
O ENSINO HÍBRIDO DA ELETRICIDADE UTILIZANDO OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA⁺⁺

Lilia Maria Marques Siqueira

Departamento de Engenharia Elétrica – PUCPR

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação – PUCPR

Patrícia Lupion Torres

Programa de Pós-graduação em Educação – PUCPR

Curitiba – PR

Resumo

Apresentamos uma proposta de hibridização do ensino da Disciplina de Eletricidade na Engenharia, por meio de ambiente virtual de aprendizagem com o uso de objetos de aprendizagem para a veiculação dos conteúdos. A experiência foi realizada com alunos matriculados no curso de Eng. Elétrica da PUCPR, que proporcionou o contato com temas interdisciplinares relacionados ao estudo da eletricidade e com os conteúdos curriculares profissionais. Os objetos de aprendizagem foram ancorados em um ambiente educacional virtual próprio da PUCPR, o EUREKA, e frequentados à distância durante um semestre letivo. Os depoimentos dos alunos permitem afirmar que o estudo por meio dos objetos de aprendizagem, disponibilizados no ambiente virtual, possui vantagens em relação ao livro-texto, contribuindo para a aprendizagem.

Palavras-chave: *Objetos de aprendizagem; ensino híbrido; ensino superior.*

⁺ The blended teaching of electricity using learning objects in Engineering

* Recebido: março de 2010.

Aceito: maio de 2010.

Abstract

We present a hybridization proposal of Electricity on Engineering teaching through a virtual learning environment, using learning objects to disseminate the contents. The experiment was applied to the students registered at PUCPR Electrical Engineering Course, allowing their contact with interdisciplinary topics related to the study of electricity and with the professional curriculum contents. The learning objects were anchored on PUCPR own virtual educational environment, EUREKA, and accessed at a distance during all the semester. The students' statements allow us to affirm that the studies through the learning objects, available on virtual environment, have advantages over the text book, contributing to the learning.

Keywords: *Learning objects; blended learning; Higher education.*

I. Introdução

A preocupação com o ensino da Física nos cursos de Engenharia não é recente. Desde o final dos anos 1990, intensificou-se o debate referente à postura educacional de repetição e de reprodução de conteúdos prontos e acabados. Tal fato pode ser constatado pela constância da temática nos mais diversos fóruns de discussão das áreas de educação e engenharia. Destaque pode ser dado ao COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia que se encontra na 37ª edição, ou seja, há quase quarenta anos esse evento se dedica à discussão de procedimentos de ensino relacionados com os conteúdos básicos nas séries iniciais de Engenharia, como é o caso da Física.

Na adaptação à nova cultura universitária, o ensino da Física pode ser incrementado se forem privilegiados aspectos do senso comum e dele retirados elementos conceituais que permitam a contextualização dos temas, conforme propõe Ausubel, “o fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe. Descubra isto e o ensine de acordo” (AUSUBEL apud MARRIOTT; TORRES, 2007, p. 157).

O aumento das exigências sobre os sistemas educacionais demanda uma maior integração das novas tecnologias de informação e comunicação, a fim de

melhorar a eficiência das ferramentas pedagógicas para se alcançar a formação do indivíduo autônomo (BELLONI, 2005).

O uso de computador e as novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm provocado grandes mudanças nos processos de ensino-aprendizagem, seja na educação presencial, híbrida ou à distância. Com o uso dessas tecnologias, tem-se instalado a terceira geração de Educação a Distância (EAD), caracterizada pelo uso de ambientes virtuais de aprendizagem, interativos (TORRES, 2009).

Contudo, a utilização de meios digitais educacionais não significa digitalizar conteúdos prontos e disponibilizar ao aluno para que este realize uma leitura *on line*. Requer uma reestruturação no modo de pensar e planejar a ação educativa, tomando como foco o aluno e as diferentes formas de aprender. SILVA (2002), em sua tese de doutorado, intitulada MAEP: um método Ergopedagógico Interativo de Avaliação para Produtos Educacionais Informatizados, revela três importantes aspectos a serem observados na utilização de objetos educacionais: a vertente pedagógica – trata da evolução dos ambientes de aprendizagem informatizados; a vertente comunicacional – trata da comunicação mediatizada por computador e a educação à distância; a vertente ergonômica – trata dos aspectos da Interface Humano-Computador.

Ao propor o recurso desenvolvido neste estudo, foram observados os aspectos pedagógicos, comunicacionais e ergonômicos dos objetos de aprendizagem, descritos por SILVA (2002), a fim de incentivar o aluno a buscar seu próprio aprendizado, e incrementar as conexões com a realidade e conteúdos já estudados.

Diversos autores, tais como Trindade (2002), Domenico & Torres (2006), Ramos & Torres (2006) e Silva (2005) relataram, em suas pesquisas, que os objetos de aprendizagem se apresentam como um dos recursos disponíveis para auxiliar o aluno nesse processo de busca autônoma do conhecimento, quando oferecidos em complemento ao ensino presencial.

A escolha do tema Eletricidade deve-se à presença dessa disciplina em diversos cursos de Engenharia em todo o país, e também à nossa experiência docente nas dificuldades dos alunos da Engenharia Elétrica (SIQUEIRA, 2003). Os conteúdos eleitos foram temas interdisciplinares que frequentemente eram levantados pelos alunos como de difícil compreensão.

O presente artigo apresenta uma breve contextualização da legislação que permite a implantação de 20% da carga horária à distância em cursos presenciais; um exemplo da construção de um objeto de aprendizagem utilizado na turma do curso de Engenharia Elétrica; o relato de uma experiência de utilização do objeto de aprendizagem; os resultados preliminares dessa intervenção.

II. O uso de objetos de aprendizagem como apoio à hibridização do ensino

No curso de Engenharia Elétrica, assim como em todas as áreas do conhecimento, especialmente no Ensino Superior, para cada hora de aula, demanda-se outra hora de estudo independente, fora da sala, seja em atividades orientadas, em grupo ou individual, em trabalhos práticos, em visitas técnicas, em palestras, ou em ensaios de laboratório. Naturalmente, essa quantidade de horas de estudo não é fixa, mas o que se pretende afirmar aqui é que mesmo o curso presencial pressupõe atividades desenvolvidas a distância, em horários e locais diferentes, nem sempre envolvendo todos os alunos simultaneamente. Essa combinação de atividades presenciais e não presenciais é tratada por diferentes denominações, entre elas *blended learning* ou cursos híbridos. A primeira denominação tem sido muito utilizada, pois remete a uma junção harmoniosa, não conflitante, onde os aspectos positivos do ensino presencial ganham potência e alcance com a utilização dos recursos à distância.

É muito difícil que se conceba um curso presencial sem que sejam previstas atividades à distância (TORI, 2009). Esse fato justifica aplicarem-se, aos cursos convencionais, as conquistas metodológicas e tecnológicas de pesquisadores e educadores da área de educação à distância, delineando uma estratégia metodológica que vem sendo denominada como *blended learning*, ou cursos híbridos. Nessa modalidade, são unificados os pontos fortes do ensino presencial (disponibilidade do professor, interação face-a-face) e do ensino à distância (material didático disponibilizado *on line*, disponível para estudo e possibilidade de leitura sem limitação de tempo).

Outro aspecto a ser observado na convergência entre a educação convencional e à distância é o crescente número de alunos que está inserido no mercado de trabalho ao mesmo tempo que busca a sua formação profissional. Para esse perfil de aluno, observado no grupo que participou da experiência aqui relatada, foram desenvolvidos os objetos de aprendizagem e aplicados como apoio ao ensino presencial, durante um semestre letivo.

No que diz respeito à legislação, primeiramente foi criada a Portaria nº 2.253, de 18 de outubro de 2001, que proporcionou à Universidade autonomia para incluir atividades à distância, com uma carga horária de até 20% da total do curso. Essa Portaria foi revogada pelo Ministro Tarso Genro, que em 10 de dezembro de 2004 assinou a Portaria nº 4.059 (MEC, 2004), mantendo a autorização de 20% do total da carga horária do curso, assinalando que as avaliações deverão ser presenciais e que os professores/tutores deverão ter carga horária especí-

fica para os momentos presenciais e a distância. Assim, os conteúdos correlatos aos constantes na grade curricular – estabelecida para atender às Diretrizes Curriculares de cada curso – como temas interdisciplinares, podem ser exportados para atividades extraclasse, proporcionando o correto encaminhamento dos conceitos, com estratégias metodológicas diferenciadas.

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), por meio do ambiente virtual de aprendizagem próprio denominado EUREKA, oferece aos alunos do curso presencial o acesso às salas virtuais das disciplinas nas quais estão matriculados, possibilitando uma interação entre alunos e entre o professor e os alunos mediada por computador, a partir do uso das ferramentas *Chat*, fórum, edital, plano de trabalho, correio e material didático *on line*. Este ambiente foi utilizado para a disponibilização dos objetos de aprendizagem e sua respectiva avaliação, para os alunos da Engenharia Elétrica.

Com o amparo da legislação e após a definição dos temas a serem abordados, passou-se para a etapa de planejamento e elaboração dos objetos de aprendizagem. De acordo com o IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineering –, objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser usada e reusada ou referenciada durante uma aprendizagem suportada por tecnologia. Exemplos de aprendizagem suportada por tecnologia são os sistemas mediados por computador, ambientes virtuais de aprendizagem interativos, sistemas de treinamento baseados por computador, sistemas de educação à distância, e ambientes colaborativos de aprendizagem. Exemplos de objetos de aprendizagem como incluem conteúdo multimídia, objetivos educacionais, *software* instrucional e ferramentas de *software*; pessoas, organizações ou eventos referenciados durante a aprendizagem suportada por tecnologia (IEEE, 2009).

Objeto de aprendizagem é todo recurso digital ou não que pode ser usado para promover a aprendizagem, tendo como principal característica a reusabilidade (WILEY, 2001). Objetos de aprendizagem também podem ser traduzidos como objetos educacionais: o termo objeto educacional (*learning object*) geralmente aplica-se a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde o recurso possa ser utilizado. A idéia básica é de que os objetos sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem (FABRE, 2003).

Uma experiência bem sucedida de criação de material didático digital foi relatada por Silva, que desenvolveu material didático hipermídia sobre Movimentos da Terra, estações do ano, Fases da Lua e Eclipses do Sol e da Lua, elaborado para uma disciplina introdutória de física a nível universitário a distância do Consórcio CEDERJ (SILVA, 2009).

O projeto e a criação dos objetos de aprendizagem devem ser criteriosamente planejados, uma vez que a sua elaboração demanda elevada quantidade de tempo e recursos, especialmente quando envolvem multimídia.

III. Um exemplo de objeto de aprendizagem para o ensino de eletricidade *on line*

III.1 Hierarquizando conceitos usando mapas conceituais

Definidos os temas de estudo que seriam abordados na elaboração do objeto de aprendizagem, teve início o planejamento dos mesmos e a organização dos conceitos de modo a facilitar a aprendizagem do aluno.

O agrupamento de objetos de aprendizagem disponibilizado aos alunos à distância recebeu, na PUCPR, a denominação de *módulo*. Os temas para a elaboração do material didático *on line* foram evidenciados a partir da construção dos mapas conceituais.

Os mapas conceituais (NOVAK, 2006) utilizam os conceitos da aprendizagem significativa, que se baseia no cognitivismo ou psicologia da cognição, auxiliando os alunos a conectarem seus conhecimentos prévios visando articular idéias novas, e potencializar a aprendizagem propiciando relevância para os conteúdos aprendidos.

Os seguintes passos podem ser seguidos para a construção dos Mapas Conceituais:

- Iniciar situando os conceitos principais do conteúdo proposto para a construção do Mapa Conceitual;
- Hierarquizar estes conceitos, respeitando o grau de importância;
- Conectar os conceitos com linhas e setas;
- Entre cada conceito identificar com uma palavra ou verbo sua relação com o precedente.

Para a construção dos mapas foi utilizado o *software* gratuito IHMC CmapTools (IHMC, 2009). Um exemplo do mapa conceitual construído para hierarquizar os conceitos envolvendo a presença dos capacitores em circuitos elétricos pode ser visto na Fig. 1.

Os mapas de cada módulo permitiram a elaboração de roteiros de estudo desenvolvidos pela professora da disciplina e disponibilizados no aplicativo MicrosoftWord, seguindo o padrão de design instrucional adotado pelo NTE (Núcleo de Tecnologias Educacionais) da PUCPR. Em cada Unidade de Estudo eram desenvolvidas atividades à distância e atividades presenciais. Nas atividades à distância, o conteúdo básico de cada Unidade era apresentado na forma de Objeto de Aprendizagem.

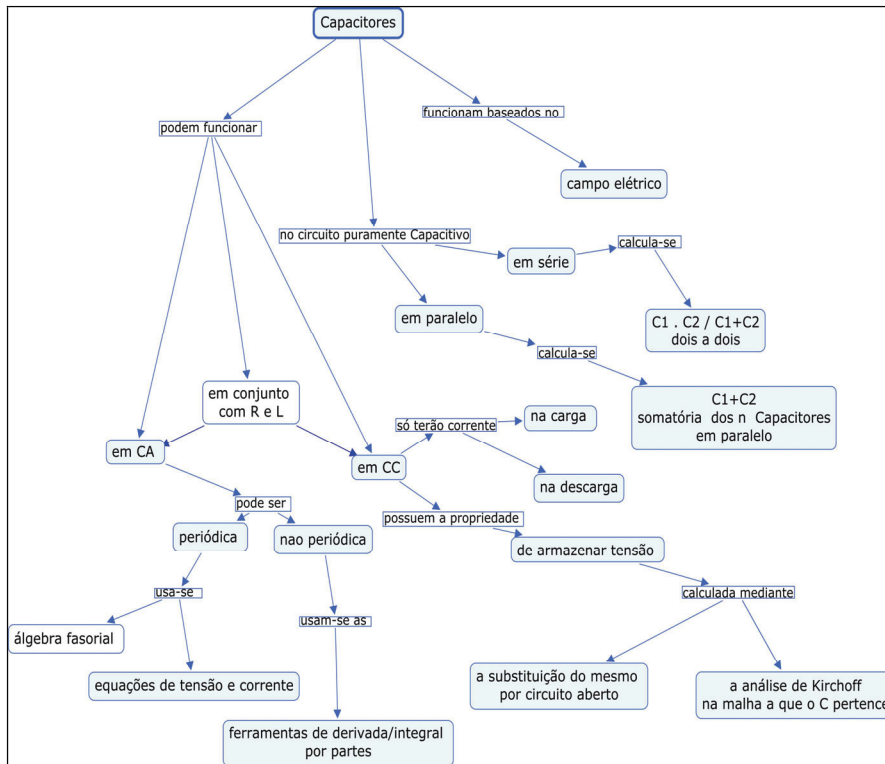


Fig. 1 - Mapa conceitual para hierarquização dos conceitos relacionados ao uso de capacitores. Fonte: a autora

Este objeto era organizado em módulos, distribuídos nas unidades de estudo:

- Unidade 01 – Corrente Alternada
- Unidade 02 – Capacitores e Indutores em CA
- Unidade 03 – Comportamento de R, L e C em regime senoidal
- Unidade 04 – Corrente Alternada Comercial
- Unidade 05 – Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica

A equipe do NTE desenvolveu o personagem representativo do conteúdo buscando características e padrões da temática, a partir dos roteiros de estudo.

III.2 Implementando os recursos de mídia nos objetos de aprendizagem – módulos

O material auxiliar que se constituiu em um diferencial em relação ao livro-texto foram os vídeos com locução e legenda e as fotos das experiências realizadas nos laboratórios de Física e de Circuitos Elétricos. As figuras e os vídeos foram inseridos nos módulos mediante o uso do aplicativo *Macromedia Dreamweaver*, cujos recursos de edição visual permitem criar páginas, de modo rápido, sem que seja necessário escrever linhas de código. É possível visualizar todos os elementos ou propriedades do *site* e arrastá-los de um painel fácil de usar diretamente para um documento, conforme se vê na Fig. 2.

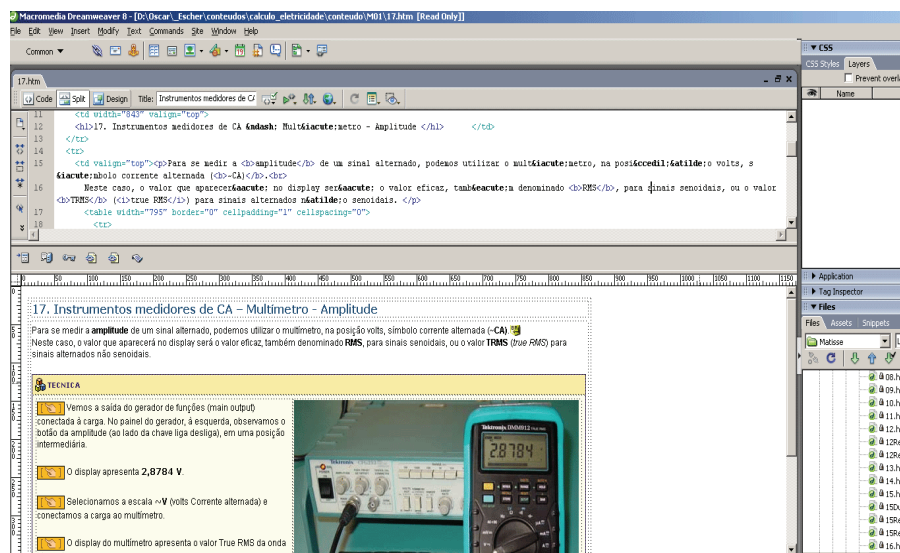


Fig. 2 - Tela do aplicativo Macromedia Dreamweaver para a criação do material. Fonte: a autora

Detalharemos, neste artigo, os recursos utilizados nos Módulos 1, 2 e 3.

III.2.1 Módulo 01 - Corrente Alternada

No **Módulo 01**, Corrente Alternada, cujo índice aparece ilustrado na Figura 3, apresenta-se o conceito de corrente alternada, partindo da corrente alternada senoidal comercial de frequência fixa, para a corrente alternada senoidal de baixa amplitude e frequência variável. Itens adicionais como os parâmetros de definição de corrente alternada, sua representação gráfica em função do tempo, e

os espectros de amplitude e de fase foram inseridos após a revisão do módulo por parte dos professores das disciplinas de Circuitos Elétricos e de Sistemas de Imagens, com base nas dificuldades conceituais detectadas em suas turmas, em períodos mais avançados.

MÓDULO	
⚡	Corrente alternada (Módulo 01)
✓	1 - Introdução
✓	2 - Corrente alternada (CA)
✓	3 - Corrente alternada senoidal
✓	4 - Outros formatos de corrente alternada
✓	5 - Gerador de corrente alternada
✓	6 - Gerador de corrente alternada (1/2)
✓	7 - Gerador de corrente alternada (2/2)
✓	8 - Parâmetros da corrente / tensão alternada
✓	9 - Equação para a tensão ou corrente alternada senoidal
✓	10 - Gráfico em função do tempo para a tensão ou corrente alternada senoidal
✓	11 - Espectros de amplitude e fase para a tensão ou corrente alternada senoidal
✓	12 - Formas de representação para a tensão ou corrente alternada senoidal - Atividade
✓	13 - Valores instantâneo, pico a pico e de pico
✓	14 - Valores médio e eficaz
✓	15 - Valores médio e eficaz - Atividade
✓	16 - Relações matemáticas de um sinal senoidal
✓	17 - Instrumentos medidores de CA - Multímetro - Amplitude
✓	18 - Instrumentos medidores de CA - Multímetro - Frequência
✓	19 - Instrumentos medidores de CA - Osciloscópio - Amplitude
✓	20 - Instrumentos medidores de CA - Osciloscópio - Frequência
✓	21 - Medição da defasagem usando o osciloscópio
✓	22 - Amplitude, período e fase - Atividade (1/2)
✓	23 - Amplitude, período e fase - Atividade (2/2)
✓	24 - Desafio
✓	25 - Corrente alternada - Auto-avaliação (1/2)
✓	26 - Corrente alternada - Auto-avaliação (2/2)
✓	27 - Conclusão

Fig. 3- Tela do índice do Módulo 1, indicando os títulos das telas. Fonte: a autora.

Como exemplo deste módulo, destaca-se o item 6 – Geração de Corrente Alternada, no qual foi inserido o conceito do gerador monofásico a partir da rota-

ção de uma bobina condutora no interior de um campo magnético estacionário. Conforme se observa na Fig. 4, a tela está bem diversificada, dividida em texto, vídeo apresentando a experiência, e *link* para mais informações no campo Saiba Mais. Nesse tipo de objeto de aprendizagem, com o uso de vídeos, houve o cuidado de inserir a sequência de passos abaixo da tela de vídeo. Esse procedimento foi efetivado para permitir aos alunos a compreensão da experiência caso seu computador possua limitações técnicas para acessar o vídeo.

ELETRICIDADE Corrente alternada (Módulo 01)

6. Gerador de corrente alternada (1/2)

Outra forma de gerar uma tensão alternada é por meio de um gerador construído com uma bobina que gira no interior de um campo magnético uniforme denominado \vec{B} .

A espira que gira com uma **frequência angular** fixa (ω) em um campo magnético \vec{B} gera uma fem (força eletromotriz) induzida, de acordo com a lei de Faraday.

A energia da rotação da manivela é utilizada para impulsionar a espira, a fim de produzir energia elétrica. A força eletromotriz (f.e.m) induzida é transferida a um circuito externo, no caso uma lâmpada, por intermédio de escovas de grafite que ficam em contato com os anéis coletores.

O **fluxo magnético** é proporcional ao **número de espiras** da bobina N , à **área da bobina** A , ao **campo magnético** \vec{B} e depende da **inclinação da bobina** em relação as linhas de campo magnético.

OBSERVAÇÃO

No gerador monofásico mostrado no vídeo, a manivela é girada manualmente. A impressão da rotação constante (ω) realizada pelo movimento manual é que ocasiona o formato distorcido da forma de onda senoidal visualizado no osciloscópio.

saiba mais

VIDEO

Módulo 01
Corrente Alternada

Geração da corrente alternada com uma bobina de 200 espiras imagem com o osciloscópio

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Pró-Reitoria Comunitária e de Extensão
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Copyright - 2008 - PUCPR

passo 1 passo 2 passo 3

Veja o vídeo ou passe com o cursor em cima das imagens para vê-las em zoom

Fig. 4 - Tela número 6 do Módulo 1: Corrente Alternada, visualizando o texto inicial do vídeo. Fonte: a autora

Para os alunos com dificuldades de visualizar o vídeo, disponibilizou-se uma sequência de passos, com as fotos das principais etapas de geração de corrente alternada monofásica, e a legenda correspondente, facilitando a interação do aluno. O destaque do passo 2 da experiência está ilustrado na Fig. 5.

Ao clicar no campo “saiba mais” da Fig. 5, o aluno visualizou o esquemático das linhas de força do campo, o ângulo formado ao girar a bobina, e as equações de Faraday, conforme o aluno irá se defrontar na literatura técnica especializada durante sua vida acadêmica.



Fig. 5 - Tela número 6 do Módulo 1: Corrente Alternada, com destaque para a foto do passo 2. Fonte: a autora

O Objeto de Aprendizagem criado segue o padrão do NTE Núcleo de Tecnologias Educacionais), possui ferramentas que permitem imprimir a tela, acessar o menu de estudo, acrescentar comentários e anotações sobre os temas estudados. Essas anotações podem ser visualizadas pelo autor do Objeto, favorecendo a sua contínua atualização.

III.2.2 Módulo 02 - Capacitores e Indutores

Como exemplo de recursos de mídia no **Módulo 2**, intitulado Capacitores e Indutores, vê-se, na Fig. 6, a ilustração correspondente às linhas do campo elétrico, para melhor compreender o fenômeno de armazenamento de energia no capacitor.

Ao passar com o *mouse* por cima da foto, a mesma aparece ampliada para o aluno visualizar o fenômeno da orientação das linhas de campo elétrico, conforme Fig. 7.

De forma semelhante, na tela 9 do Módulo 2, é revisado o conceito de campo magnético, introdutório ao estudo do fenômeno da indutância. Esses conceitos pertencem ao Ensino Médio e serão aprofundados na disciplina de Física III, no período subsequente, de acordo com a grade curricular. O Objeto de Apre-

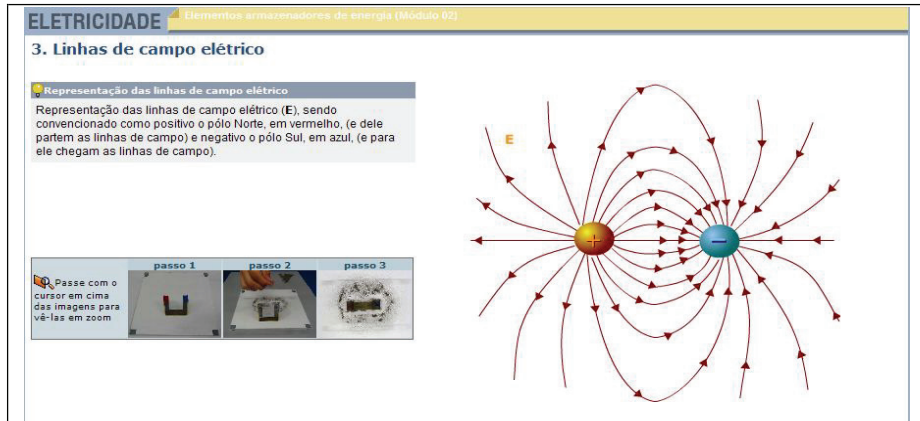


Fig. 6 - Tela número 3 do Módulo 2: Ilustração das linhas de campo elétrico (à direita) e a correspondente experiência em uma sequência de fotos (à esquerda). Fonte: a autora.



Fig. 7 - Tela número 3 do Módulo 2: Ilustração das linhas de campo elétrico mediante o recurso de zoom sobre a foto. Fonte: a autora.

dizagem proporciona uma visão geral, com a introdução à abordagem matemática que será usual no decorrer de sua graduação. Fenômenos correlatos ao funciona-

mento dos capacitores e indutores, como a Lei de Lenz, orientação de linhas de campo elétrico (visto nas Fig. 6 e 7), e campo magnético no interior de um solenoide, foram filmados e inseridos no Módulo 2.

III.2.3. Módulo 03 - Comportamento de R, L e C em Regime Senoidal

Na Fig. 8 apresentamos a tela 19, pertencente ao **Módulo 3**: Comportamento de Resistores, Indutores e Capacitores em Regime Senoidal. Este módulo foi elaborado para aplicar os conceitos precedentes (vistos nos módulos anteriores) em situações específicas da formação básica profissional do aluno do Curso de Engenharia Elétrica.

Um exemplo dos recursos utilizados no módulo pode ser observado na tela a seguir.

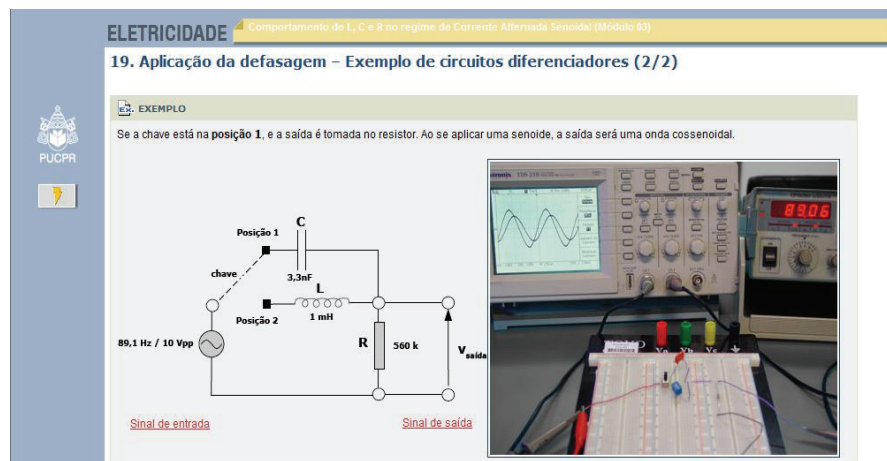


Fig. 8 - Tela número 19 do Módulo 3: Comportamento de R, L e C em Regime senoidal, apresentando a reprodução de experiência em laboratório de circuitos. Fonte: a autora.

Se o aluno passa o *mouse* pela expressão [Sinal de Saída](#), uma foto aparecerá na tela, detalhando a forma de onda, e os parâmetros de ajuste do osciloscópio, conforme vemos na Fig. 8. A foto do sinal de entrada também está disponível mediante o *mouse* repousar sobre a expressão [Sinal de Entrada](#), permitindo a interação do aluno e auxiliando-o no confronto teórico da real atuação do circuito sobre a fase do sinal de entrada.

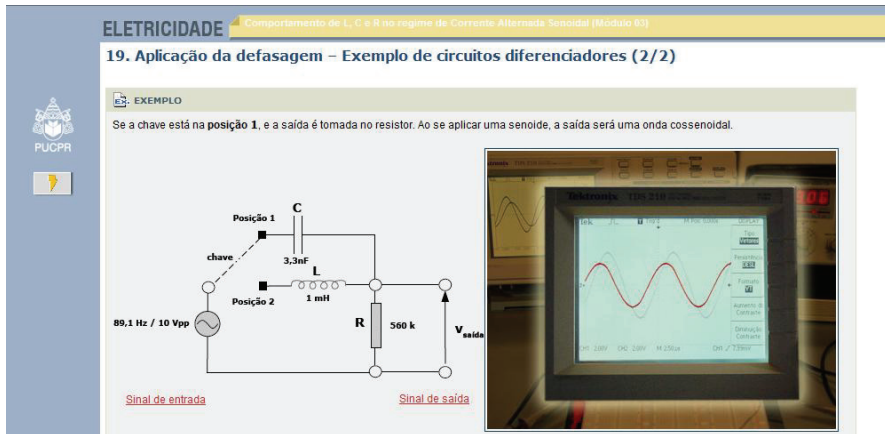


Fig. 9 - Tela número 19 do Módulo 3: Comportamento de R, L e C em Regime senoidal, usando o recurso do zoom. Fonte: a autora.

Na Fig. 10, vemos o tratamento matemático dado ao capacitor, na tela 15 deste mesmo módulo. Esse conteúdo aparece para visualização somente ao clicar, evitando-se excesso de informações na tela em um primeiro momento. Dessa forma, o aluno pode utilizar qualquer ordem de acesso ao objeto de aprendizagem, para estabelecer as conexões com conteúdos previamente conhecidos.

O acesso aos módulos para os alunos do Curso de Engenharia Elétrica foi liberado a cada semana de andamento da atividade, dentro de um cronograma de atividades organizado em unidades de estudo, e publicadas *on line* mediante a ferramenta plano de trabalho, conforme descrito no item a seguir.

IV. Implementação da proposta

A proposta foi desenvolvida no início do 2º semestre de 2008, com 44 alunos matriculados na disciplina de Eletricidade do currículo do curso de Eng. Elétrica da PUCPR. No ato de matrícula, os alunos são inscritos no ambiente EUREKA, mais especificamente na sala da disciplina em questão, onde se disponibilizou o plano de trabalho para o semestre letivo. Apenas os alunos matriculados na disciplina tiveram acesso à sala, e a participação foi obrigatória.

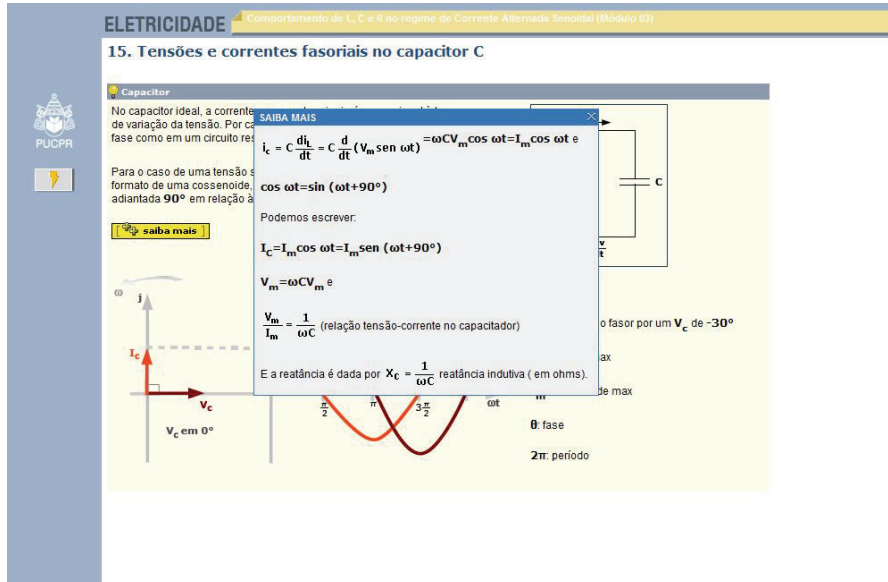


Fig. 10 - Tela número 15 do Módulo 3: Comportamento de R, L e C em Regime senoidal, apresentando a teoria sobre a defasagem entre tensão e corrente em um capacitor. Fonte: a autora

Constatou-se, neste estudo, que 95% dos alunos da Engenharia Elétrica possui acesso ao computador em casa. Os demais utilizaram laboratório conectado a Internet da IES.

Os diferentes módulos (agrupamentos de objetos de aprendizagem) foram selecionados e disponibilizados em cinco unidades de estudo, com atividades agendadas e ofertadas *on line*, por meio da ferramenta plano de trabalho, que pode ser visualizada na Fig. 11.

A sala *on line* foi frequentada pelos alunos semanalmente, em casa ou nos laboratórios da PUCPR, formatada com cinco Unidades, assim denominadas: Unidade 01 - Corrente Alternada; Unidade 02 - Capacitores e Indutores em CA; Unidade 03 - Impedância complexa em circuitos contendo R, L e C, Unidade 04 - Corrente Alternada Comercial e Unidade 05 - Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Cada unidade de estudo mostrava a descrição das atividades, data de entrega e material de apoio.

Na Fig. 11, é possível perceber que, após o título da unidade de estudo, estão as atividades relacionadas, como a leitura do material *on line* (módulos) e a

atividade prática presencial. Cada um dos módulos abrange um conjunto de diferentes quantidades de telas, de acordo com a complexidade do tema.

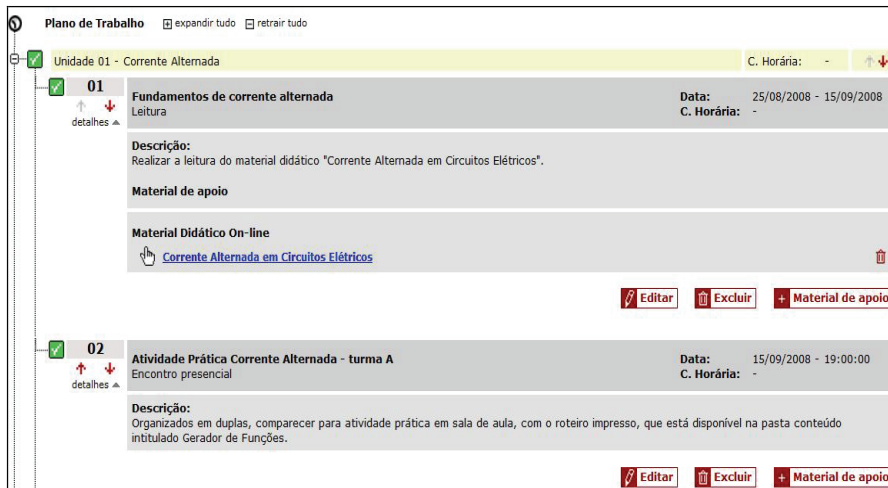


Fig. 11 - Tela da ferramenta Plano de Trabalho contendo as atividades da Unidade 1. Fonte: a autora

Por exemplo, o Módulo 02, intitulado Elementos Armazenadores de Energia, foi composto pelas seguintes telas: Introdução; Capacitores e indutores; Linhas de campo elétrico; Permissividade do dielétrico; Capacitância – Princípios; Capacitância – Fatores geométricos; Influência das dimensões na capacitância; Tipos de capacitores mais comuns; Campo magnético e indutância; Lei de Lenz; Auto-indutância – Fatores geométricos; Tipos de indutores mais comuns; Elementos armazenadores de energia – Auto-avaliação e Conclusão.

Ao término das leituras dos módulos, os alunos realizavam as atividades de auto-avaliação presentes nos objetos de aprendizagem, sem pontuação de notas, e compareciam em sala de aula para realizarem as atividades presenciais previstas no plano de trabalho, contabilizando os pesos e as notas acordadas no início do semestre.

V. Resultados preliminares

A oferta de conteúdos mediados por computador amplia as oportunidades de aprendizagem, complementando a atividade presencial. Observou-se nesta

investigação a importância de se mesclar os estudos assíncronos (por meio do ambiente EUREKA), com os encontros presenciais para as discussões.

Os comentários às perguntas abertas dos alunos de engenharia envolvidos na pesquisa, que utilizaram o material *on line* como apoio ao ensino presencial, propiciaram a validação dessa ferramenta como auxiliar na aprendizagem, conforme constatam-se nos comentários abaixo:

- O material didático tem mais desenhos, gráficos e animações que ajudam muito na aprendizagem. E a auto-avaliação também é uma boa oportunidade para testar se você aprendeu direito;
- Ajuda muito no entendimento da matéria. As ilustrações são excelentes. Os alunos ainda enfatizam as vantagens em relação ao livro-texto:
- Possibilidade de poder acompanhar a resolução do exercício;
- O material tem, a meu ver, bons exemplos e alguns exercícios que ajudaram bastante;
- Os exercícios com respostas justificadas dão uma melhor compreensão do assunto.

A contextualização com a aplicação prática do conteúdo estudado é apontada pelos alunos como uma das vantagens do uso desse material, de acordo com o depoimento: “Com os vídeos e algumas figuras é possível ter uma melhor noção da razão de se estudar esses assuntos (indutores, capacitores, ondas senoidal) e o que ele trará no futuro para o profissional Engenheiro Eletricista”.

Os dados quantitativos permitiram destacar que a maior queixa dos alunos foi quanto à indisponibilidade de tempo, confirmada pelo percentual de 93% de alunos que usaram menos de 3 horas para ler a totalidade do material, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1- Total do tempo para leitura do material didático *on line*.

Tempo utilizado para estudar o material didático <i>on line</i>	Percentual de alunos
Menos de 1 hora	34,9%
De 1 a 3 horas	58,1%
De 3 a 5 horas	4,7%
Mais de 5 horas	2,3%

Fonte: A autora.

A falta de tempo foi comentada pelos discentes, que recorrentemente trouxeram em sua fala as limitações de tempo para o estudo, que é fator determinante em todo processo de aprendizagem, presencial ou à distância.

Essa afirmação é compatível com o fato de que os alunos da Engenharia Elétrica, participantes do estudo, declararam trabalhar nas seguintes proporções: 40% trabalham em período integral; 11% trabalham meio período, 34% não trabalham, 15% trabalham em contratos de curta duração. Não obstante essas dificuldades, ao serem indagados sobre a validade de se utilizar o material *on line* como apoio ao ensino presencial, os alunos manifestaram-se positivamente conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Vantagens do material *on line* em relação ao livro-texto.

Justificativa	Percentual de alunos
Conteúdo mais atraente/dinâmico/atualizado	22,6%
Interatividade/facilidade de encontrar as informações	11,3%
Possibilidade de acesso de qualquer lugar	17,7%
Gráfico/animação/vídeos	19,4%
Mais exemplos	12,9%
Complementa os estudos/facilita a compreensão	16,1%

Fonte: A autora.

Os discentes relataram também as dificuldades geradas em função de distrações próprias da navegação pela *internet*:

- Às vezes há distrações, pois ao acessar a *internet* você acaba fazendo outras coisas;
- Na *internet*, fica muito mais fácil se distrair durante qualquer tipo de estudo, o grau de distração é maior que na sala de aula.

Os depoimentos positivos dos alunos quanto à realização das atividades presenciais mediadas pelo estudo *on line*, ratificam a proposta de ensino híbrido e a consolidam como uma alternativa metodológica para os professores dos demais cursos de engenharia. O estudo que todos os alunos necessitam realizar de forma individual pode ser apoiado em objetos de aprendizagem, especialmente construídos para a disciplina, oferecendo ao ensino presencial um apoio interativo e inovador. Ainda segundo os relatos dos alunos, recomenda-se a necessidade de pon-

derar a carga horária adequada para a leitura do material, ao aplicar-se semelhante intervenção em cursos de engenharia.

Referências bibliográficas

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação**. 2. ed. Coleção polêmicas do nosso tempo. Campinas: Autores Associados, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 2253 de 18 de Outubro de 2001**. Disponível em: <www.unesp.br/proex/portaria2253.htm>. Acesso em: 20 jun. 2009.

CORRADI, M. I. **Construção de objetos virtuais de aprendizagem para apoiar o ensino-aprendizagem do exame físico em enfermagem**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde Curitiba) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

DOMÊNICO, L. C. A.; TORRES, P. L. **Aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de tecnologias de informação e comunicação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

FABRE, M. M.; TAROUCO, L. R., TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, fev 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/12975>>. Acesso em: mar. 2009.

<<http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). Disponível em: <<http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone>>. Acesso em: set. 2009.

IHMC CmapTools: Free software disponível para download em:

<<http://cmap.ihmc.us/download/>>. Acesso em: 21 jun. 2009.

MARRIOTT, R.; TORRES P. L. Mapas Conceituais. In: TORRES, P. L. (Org.) **Algumas Vias para Entretecer o Pensar e o Agir**. Curitiba: SENAR-PR, 2007. p. 155-190.

NOVAK, J.; GOLDWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano-Edições Técnicas, 1996.

RAMOS, A. F.; TORRES, P. L. **A contribuição dos objetos de aprendizagem na educação: um estudo de caso sobre o objeto de aprendizagem "Conversa virtual com Pasteur"**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

SILVA, C. R. de O. **MAEP: um método ergopedagógico interativo de avaliação para produtos educacionais informatizados**. 2002. 224f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, T. L. K. **Produção flexível de materiais educacionais personalizados: o caso da geometria descritiva**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, T. **Ensino a distância e tecnologias na Educação: O estudo de fenômenos astronômicos**. *Caderno Brasileiro Ensino da Física*, v. 26, n. 3, p. 533-546, dez. 2009.

SIQUEIRA, L. M. M. **A metodologia de aprendizagem colaborativa no Programa de Aprendizagem no Curso de Engenharia Elétrica**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

SIQUEIRA, L. M. M.; ANDREOLI, F. de N.; TORRES, P. L. **Design e aplicação de objetos de aprendizagem como apoio ao ensino presencial na Engenharia**. In: COBENGE, CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37, 2009, Recife. (CD-ROM. ISSN: 2175-957X).

TORI, R. Cursos híbridos ou *blended learning*. In: LITTO, F.; FORMIGA, M. **Educação à distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

TORRES, P.; FIALHO, F. Educação à distância: passado, presente e futuro. In: LITTO, F.; FORMIGA, M. **Educação à distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

TRINDADE, B. **Ambiente híbrido para a aprendizagem dos fundamentos de desenho técnico para as engenharias**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. Disponível em:
<www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc> Acesso em: mai. 2009.