidades dos estudantes.

Esse método estabelece a integração de elementos *high-tech* e *low-tech*, criando uma sinergia entre o ambiente virtual e o ambiente presencial. Do lado *high-tech*, utiliza-se o ambiente virtual desenvolvido para disponibilizar material instrucional multimídia e ferramentas de comunicação on-line. Do lado *low-tech*, são desenvolvidas atividades de aprendizagem ativa e colaborativa em sala de aula, com foco nas interações professor-estudante e estudante-estudante.

Dessa forma, a essência da pedagogia JiTT é o estabelecimento de um ciclo de *feedback* entre a preparação dos estudantes e a preparação do professor, que afeta fundamentalmente as atividades desenvolvidas nas aulas presenciais.

5.2 Exercícios On-line

A ferramenta de exercícios do WebCT possibilita ao professor a criação, configuração e administração de testes de múltipla escolha, questões de associação, questões com resposta calculada, questões de resposta curta e questões dissertativas.

Utilizando essa ferramenta, quatro tipos de exercícios on-line são criados e integrados aos tutoriais do curso, com objetivos pedagógicos diferentes no contexto da estratégia adotada:

- **Exercícios de Preparação:** São exercícios disponibilizados com o objetivo de motivar o estudo do assunto a ser apresentado em cada aula presencial. A correção é automática e o *feedback* é liberado logo após a aula presencial correspondente.

- **Exercícios de Verificação:** São exercícios rápidos (“dois minutos”) inseridos após cada conceito novo abordado no tutorial. Esses exercícios têm o objetivo de checar rapidamente se o conceito apresentado foi entendido pelo estudante antes de prosseguir. A correção é automática e o *feedback* é apresentado logo após a resolução.

- **Exercícios Conceituais:** São exercícios focalizando conceitos básicos, elaborados de acordo com o modelo desenvolvido por MAZUR (1996). Os estudantes são divididos em grupos para resolver os exercícios *on-line*, durante um prazo determinado. O objetivo desses exercícios é promover a colaboração entre os estudantes (*Peer Instruction*). A correção é feita manualmente pelo professor e o *feedback* é liberado logo após o encerramento do prazo.

- **Exercícios Interativos:** Problemas que incorporam Physlets ou outros aplicativos multimídia com os quais os estudantes devem interagir para obter dados necessários à resolução. Os exercícios são disponibilizados ao final de cada tutorial por um prazo determinado. A correção é automática e o *feedback* é apresentado logo após a resolução.

6. RESULTADOS PRELIMINARES

Durante o primeiro semestre de 2003 foram realizados testes preliminares do ambiente virtual do projeto Física Online. Participaram do teste estudantes do terceiro semestre de Engenharia Elétrica, Física e Matemática, todos cursando a disciplina Física III com o mesmo professor. Para a realização desses testes foram disponibilizados no ambiente virtual dois tutoriais com conteúdo explanatório, exemplos e exercícios interativos utilizando Physlets, cobrindo os tópicos Carga Elétrica e Força Eletrostática. As ferramentas de comunicação *on-line* do ambiente não foram utilizadas nesses testes preliminares.

Os estudantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo A (50 estudantes) e Grupo B (48 estudantes). Os estudantes do Grupo A tiveram acesso ao ambiente virtual durante um mês. Os estudantes do Grupo B, considerados como grupo de controle, não tiveram acesso ao ambiente virtual. Ao final do período, foi aplicado a todos os estudantes um teste escrito com questões referentes aos tópicos abordados nos tutoriais disponibilizados no ambiente virtual. A nota média (de 0 a 10) para o grupo A foi 6,1 (desvio padrão igual a 2,1) e para o grupo B foi 3,9 (desvio padrão igual a 2,3). Na Figura 7 são mostradas as distribuições de frequência das notas para os grupos A e B. Nota-se que a maior parte dos estudantes do grupo A obteve notas acima da média, ao contrário dos estudantes do grupo B.

Esses resultados mostram um desempenho significativamente melhor dos estudantes que acessaram o ambiente virtual em relação aos que não acessaram.

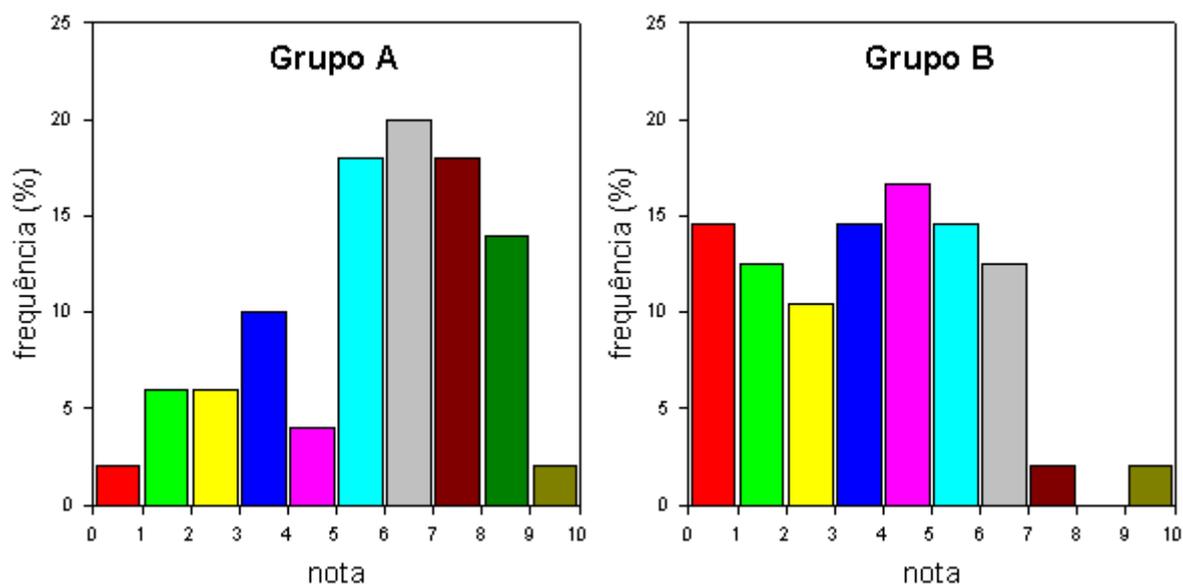


Figura 7 – Resultados do teste para os grupos A e B.



7. CONCLUSÃO

Neste trabalho apresentamos as características principais do projeto Física Online, cujo objetivo é a implementação de um ambiente virtual para complementar as atividades presenciais realizadas nas disciplinas de Física Geral e Experimental dos cursos da Universidade Presbiteriana Mackenzie. O ambiente integra recursos da tecnologia WEB e metodologias de aprendizagem ativa baseadas em pesquisas em ensino de Física.

Os resultados preliminares obtidos são bastante encorajadores, mostrando a efetividade pedagógica do material instrucional e do ambiente virtual desenvolvidos. Espera-se que a implementação do projeto possibilite um aumento da interatividade entre estudantes e professores, contribuindo para uma aprendizagem mais efetiva nos cursos de Física Básica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLONI, M., CHRISTIAN, W., TITUS, A. **Enhancing Student Learning with Physlet-Based Just-in-Time Teaching**, Proceedings of the 2002 Invitational Conference on K-12 Outreach from University Science Departments, 2002.

CHRISTIAN, W. O. e BELLONI, M. **Physlets: Teaching with Interactive Curricular Material**, Prentice-Hall, 2001.

CHRISTIAN, W. O. e BELLONI, M. **Physlets: A New Tool for Physics Education Research**, APS Fall Newsletter, 2001.

DANCY, M., TITUS, A. e BEICHNER, R. **The Effect of Animation on Student's Response to Conceptual Questions**, Webphysics Resources, Davidson College, 2000.

HAKE, R. R. **Interactive-engagement vs. Traditional Methods: a six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses**, Am. J. of Phys., v. 66, p. 64-74, 1998.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**, Prentice-Hall, NJ, 1996.

McDERMOTT, L. C. **Millikan Lecture 1990: What We Teach and What is Learned – Closing the Gap**, Am. J. of Phys., v. 59, p. 301 – 315, 1991.

McDERMOTT, L. C. e REDISH, E. F. **Resource Letter PER-1: Physics Education Research**, Am. J. of Phys., v. 67, p. 755-767, 1999.

NOVAK, G. M., PATTERSON, E. T., GAVRIN, A. D. e CHRISTIAN, W. **Just-in Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**, Prentice-Hall, 1999.

NUNES, C. **Criação, Produção e Uso de Objetos de Aprendizagem**, mini-curso apresentado no IX Congresso Internacional de Educação a Distância, São Paulo, 2002.

REDISH, E. F. **New Models of Physics Instruction Based on Physics Education Research**, Proceedings of the Deutschen Physikalischen Gesellschaft Jena Conference, Germany, 1996.

REDISH, E. F., SAUL, J. M. e STEINBERG, R. N. **On the Effectiveness of Active-Engagement Microcomputer-Based Laboratories**, Am J. of Phys., v. 65, p. 45-54, 1997.



PHYSICS ONLINE: INTEGRATING WEB TECNOLOGY TO TEACHING-LEARNING STRATEGIES

Abstract: *The rapid Internet growth and the development of telematic technologies have created new and interesting possibilities to the use of computers as educational tools. Recent research in Physics education has shown that, usually, such technologies contribute to more effective instruction only when they are integrated to learning strategies focused on the students and their processes of knowledge building. The project Física Online, developed by the Centro de Ensino Digital of the Faculdade de Ciências Biológicas, Exatas e Experimentais (CEDIM-FCBEE) of Universidade Presbiteriana Mackenzie, aims the implementation of a teaching-learning virtual environment to complement the presential activities in courses on General and Experimental Physics. This environment, developed based on WEB technology and results from Physics education research, has the following elements: managing and distributing system, student tracking system, communication tools, evaluation tools and tutorials with multimedia applications including course content, examples and exercises. In this work we describe the virtual environment features, the methodological aspects involved in its use and the results obtained on a preliminary implementation in Physics, Mathematics and Engineering courses at the Universidade Presbiteriana Mackenzie.*

Key-words: *New Technologies for Physics Education, Distance Education.*