
ENSINO E APRENDIZAGEM *ON-LINE*: A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NO CIBERESPAÇO

Sérgio Szpigel*
Pollyana Notargiacomo Mustaro**

Resumo

A educação na “sociedade do conhecimento” está passando por profundas mudanças. O surgimento do ciberespaço e o desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação (TIC) estabeleceram formas de comunicação mediadas por computador que têm sido amplamente exploradas como recursos educacionais. Neste trabalho, apresentamos um panorama geral sobre o uso das TIC na educação e abordamos os principais aspectos técnicos e metodológicos envolvidos no processo de implementação de cursos *on-line*. Para ilustrar as ideias e os conceitos apresentados, descrevemos as características e os resultados preliminares de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem desenvolvido para complementar as atividades presenciais das disciplinas de Física Geral ministradas na Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Palavras-chave: Novas tecnologias para a educação, educação a distância, educação.

Abstract

The education in the “knowledge society” is going through profound changes. The rise of Cyberspace and the development of Information and Communication Technology (ICT) have created new ways for computer-mediated communication,

* Faculdade de Ciências Biológicas Exatas e Experimentais da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM).

** Departamento de Sistemas e Métodos da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM).

which have been widely explored as educational resources. In this work we present a general view about the use of ICT in Education, and discuss the main technical and methodological aspects involved in the process of implementing on-line courses. In order to illustrate the presented ideas and concepts, we describe the features and preliminary results of a teaching-learning virtual environment developed to complement the presential activities on General Physics courses at the Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Keywords: New technologies for education, distance education, education.

“O que estamos construindo agora é o sistema nervoso da humanidade. A rede de comunicações, da qual os satélites serão os pontos nodais, permitirá que a percepção de nossos netos cintile como um relâmpago, indo e vindo através da superfície do planeta.”

(Arthur C. Clarke, *2001: uma odisséia no espaço*, 1968)

1 O MONOLITO NEGRO: UMA METÁFORA PARA O CIBERESPAÇO

Um dos mais intrigantes e simbólicos artefatos da ficção científica é o monolito negro de *2001: uma odisséia no espaço*, escrito por Arthur C. Clarke e transformado em filme por Stanley Kubrick em 1968. O monolito negro é um enorme totem de forma retangular, perfeitamente polido e reluzente, que aparece na Terra há cerca de quatro milhões de anos e, misteriosamente, provoca a transformação de um grupo de primatas, disparando o gatilho evolucionário que leva ao aparecimento da raça humana e ao desenvolvimento da civilização e da tecnologia. No final do século XX, o monolito negro é encontrado novamente, desta vez na Lua, dando início às aventuras dos astronautas Dave Bowman e Frank Poole e do computador HAL 2000.

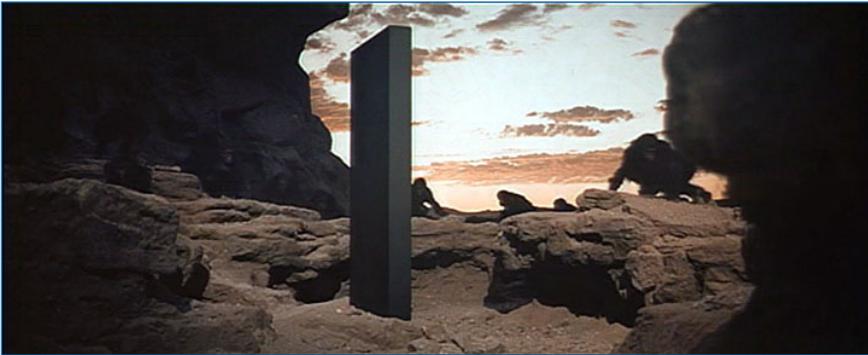


Figura 1 Cena do filme *2001: uma odisséia no espaço* (Diretor Stanley Kubrick, 1968).

O monolito negro de *2001: uma odisséia no espaço* pode ser utilizado como uma metáfora bastante apropriada para o ciberespaço, um dos mais significativos ícones da virtualização mundial. Em nossos primeiros contatos com as tecnologias utilizadas para o acesso ao ciberespaço, sentimo-nos ao mesmo tempo fascinados e inseguros, como os primatas diante do monolito negro. Não obstante, tudo indica que esses misteriosos e reluzentes artefatos serão os principais responsáveis pela formas como nos comunicaremos, ensinaremos e aprenderemos neste século.

O termo ciberespaço foi conceituado em 1984 pelo escritor William Gibson (1991, p. 37) em seu romance de ficção científica *Neuromancer*: “Uma alucinação consensual, vivida diariamente por bilhões de operadores legítimos em todas as nações, por crianças

a quem estão ensinando conceitos matemáticos [...]”. O suporte físico desse “não lugar” é a internet – a rede mundial de computadores interligados que permite a circulação de informações em diferentes formatos. A comunicação entre os computadores é realizada através do protocolo *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) que funciona como uma espécie de esperanto da linguagem computacional.

A cultura do ciberespaço, denominada cibercultura, é definida por Pierre Lévy (1999, p. 19) como “o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do Ciberespaço”. A cibercultura provocou uma profunda revolução nas comunicações com consequências em todas as esferas de interação humana. O impacto dessa revolução é comparável ao provocado pelo surgimento da linguagem, pela invenção da escrita e pelo desenvolvimento das telecomunicações: “A ideia visionária de um sistema global de informação mobilizou a imaginação das pessoas mais do que qualquer outra inovação no campo da informática” (MCCORMACK; JONES, 1998, p. 65).

O ciberespaço instituiu novas configurações espaçotemporais para a comunicação, criando uma dimensão simbólica, explorada através do uso de aparatos tecnológicos, que possibilita a realização de várias atividades e interações virtuais caracterizadas pela desterritorialização. Essas novas e complexas formas de comunicação e interação têm afetado particularmente a educação no século XXI, dando origem a uma série de questões e problemas. A euforia e a falta de reflexão, provenientes da facilidade de acesso ao ciberespaço, têm levado muitas vezes a exageros e extrapolações sem fundamento. Nesse sentido, as potencialidades do ciberespaço para transformar e melhorar a educação devem ser exploradas a partir de uma perspectiva crítica. O estabelecimento de estratégias consistentes que assegurem a utilização eficiente das tecnologias digitais representa um enorme desafio para as instituições de ensino.

2 O ESPAÇO REAL: A EDUCAÇÃO NA SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

As instituições de ensino estão passando por profundas mudanças, pressionadas por várias forças que influenciam atualmente a prática educacional:

- *Expectativas dos estudantes*: os estudantes procuram uma educação que os prepare adequadamente para um futuro na “sociedade do conhecimento”. Os estilos de aprendizado desses estudantes têm sido moldados pela constante exposição às mídias eletrônicas. Esses fatores sugerem que os estudantes tendem a procurar instituições que ofereçam em seus cursos o acesso a essas mídias, bem como a preparação para sua compreensão.

- *Mudanças tecnológicas*: a expansão das redes globais de comunicação é uma das mudanças mais significativas ocorridas na tecnologia. As instituições de ensino já investiram significativamente para participar dessas redes e, agora, estão mudando o foco de seus investimentos da infraestrutura para a criação de conteúdo e capacitação dos docentes.
- *Expectativas do mercado de trabalho*: o mercado de trabalho necessita de profissionais criativos, independentes, preparados para o trabalho em equipe e que sejam capazes de aprender continuamente, adaptando-se a novas tecnologias.

Os métodos tradicionais de ensino estão se tornando cada vez mais ineficientes no sentido de acompanhar a taxa vertiginosa de evolução do conhecimento e das tecnologias, criando a necessidade de uma busca por alternativas mais adequadas ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem. Entre as razões para a ineficiência dos métodos tradicionais, destacam-se:

- os formatos de aula em que os estudantes recebem passivamente conteúdo baseado em material de livros-texto ou notas de aula;
- a correlação incompleta entre o conteúdo coberto e a avaliação por meio de tarefas de casa, provas e exames finais;
- a falta de mecanismos capazes de fornecer ao professor informações efetivas com relação ao grau de aprendizagem conceitual dos estudantes.

Para reverter esse quadro, algumas instituições e seus professores têm incorporado aos seus sistemas educacionais uma das mais importantes mudanças de paradigma propostas na educação: foco no estudante ao invés de foco no professor. “Pensar em termos de quanto os estudantes aprenderam em oposição a quanto material foi apresentado é uma mudança de perspectiva fundamental e necessária” (SUTHERLAND; BONWELL, 1996, p. 29). Isso exige que o professor posicione-se não como um tutor que transmite informações, mas como um guia que orienta e facilita a construção do conhecimento por parte dos estudantes. Uma das chaves para essa mudança é o desenvolvimento de métodos eficientes de comunicação e colaboração entre professores e estudantes.

Aprendizagem cooperativa é uma das melhores estratégias de ensino pesquisadas. Os resultados mostram que estudantes que têm oportunidades de trabalhar colaborativamente aprendem mais rápido e de forma eficiente, apresentam maior retenção e sentem-se mais positivos em relação à experiência de aprendizagem. É desnecessário dizer que não basta colocar os estudantes em um grupo e determinar um projeto a ser executado. Há métodos muito específicos para assegurar o sucesso do trabalho em grupo, e é essencial que ambos, professores e estudantes, estejam atentos a eles (COOPERATIVE LEARNING, 1998).

Nesse cenário, as tecnologias da informação e comunicação (TIC) constituem instrumentos poderosos ao alcance das instituições de ensino.

As universidades estão sentindo a pressão para controlar custos, melhorar a qualidade, focalizar diretamente nas necessidades de seus clientes e reagir às pressões competitivas. A tecnologia da informação (TI) tem o potencial para resolver muitos desses problemas. Ela pode mudar os papéis desempenhados pelos estudantes e professores, facilitar a educação personalizada e mais centrada no estudante, poupar dinheiro através de processos financeiros otimizados e educação a distância, e expandir o escopo e conteúdo dos currículos (HORGAN, 1998).

3 TECNOLOGIA *WEB* E EDUCAÇÃO

O uso das TIC como recursos educacionais tem uma história de pelo menos 30 anos, que começou nos anos 1970 com o surgimento dos computadores pessoais. Nos anos 1990, com o rápido crescimento da internet e o desenvolvimento das tecnologias telemáticas, abriram-se novas e interessantes possibilidades para a educação mediada por computador. A interface gráfica da internet – a *world wide web* (www) ou simplesmente *web* – tem sido amplamente explorada para a transmissão e aquisição de conhecimentos, por meio da disseminação de materiais instrucionais e da implementação de estratégias de ensino-aprendizagem no ciberespaço.

Uma das características mais importantes da tecnologia *web* é a possibilidade de utilizar os recursos de comunicação eletrônica bidirecional para o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem colaborativas que conectam professores e estudantes fora da sala de aula, eliminando as barreiras de espaço e tempo presentes no ensino tradicional. Nesse sentido, o ciberespaço passou a incorporar as chamadas “redes de aprendizagem”, descritas por Harasim et al. (1995, p. 72) como “redes de computadores, privativas ou não, objetivando a criação de um ambiente colaborativo para ensino e aprendizagem, permitindo que haja intensa interação entre alunos e professor e alunos entre si, numa situação de espaço virtual conhecido como ciberespaço”.

Uma das propostas mais consistentes e inovadoras para o desenvolvimento de ambientes de ensino-aprendizagem no ciberespaço é o modelo pedagógico elaborado por Palloff e Pratt (1999, p. 102), segundo o qual a formação de uma *comunidade de aprendizagem on-line* é considerada como uma parte essencial do processo de criação de ambientes virtuais destinados à implementação de pedagogias construtivistas ou de aprendizagem ativa: “No processo, uma rede de aprendizagem é criada. Em outras palavras,

uma rede de interações entre o instrutor e os outros participantes é formada, por meio da qual o processo de aquisição de conhecimento é criado colaborativamente”.

Existem basicamente três modos de utilizar as “redes de aprendizagem”:

- *Modo auxiliar*: os recursos da tecnologia *web* são utilizados apenas como ferramenta instrucional opcional para apoio e melhoria do ensino presencial tradicional.
- *Modo misto*: os recursos da tecnologia *web* são utilizados como parte integrante das atividades educacionais. É o modo correspondente aos cursos híbridos.
- *Modo totalmente on-line*: todas as atividades (testes, avaliações, trabalhos em grupo etc.) são desenvolvidas a distância. É o modo correspondente à educação a distância (EaD).

A comunicação no ciberespaço pode ocorrer por meio de interações síncronas (que exigem a conexão simultânea dos participantes), em que se utilizam recursos como o *chat*, a audioconferência e a videoconferência, ou interações assíncronas (que não exigem a conexão simultânea dos participantes), como o *e-mail*, a lista de discussão e o fórum virtual.

É importante observar que nenhuma tecnologia é capaz de equiparar os benefícios que, em geral, um estudante pode obter pelo contato direto com um professor que observa e acompanha presencialmente as atividades de aprendizagem. Além de possibilitar o acesso a um volume gigantesco de informações, a tecnologia *web* oferece outras vantagens:

- *Individualização*: a mediação por computador permite que a aprendizagem seja adequada às necessidades de cada estudante.
- *Interatividade*: os recursos hipermidiáticos interativos da tecnologia *web* possibilitam a realização de atividades que tornam a aprendizagem mais dinâmica e lúdica, contribuindo para um maior envolvimento e motivação dos estudantes.
- *Independência geográfica e temporal*: a aprendizagem não se restringe ao espaço físico da instituição ou mesmo a horários preestabelecidos, pois ocorre em “salas sem paredes”, a qualquer hora e em qualquer lugar, conforme a conveniência do estudante.
- *Interface simples*: a interface do navegador (*browser*), a ferramenta principal utilizada nos cursos baseados na *web*, é fácil de utilizar e bastante intuitiva, o que facilita o acesso aos cursos mesmo por estudantes com pouco conhecimento de informática.
- *Controle eficiente*: os recursos da tecnologia *web* permitem que o professor acompanhe as atividades desenvolvidas e monitore o desempenho individual e coletivo dos estudantes.

4 DESENVOLVIMENTO DE CURSOS *ON-LINE*

Os cursos *on-line* podem ser definidos como ambientes virtuais, criados com base na tecnologia *web*, para o desenvolvimento de tarefas educacionais. Esses ambientes virtuais consistem essencialmente em um sistema de gerenciamento de aprendizagem (*learning management system* – LMS) ao qual é incorporado o material didático do curso. Trata-se de programas que envolvem ferramentas para a distribuição e o gerenciamento de conteúdos, informações e aplicações em multimídia, recursos de comunicação e colaboração e instrumentos de acompanhamento e avaliação.

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 a distância.

Embora seja um elemento fundamental dos cursos *on-line*, a tecnologia por si só não garante sua efetividade. Muitos professores acreditam que o ensino *on-line* não é diferente do tradicional e que as abordagens que funcionam presencialmente funcionarão quando os estudantes e professores estiverem separados entre si por espaço e tempo. Usar a *web* apenas como um “quadro-negro eletrônico”, simplesmente disponibilizando conteúdos em formato tradicional, é desprezar as reais potencialidades do ciberespaço para a educação. Segundo Belloni (2001): “O uso de uma ‘tecnologia’ (no sentido de um artefato técnico), em situação de ensino e aprendizagem, deve estar acompanhado de uma reflexão sobre a ‘tecnologia’ (no sentido do conhecimento embutido no artefato e em seu contexto de produção e utilização)”. As tecnologias só contribuem para uma aprendizagem mais eficiente quando integradas a metodologias pedagógicas que atendam adequadamente às necessidades dos estudantes e professores que as utilizam. Nesse sentido, as tecnologias devem ser determinadas e disponibilizadas de acordo com as necessidades metodológicas. Vários estudos (HAKE, 1998; REDISH; SAUL; STEINBERG, 1997; CHRISTIAN; BELLONI, 2001a) têm sugerido o uso de estratégias de aprendizagem ativa na implementação de cursos *on-line*.

Atividades construtivistas em que os estudantes sentem que estão no controle, através de ferramentas com as quais podem realizar suas próprias explorações, são muito mais efetivas do que atividades em que os resultados são simplesmente mostrados aos alunos, não importa o quão eloquente ou clara é a forma de apresentação (REDISH, 1993).

O desenvolvimento de materiais didáticos, metodologias e dinâmicas de comunicação para cursos *on-line* deve ser orientado com base em métodos em que os estudantes e seus processos de construção do conhecimento constituem os elementos centrais. É necessário utilizar instrumentos que permitam observar e interpretar o comportamento dos estudantes e a forma como eles interagem com os conteúdos disponibilizados no ambiente virtual, diagnosticando suas dificuldades e avaliando a eficiência do material pedagógico sobre a aprendizagem.

Um método que vem sendo utilizado no desenvolvimento de materiais pedagógicos específicos para o ensino de Física é o processo cíclico implementado pelo Grupo de Ensino de Física da Universidade de Washington (McDERMOTT, 1991). Esse método é baseado em um modelo chamado “Roda de McDermott”, representado esquematicamente na Figura 2.

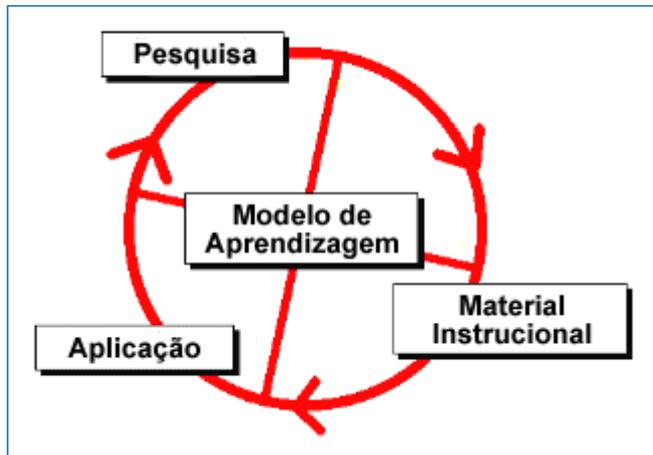


Figura 2 “Roda de McDermott”.

Nessa representação, o eixo de rotação corresponde ao modelo de aprendizagem utilizado como base para a pesquisa. Um modelo bastante adequado para a aplicação desse método é o modelo construtivista de cognição, desenvolvido nas últimas décadas a partir das ideias e métodos experimentais de Piaget, Vygotsky, Luria, entre outros.

Quatro princípios básicos podem ser extraídos desse modelo (REDISH, 1996):

- *Princípio construtivista*: os estudantes constroem suas ideias e observações, formando um modelo mental com o que veem e ouvem.
- *Princípio do contexto*: é razoavelmente fácil aprender algo que corresponde a um modelo mental previamente existente ou que o estende.

- *Princípio da mudança*: é bastante difícil mudar significativamente um modelo mental previamente estabelecido. Provocar “conflitos cognitivos” é uma maneira eficiente.
- *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 pedagógicos e novas metodologias para o ensino *on-line*:

- O professor deve ajudar os estudantes a confrontar modelos mentais incorretos e a entender ideias e conceitos que eles não constroem naturalmente.
- O professor deve ampliar a questão da avaliação, preocupando-se não apenas em verificar se os estudantes assimilaram o conteúdo transmitido, mas se eles realmente o compreenderam e se são capazes de utilizá-lo efetivamente e de maneira autônoma em diferentes contextos.
- O professor deve encontrar maneiras de envolver ativamente no processo de aprendizagem estudantes que aprendem de formas distintas.

Um outro aspecto importante que deve ser considerado no desenvolvimento de cursos *on-line* é a forma como os conteúdos são organizados, chamada de arquitetura de conteúdos. A estruturação dos elementos do material instrucional como objetos de aprendizagem (*learning-objects* – LO) é uma arquitetura de conteúdos muito eficiente que vem se tornando um padrão no ensino *on-line*. Os LO são definidos como objetos digitais (ou conjuntos de objetos) independentes que podem ser combinados, utilizados e reutilizados de maneiras distintas no processo de ensino-aprendizagem para a motivação, apresentação e avaliação de um determinado assunto, adequando-se a diferentes metodologias pedagógicas (NUNES, 2002).

O desenvolvimento de materiais pedagógicos baseados na tecnologia *web* tem evoluído no sentido da criação de um padrão universal de indexação, armazenamento e distribuição de LO por meio de metadados – informações incluídas no arquivo que contém o objeto, tais como título, autor, data, descrição – que permitem a sua identificação por mecanismos de busca. Vários padrões têm sido propostos, como o LOM, o IMS e o Scorm. A existência de um padrão desse tipo agrega aos LO a característica de interoperabilidade, ou seja, a possibilidade de serem utilizados e compartilhados por quaisquer plataformas.

5 IMPLEMENTAÇÃO DE CURSOS *ON-LINE*

A implementação de cursos *on-line* é um processo que envolve o esforço integrado de professores, técnicos e administradores. Para uma organização eficiente do fluxo de trabalho, o processo deve ser dividido em duas etapas – desenvolvimento e operação – que são realizadas por equipes distintas (VENEGAS, 1999):

1. Equipe de desenvolvimento:

- *Instructional designer*: é o responsável pela modelagem do curso para veiculação no ambiente virtual, por meio da definição das metodologias, roteiros e aplicativos utilizados.
- *Web designer*: é o responsável pela criação das interfaces e páginas utilizadas no curso.
- *Programador*: é o responsável pela formatação dos elementos do curso (aulas, tutoriais, exercícios, aplicativos multimídia etc.) em colaboração com o *instructional designer* e o *web designer*, bem como pela configuração do ambiente virtual e da base de dados.
- *Conteudista (professor ou especialista)*: é o responsável pela elaboração do material pedagógico do curso.
- *Preparador de mídias*: é o responsável pela criação e/ou formatação das mídias utilizadas no curso (imagens, áudio, vídeo etc.).

2. Equipe de operação:

- *Instructional designer*: na etapa de operação, é o responsável pelo acompanhamento do curso e pela análise dos resultados obtidos.
- *Gestor de ensino*: é o responsável pela criação e pelo acompanhamento dos grupos de estudantes, pela associação entre esses grupos e as estruturas curriculares, e pela obtenção de relatórios de progressão individual e coletiva dos estudantes.
- *Administrador de rede*: é o responsável pela publicação e pelo controle de acessos aos cursos *on-line*, bem como pela manutenção do servidor e da base de dados.

É importante notar que o *instructional designer* é o elemento-chave para a integração efetiva das duas equipes.

Outro fator essencial no processo de implantação de cursos *on-line* é o desenvolvimento de programas de capacitação docente. Esses programas devem ser elaborados com o objetivo de facilitar o processo de transição dos professores do ensino presencial para o ensino *on-line*, instrumentalizando-os para a geração dos conteúdos e para a utilização das tecnologias envolvidas. Várias competências são necessárias para uma atuação eficiente no ensino *on-line*:

- compreensão da natureza e filosofia do ensino *on-line*;
- entendimento das necessidades de estudantes em cursos *on-line*;
- capacidade para utilizar metodologias que considerem múltiplas formas de aprendizado;
- capacidade para desenvolver material interativo adequado às novas tecnologias;
- capacidade de organização de materiais pedagógicos para estudo independente;
- conhecimento e prática para utilização de tecnologias de informação e comunicação;
- conhecimento para implementar estratégias de avaliação *on-line*;
- entendimento das questões relacionadas aos direitos autorais.

Quando em operação, os cursos *on-line* requerem contínuo acompanhamento, manutenção e gerenciamento, de forma a garantir a efetividade deles e permitir a identificação de possíveis melhorias quanto às tecnologias e metodologias utilizadas.

Outro elemento fundamental para o sucesso dos cursos *on-line* é a definição de uma estratégia de desenvolvimento dinâmica e flexível que possibilite a atualização rápida e eficiente de seus elementos, de modo a suprir as necessidades sempre mutáveis dos usuários.

6 EXEMPLO: FÍSICA ONLINE

O projeto Física *Online* (SZPIGEL; MASSON, 2003) 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 projeto 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 à complementação das atividades presenciais das disciplinas de Física Geral e Experimental.

O ambiente virtual desenvolvido consiste em um LMS ao qual são incorporados tutoriais contendo o material do curso. O LMS utilizado é o programa WebCT¹.

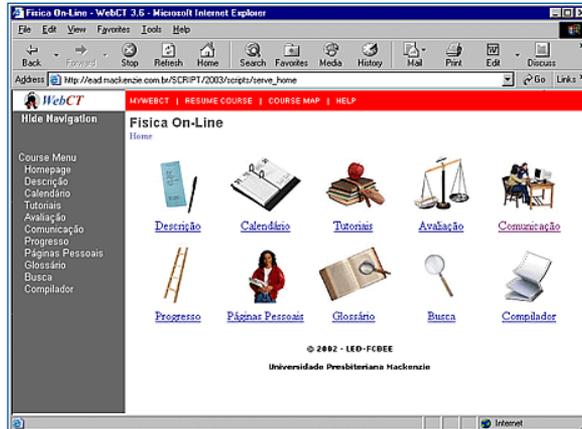


Figura 3 Homepage do ambiente virtual criado com o WebCT.

O material é organizado em quatro módulos sequenciais, divididos em tutoriais referentes a cada tópico específico do programa 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.

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.), Java Scripts, Java Applets e animações vetoriais criadas com o programa Macromedia Flash. 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; BELLONI, 2001b).

Os Physlets podem ser integrados aos tutoriais de três formas diferentes: ilustração, exploração e problemas. Na Figura 4, é mostrado um exemplo de utilização dos

1 Maiores informações podem ser obtidas no *website* do WebCT: <http://www.webct.com>.

Physlets como ilustração. As animações são utilizadas para introduzir novos conceitos ou apresentar aos estudantes simulações dinâmicas de situações físicas. Todas as informações necessárias são fornecidas ou podem ser obtidas por meio de interações descritas no texto do aplicativo.

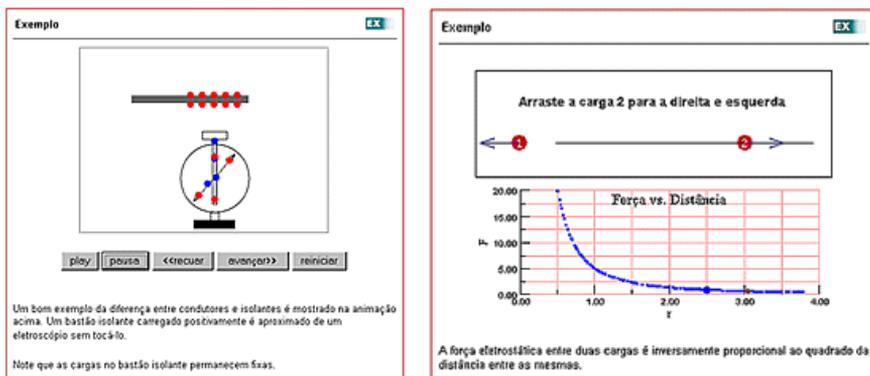


Figura 4 Physlets utilizados como ilustração.

Na Figura 5, são mostrados exemplos de utilização dos Physlets como exploração. Os estudantes são guiados por um roteiro que os orienta a observar o efeito da mudança de parâmetros e a fazer previsões que devem ser analisadas e comparadas com as observações.

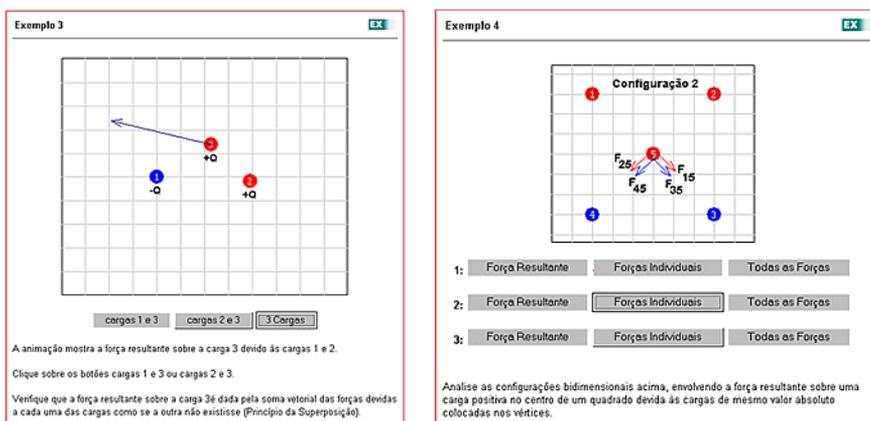


Figura 5 Physlets utilizados como exploração.

A Figura 6 apresenta um exemplo de utilização dos Physlets como problema. As animações são utilizadas como parte integrante do processo de solução de problemas propostos aos estudantes, sem a orientação fornecida nos aplicativos utilizados como ilustração e exploração.

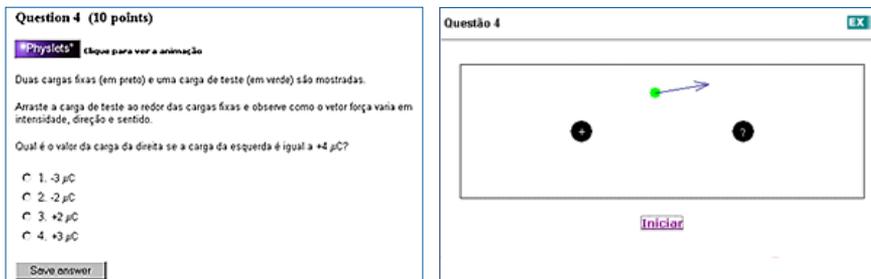


Figura 6 Physlet utilizado como problema.

A efetividade dos Physlets como ferramenta pedagógica tem sido apontada por vários trabalhos de pesquisa (DANCY; TITUS; BEICHNER, 2000; BELLONI; CHRISTIAN, TITUS, 2002). Esses trabalhos indicam que os Physlets enriquecem o entendimento conceitual, resultando em um significativo ganho cognitivo.

A estratégia de ensino-aprendizagem implementada no projeto Física Online é baseada na metodologia *just-in-time teaching* – JiTT (NOVAK et al., 1999). A metodologia JiTT consiste na 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 para disponibilizar material pedagógico e ferramentas de comunicação *on-line*. Do lado *low-tech*, são desenvolvidas atividades de aprendizagem ativa em sala de aula, com foco nas interações professor-estudante e estudante-estudante.

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: os estudantes realizam exercícios e tarefas disponibilizados pelo professor no ambiente virtual antes das aulas presenciais; o professor acompanha essas atividades *on-line*, avalia as dificuldades dos estudantes e ajusta os conteúdos e as atividades da aula presencial seguinte de modo a atender às necessidades dos estudantes.

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

utilizando Physlets, cobrindo os tópicos Carga Elétrica e Força Eletrostática. 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 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 Gráfico 1, são mostradas as distribuições de frequência das notas para os grupos A e B.

Observa-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 superior dos estudantes que acessaram o ambiente virtual em relação aos que não acessaram.

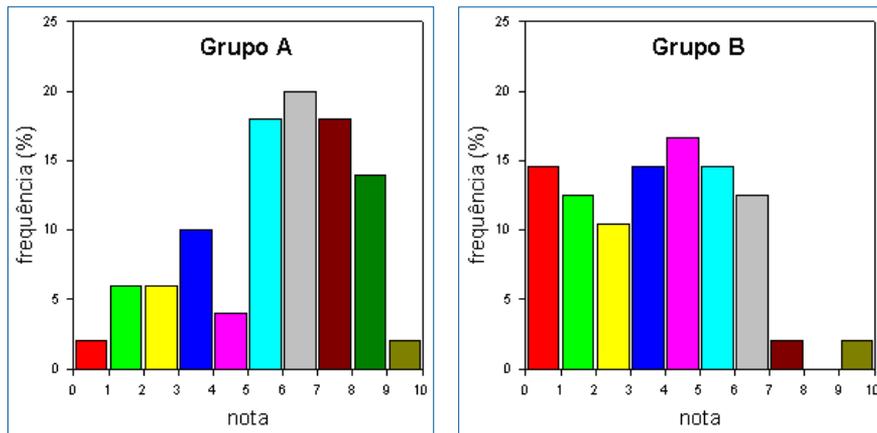


Gráfico 1 Resultados do teste para os grupos A e B.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos tradicionais de ensino, baseados fundamentalmente na comunicação unidirecional (de “um-para-todos”), estão se tornando inadequados no sentido de preparar os estudantes para uma atuação efetiva na “sociedade do conhecimento”.

O ciberespaço e as tecnologias da informação e comunicação (TIC) estão modificando esse panorama, instituindo novas formas de ensino e aprendizagem através de ambientes virtuais baseados na tecnologia *web*. Estratégias educacionais mais interativas, incorporando recursos de comunicação multidirecional (de “todos-para-todos”) e material hipermediático, têm sido cada vez mais exploradas e utilizadas pelos professores e instituições não apenas em programas de ensino a distância (EaD), mas também para complementar as atividades dos cursos presenciais

As experiências com o ensino *on-line* têm mostrado que não basta apenas veicular material instrucional utilizando as novas tecnologias disponíveis. O uso das tecnologias só contribui para uma aprendizagem mais efetiva quando integrado a metodologias pedagógicas consistentes, focalizadas nos estudantes e em seus processos de aquisição de conhecimentos.

Um elemento considerado essencial para o sucesso de estratégias educacionais no ciberespaço é a formação de uma *comunidade de aprendizagem on-line* que apoie e estimule a aprendizagem colaborativa. Nesse sentido, além da capacitação tecnológica para o desenvolvimento e utilização dos ambientes virtuais, a implementação de cursos *on-line* exige o estabelecimento de uma cultura digital no meio acadêmico, com ênfase nos métodos de comunicação, interação e colaboração entre professores e estudantes.

Neste trabalho, apresentamos um panorama geral sobre o uso das TIC na educação e abordamos os principais aspectos técnicos e metodológicos envolvidos no processo de implementação de cursos *on-line*. Descrevemos também as características de um ambiente virtual desenvolvido para complementar as atividades presenciais das disciplinas de Física Geral ministradas na Universidade Presbiteriana Mackenzie. Os resultados preliminares obtidos são bastante encorajadores e mostram a efetividade pedagógica do ambiente virtual desenvolvido.

REFERÊNCIAS

BELLONI, M. L. *Educação a distância*. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2001. Coleção Educação contemporânea.

BELLONI, M.; CHRISTIAN, W.; TITUS, A. Enhancing student learning with Physlet-based just-in-time teaching. In: INVITATIONAL CONFERENCE ON K-12 OUTREACH FROM UNIVERSITY SCIENCE DEPARTMENTS, 2002. Raleigh. *Proceedings...* Raleigh.

CHRISTIAN, W. O.; BELLONI, M. *Physlets: a new tool for physics education research*. Maryland: APS Fall Newsletter, 2001a.

_____. *Physlets: teaching with interactive curricular material*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2001b.

- COOPERATIVE learning. *New Horizons for Learning*, 1998. Disponível em: <http://www.newhorizons.org/strategies/cooperative/front_cooperative.htm>.
- DANCY, M.; TITUS, A.; BEICHNER, R. *The effect of animation on student's response to conceptual questions*. Webphysics resources. Davidson: Davidson College, 2000.
- GIBSON, W. *Neuromancer*. Tradução Maya Sangawa e Sílvia Alexandre. São Paulo: Aleph, 1991. Coleção Zenith, v. 5.
- 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.
- HARASIM, L. et al. *Learning networks, a field guide to teaching and learning online*. Cambridge: MIT Press, 1995.
- HORGAN, B. *Transforming higher education using information technology: first steps*. Microsoft in Higher Education, 1998. Disponível em: <<http://microsoft.com/education/hed/vision.html>>.
- LÉVY, P. *Cibercultura*. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999. Coleção Trans.
- MCCORMACK, C.; JONES, D. *Building a web-based education system*. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- 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.
- NOVAK, G. M. et al. *Just-in time teaching: blending active learning with web technology*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1999.
- NUNES, C. Criação, produção e uso de objetos de aprendizagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, Associação Brasileira de Educação à Distância. São Paulo.
- PALLOFF, R. M.; PRATT, K. *Building learning communities in cyberspace: effective strategies for the online classroom*. San Francisco: Jossey-Bass, 1999.
- REDISH, E. F. What can a Physics teacher do with a computer? In: ROBERT RESNICK SYMPOSIUM, 1993, Troy. Disponível em: <<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/resnick.html>>.
- _____. New models of Physics instruction based on Physics education research. of the In: DEUTSCHEN PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT JENA CONFERENCE, 1996, Germany. *Proceedings...*
- REDISH, E. F.; SAUL, J. M.; STEINBERG, R. N. (1997) on the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. *Am. J. of Phys.*, v. 65, p. 45-54, 1997.
- SUTHERLAND, T. E.; BONWELL, C. C. (Ed.). *Using active learning in college class: a range of options for faculty*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996.
- SZPIGEL, S.; MASSON, T. J. Física *Online*: integrando tecnologia *web* e estratégias de aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2003, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, 2003.
- VENEGAS, A. Processo de formação de equipes de produção de treinamento e ensino a distância através da *web* e intranet. 1999. Disponível em: <<http://www.eng.com.br/EAD/Ensino a Distancia.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2001.