



**XXII SNTPEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GET/01  
13 a 16 de Outubro de 2013  
Brasília - DF

**GRUPO - XIV**

**GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO – GET**

**UMA PROPOSTA DE CURSO EAD PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

**Jamil Haddad (\*)**  
**UNIFEI/EXCEN**

**Marcos Vinicius Xavier Dias**  
**UNIFEI/EXCEN**

**Carlos Eduardo Gonçalves**  
**UNIFEI/EXCEN**

**Kelly Fernanda dos Reis**  
**UNIFEI/EXCEN**

**Felício Murbach Travareli**  
**UNIFEI/EXCEN**

**RESUMO**

Esse artigo mostra o desenvolvimento e implementação de aulas teóricas e práticas de eficiência energética na modalidade ensino à distância (EaD). Esse projeto foi concebido e desenvolvido na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) através do Centro de Excelência em Eficiência Energética (EXCEN) com o apoio do PROCEL-ELETROBRÁS. Esse trabalho apresenta os módulos já desenvolvidos de aulas teóricas e práticas (utilizando-se bancadas de laboratório) como, por exemplo, motores, bombas, ar comprimido e fornos. Os resultados da aplicação piloto desse material no âmbito de um curso de eficiência energética aos alunos de graduação e pós-graduação também faz parte desse trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE**

Eficiência Energética, Ensino a Distância, EaD em Eficiência Energética, Conservação de Energia, Educação

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Em 2005 a ELETROBRAS contribuiu de forma significativa para a constituição do Centro de Excelência em Eficiência Energética - EXCEN, no campus da UNIFEI, que tem como principais objetivos desenvolver e acompanhar a implementação de estudos e pesquisas voltadas à otimização energética, bem como conceber, desenvolver, construir e difundir ferramentas educacionais avançadas em eficiência energética, em nível teórico e prático. A construção do EXCEN também contou com o importante apoio da CEMIG e do MME. Atualmente está em desenvolvimento um convênio entre o Procel/Eletrobrás e Unifei que tem por objetivo a cooperação técnica e financeira entre os conveniados visando, através da integração de seus esforços e capacidades, à implementação, no âmbito do PROCEL, de ações voltadas a complementar a infra-estrutura do Laboratório Didático Pedagógico em Eficiência Energética do Centro de Excelência em Eficiência Energética – EXCEN. O mesmo visa à capacitação técnica e certificação de profissionais na temática eficiência energética e, ao desenvolvimento de pesquisas técnicas e sua disseminação através de seminários com foco em Medição & Verificação (M&V). Visa também aperfeiçoar a metodologia de avaliação dos resultados do PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, além de permitir ampliar suas ações em novos conceitos. Uma das atividades importantes desse convênio é o desenvolvimento e implementação de material autoinstrucional e web aulas para cursos a distância em eficiência energética para alunos de graduação e pós-graduação.

**2.0 - DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E RESULTADOS DO PROJETO**

## 2.1 Plataforma Computacional Utilizada

Após uma pesquisa envolvendo aspectos técnicos/operacionais e econômicas sobre as várias opções disponíveis no mercado optou-se pela plataforma Adobe Connect para o desenvolvimento do material a ser utilizado no Curso de EaD em Eficiência Energética. Um dos fatores determinantes para essa escolha foi as diferentes possibilidades de interação e comunicação oferecidas pela ferramenta permitindo agilidade no processo de comunicação interna da equipe e também no eficiente diálogo da equipe do curso com os alunos. A flexibilidade do ambiente também abre espaço às possibilidades de participação e expressão em grupo.

O *Adobe Connect* é uma solução corporativa para comunicações e treinamentos, além de conferência via internet. A solução, que requer um servidor, é bastante abrangente e é composta pelos módulos apresentados na Figura seguinte.

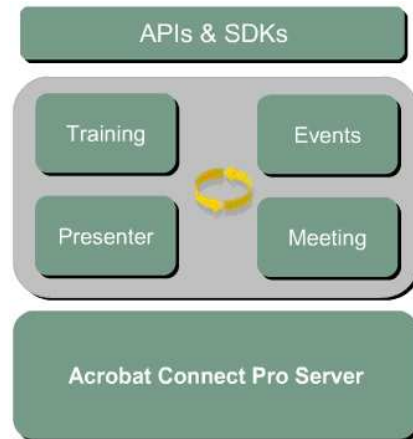


FIGURA 1 – Esquema de módulos do Connect

O software *Adobe Acrobat Connect Pro* - é a base de instalação do servidor, que faz toda a gestão da operação. Através da licença do servidor, todos os Módulos do *Connect* estão pré-instalados (*Presenter*, *Training*, *Events* e *Meeting*), podendo ser habilitados à medida que tiver necessidade.

O *Adobe Connect Meeting* é o módulo utilizado para vídeo conferências, reuniões virtuais colaborativas, *e-learning*, etc. Com este Módulo pode-se ir além do conceito de videoconferência, uma vez que as reuniões virtuais via *web* além de ter voz, vídeo, também permitem o uso de slides, chat e uma variedade de recursos, inclusive para um trabalho colaborativo. Documentos podem ser compartilhados e operados em tempo real.

Principais recursos do *Adobe Connect Meeting*: vídeo conferência entre diversos usuários simultaneamente, bate-papo por voz e texto, quadro-branco, exibição de PowerPoint controlada pelo Apresentador, compartilhamento de tela e de aplicativos em tempo real, espaço para anotações dos participantes, pesquisas e enquetes em tempo real, sessões de grupos permitindo que os participantes se dividam em diferentes grupos no mesmo ambiente, etc.

Os usuários podem participar dos *Meetings* diretamente de seus computadores, sem precisar de nenhum aplicativo adicional instalado, somente um navegador com o *Flash Player*, ou seja, 97% dos computadores conectados na Web. O acesso ao *Meeting* também é possível de qualquer dispositivo móvel com *Adobe Flash* habilitado. O *Connect* também fornece suporte a uma variedade de sistemas operacionais e ambientes, como Windows, Mac OS, Linux e outros ambientes. Todas as aulas e reuniões podem ser gravadas, editadas e o conteúdo pode ser convertido para .flv, tornando-se disponível para acesso off-line.

O módulo *Training* funciona como um LMS, fazendo todo o gerenciamento do aprendizado. Nele se faz o cadastramento dos alunos, criação de cursos e currículos que podem ser executados de acordo com o ritmo de cada usuário, e obtêm gráficos e relatórios para visualização dos resultados de cada participante ou grupo. Assim se têm todo o controle dos usuários. Esse módulo, habilitado no servidor *Adobe Connect*, permite o rastreamento do desempenho dos participantes nas provas criadas com o *Adobe Presenter* ou com outras soluções do mercado, como *Flash*, *Dreamweaver*, entre outras. Sabe-se quem fez ou não a prova, quem passou recebe um número de certificado individual e tem-se uma série de relatórios *on-line* que permitem avaliar e aprimorar os treinamentos. Este módulo oferece gerenciamento de currículos, ou seja, uma série de recursos encadeados formando um único treinamento, onde podemos definir conteúdos requeridos, pré-testes entre outros recursos.

O módulo *Adobe Connect Events* cuida de todo o ciclo de vida de um evento, incluindo:

- Pré-evento: criação e envio de convites; tela de inscrição customizada; controle de matrícula; e envio de lembretes.
- Evento: que pode oferecer recursos criados em um ou mais módulos do Adobe Connect, com apresentações sob demanda criadas com o Adobe Presenter; treinamentos e currículos do módulo Training; e reuniões ou grandes seminários do Adobe Connect Professional.
- Pós-evento: relatórios, gráficos e painéis de participação; disponibilização das gravações do evento; e toda parte de follow up tanto para quem não pode participar como para os que assistiram o evento.

O *Adobe Connect Events* facilita a organização de grandes eventos via web e posterior análise dos resultados que o evento proporcionou. O *Adobe Presenter* é uma ferramenta de *software* que permite a criação rápida de conteúdo de *e-learning* e apresentações de multimídia de alta qualidade. As apresentações são finalizadas em formato *Flash* (arquivo SWF). O *Presenter* utiliza o Microsoft PowerPoint como sua base e permite criação de conteúdos e apresentações de forma rápida e intuitiva. Pode-se transformar apresentações do Microsoft PowerPoint em experiências avançadas completas com narração de voz e conteúdo multimídia, incluindo simulações de produto, vídeo e animações. Até mesmo os usuários sem conhecimentos muito técnicos podem criar conteúdo interessante sem sair do ambiente do PowerPoint.

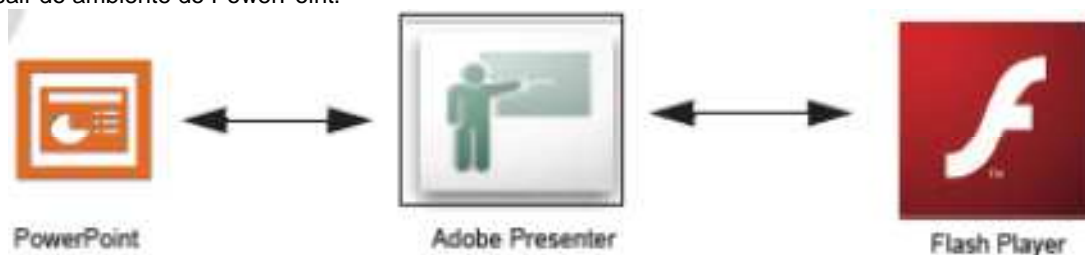


FIGURA 1 – Adobe Presenter

Com o Presenter é possível criar conteúdos incluindo questionários e pesquisas interativas, áudio e um visualizador personalizável. O Presenter envia o arquivo PPT ou PPTX (*PowerPoint*) e PPCX, bem como dados e recursos da apresentação, ao *Connect Pro Server*.

É possível adicionar questionários simples ou sofisticados às apresentações. O *Presenter* é compatível com até seis diferentes tipos de perguntas que podem ser classificatórias ou usadas como pesquisas. Adiciona ramificações a questionários para guiar os usuários nos diferentes caminhos da apresentação com base nas respostas. O conteúdo criado é compatível com AICC e certificado para o SCORM 1.2 e SCORM 2004. A interface intuitiva do *Presenter* e sua completa integração com o *PowerPoint* eliminam a necessidade de treinamento adicional ou conhecimento de programação *Flash*. Em minutos podem-se transformar arquivos estáticos do PowerPoint em experiências dinâmicas na Web, adicionando áudio, vídeo, multimídia, questionários e pesquisas interativas e muitas marcas. Depois que tiver criado o seu conteúdo, basta publicá-lo no *Connect Pro Server*. O Presenter converte a apresentação para o formato *Adobe Flash* e a publica *on-line*, podendo ser também exportada para formato PDF. Esse conteúdo publicado pode ser armazenado no servidor *Adobe Connect* em um repositório central, onde pode ser facilmente localizado e acessado, além de permitir o seu reaproveitamento, gerenciamento e uso.

O *Adobe Connect* oferece serviços da Web que os clientes podem chamar para trocar dados com as contas do *Acrobat Connect Pro*. Ele é destinado a desenvolvedores que desejam criar aplicativos personalizados para o *Acrobat Connect Pro* ou integrá-lo a outro sistema, como um sistema de gerenciamento de aprendizagem ou serviço de diretório LDAP. O *Web Services* permite construir portais ou aplicativos da Web que integram a funcionalidade do *Acrobat Connect Pro* e informações de relatório a sistemas terceirizados, como portais, sistemas de gerenciamento do relacionamento com o cliente e sistemas de planejamento de recursos empresariais. O *Acrobat Connect Pro Web Services* fornece uma API XML, assim é possível se comunicar com o *Acrobat Connect Pro Server* usando XML por HTTP ou XML por HTTPS. O aplicativo chama a API criando um URL de solicitação e passando para ele um ou mais parâmetros, como pares nome/valor ou como documento XML. O *Web Services* retorna uma resposta XML, da qual é possível extrair valores.

Os aplicativos personalizados recuperam metadados do banco de dados do *Acrobat Connect Pro*. Os metadados incluem nomes e horários de reuniões ou cursos, URLs de sala de reuniões, URLs de conteúdo e informações de relatório.

Além das soluções *Adobe*, foi desenvolvido pelo Excen um ambiente virtual de aprendizagem dedicado, totalmente integrado à plataforma *Adobe Connect*. Este ambiente traz aos alunos e tutores uma interface amigável e simplificada para acesso às atividades publicadas no *Adobe Connect*, além de trazer diversas ferramentas de aprendizagem, como Fórum, Material de Apoio, Espaço para entrega de trabalhos, Relatórios, etc. Ao se

desenvolver um sistema voltado a atender necessidades de um Cliente, o sistema fica mais simples, e com isso é possível desenvolver uma interface e funcionalidades específicas de forma a tornar o uso do sistema muito mais intuitivo.

## 2.2 Disciplinas Desenvolvidas

O curso desenvolvido foi planejado para atender um público alvo formado basicamente por alunos ou profissionais com formação em cursos de engenharia através de quatro módulos. São eles:

Módulo I - Conceitos Básicos  
 Módulo II – Sistemas Motrizes  
 Módulo III – Sistemas Térmicos  
 Módulo IV – Tópicos Adicionais

O Módulo 1 foi estruturado para aqueles alunos que não dominam parte de alguns conceitos básicos da engenharia elétrica ou mecânica e que gostariam de complementar ou consolidar sua formação. Esse módulo é formado pelas seguintes disciplinas:

Conceitos Básicos I – Hidráulica e Termodinâmica  
 Conceitos Básicos II – Eletricidade e Energia  
 Conceitos Básicos III – Análise Econômica

Os Módulos 2 e 3 apresentam, cada um, um conjunto de três disciplinas direcionadas para os motores ou sistemas de acionamentos motrizes e para a área térmica. As disciplinas estão relacionadas a seguir.

Módulo II – Sistemas Motrizes  
 Motores Elétricos e Inversores de Frequência  
 Bombas e Ventiladores  
 Sistemas de Ar Comprimido

Módulo III – Sistemas Térmicos  
 Refrigeração e Ar Condicionado  
 Fornos e Caldeiras  
 Cogeração

Finalmente o Módulo 4 objetiva complementar a formação em eficiência energética através de 4 disciplinas relacionadas a seguir.

Módulo IV – Tópicos Adicionais  
 Energia e Meio Ambiente  
 Sistemas de Iluminação  
 Tarifação de Energia Elétrica  
 Auditoria Energética e Marco Regulatório

Como exemplo, a seguir tem-se o conteúdo da disciplina Auditoria Energética e Marco Regulatório.

Conceitos: terminologia, definições e objetivos. Tipos e características das Auditorias Energéticas. Elementos necessários para as Auditorias Energéticas: pessoal, equipamento. Exemplos de Auditorias Energéticas. Planejamento e acompanhamento de Auditorias Energéticas. Legislação e normas associadas a Auditorias Energéticas. Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Desempenho. Aspectos legais e institucionais relacionados aos programas de eficiência energética no Brasil.

Também, como exemplo, tem-se algumas telas da disciplina sobre motores elétricos e uma aula prática. Inicialmente os alunos que participarão das aulas práticas via EaD deverão informar seus dados (nome, escola onde estuda, turma, dados de contatos, etc) para serem cadastrados no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) do EXCEN. As Figuras seguintes apresentam a tela inicial desse ambiente.

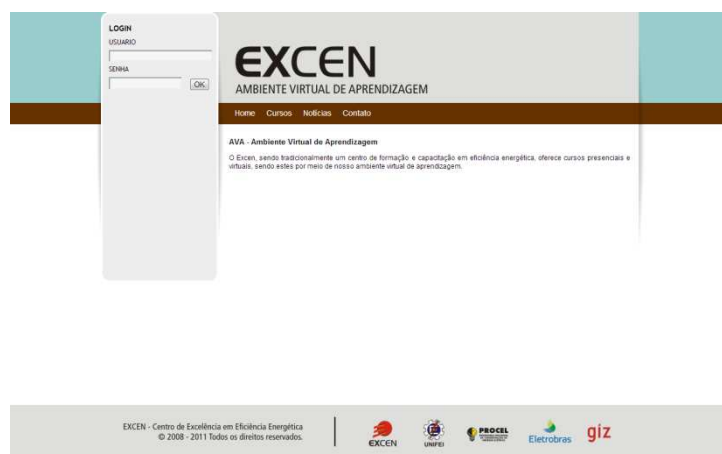


FIGURA 3 - Tela inicial do AVA

Após efetuar o login no AVA, o direcionamento é para o item Home onde é possível visualizar os cursos nos quais o aluno está matriculado. No item Trilhas de Aprendizagem, pode-se ver todo o material que será ministrado e que deverá ser acompanhado por cada aluno.

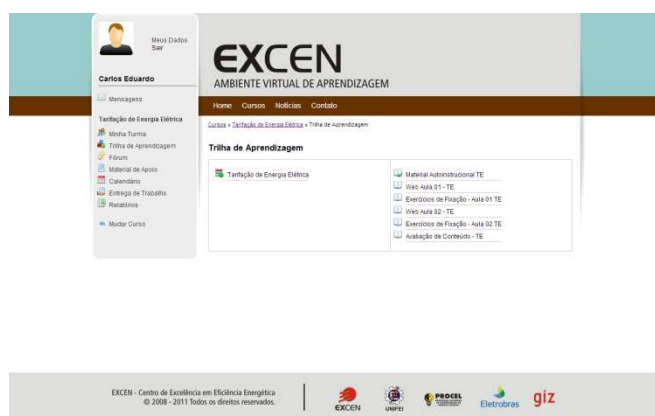


FIGURA 4 – Item de menu Cursos

A seguir têm-se algumas das telas das aulas práticas de laboratório desenvolvidas utilizando as bancadas de eficiência energética existentes no EXCEN.



FIGURA 5 – Telas da aula do curso de motores

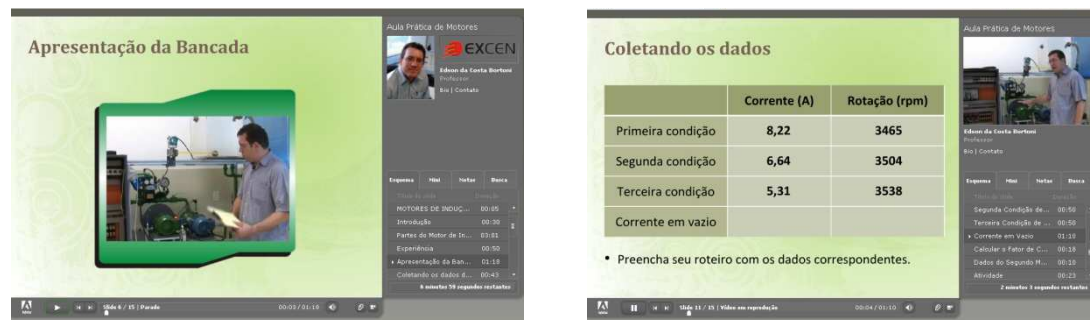


FIGURA 6 – Telas da aula do curso de motores

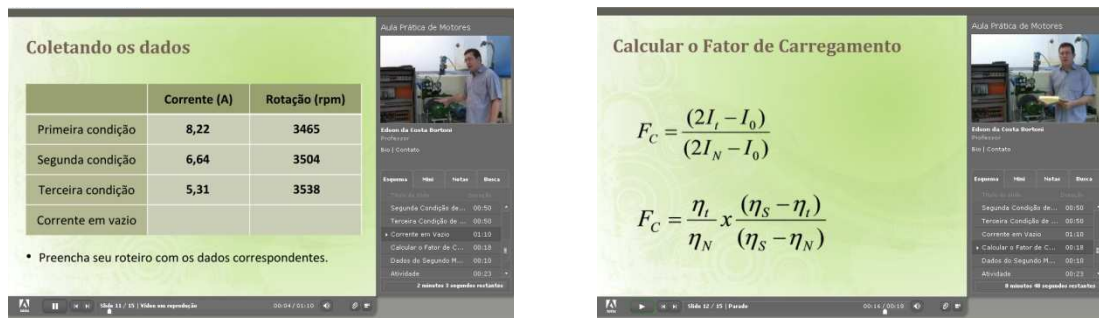


FIGURA 7 – Telas da aula do curso de motores

### 2.3 Projeto Piloto

Foi desenvolvido um projeto piloto envolvendo alunos de graduação de cursos de engenharia utilizando-se o Módulo Básico e o Módulo de Sistemas Motrizes. O curso de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes busca apresentar os fundamentos e as tecnologias para o uso racional de energia e foi pensado na perspectiva de ampliar oportunidades de formação e capacitação de alunos da área de engenharia para atuarem na elaboração de estudos científicos setoriais de racionalização energética, propondo soluções integrais de conservação de energia. A divulgação do curso aconteceu entre os dias 23 e 31 de março e 13 a 20 de abril de 2011 por meio de divulgação eletrônica no Centro de Convivência da Unifei, por meio do e-mail informativo aos alunos cadastrados no mail list geral que é gerenciado pelo departamento de Suporte à Informática (DSI) e também pelo portal do Excen. Os alunos que tiveram a solicitação aceita e acessaram o formulário de inscrição tiveram que preencher as seguintes informações no mesmo: nome, número de matrícula, curso, ano de ingresso, período atual, e-mail e telefone. A inscrição dos alunos, no curso, deu-se de acordo com os pré-requisitos estabelecidos e discriminados a seguir:

1º) Graduandos do 4º e 3º anos;

- 2º) Graduandos em qualquer engenharia;
- 4º) Outros cursos;
- 5º) Disponibilidade para o meeting.

Para participação no curso também foi requerido que os alunos dispusessem computador com acesso à internet com conexão de, no mínimo, 300kbps. A partir das pré-inscrições e atendendo aos critérios pré-estabelecidos, foi feita a seleção dos alunos. No total, 32 alunos se inscreveram e todos, em conformidade com os critérios de participação, foram selecionados para o curso. A matrícula dos alunos se deu da seguinte forma: através de um e-mail enviado pela equipe do EXCEN, aos alunos selecionados, foi solicitado que enviassem uma senha para cadastro no AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem, desta forma, os alunos poderiam acessar o ambiente usando seu login (e-mail) e sua senha, cadastrados pela equipe de desenvolvimento do curso.

Na primeira semana do curso 3 alunos não realizaram nenhuma das atividades propostas. E-mails foram enviados pela equipe de tutoria com o intuito de levantar informações sobre possíveis problemas de acesso, dúvidas quanto ao conteúdo e demais problemas ligados ao curso. Entretanto, nenhum retorno nos foi dado, levando-nos a considerar os alunos como desistentes do curso. O início do curso se deu por meio do Encontro de Apresentação. Este ocorreu dia 29 de abril, às 17:30. Os alunos, já devidamente cadastrados no AVA, tiveram contato com a plataforma e com a ferramenta de meeting. A reunião foi conduzida pela coordenação do curso. Foi comentado sobre as diretrizes pedagógicas, manual do aluno, calendário, atividades do curso e sistema de avaliação, e apresentado as ferramentas e facilidades do AVA. O encontro teve duração de 1 hora, aproximadamente,

A primeira disciplina, Conceitos Básicos I, foi disponibilizada no dia 02 de maio de 2011 com as próximas na sequência até o dia 10 de junho de 2011. As disciplinas eram compostas pelos seguintes objetos de aprendizagem: material autoinstrucional, web aulas, exercícios de fixação, fórum, avaliação de conteúdo, avaliação de disciplina, atividades práticas e meetings.

Cabe ressaltar que o módulo de Sistemas Motrizes ainda contava com a atividade de laboratório, na qual os alunos deveriam acessar e assistir ao vídeo das simulações feitas no laboratório, colher os dados, preencher os formulários disponíveis no AVA e na sequência era necessário que fosse feito um pequeno relatório sobre as simulações apresentadas. As simulações eram referentes às disciplinas de Motores Elétricos e Inversores de Frequência, Bombas e Ventiladores e Sistemas de Ar Comprimido.

O Curso de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes na UNIFEI ainda contou duas atividades diferenciadas. Nos dias 27 de abril e no dia 23 de maio foram realizados, no auditório do EXCEN, debates sobre assuntos ligados à energia. No dia 27 de abril o tema debatido foi “Energia Nuclear em Debate: Um Olhar Crítico Sobre Fukushima e suas Lições para o Futuro” com a participação dos professores Edson da Costa Bortoni e Luiz Augusto Horta Nogueira. Neste evento houve participação presencial não apenas dos alunos da UNIFEI, mas de toda a comunidade da cidade de Itajubá. No dia 23 de maio o tema foi “Energia em Foco – Temas Atuais” e contou com a participação dos professores Jamil Haddad e Luiz Augusto Horta Nogueira. Este evento não contou com a presença de público, foi transmitido pela Web TV do EXCEN. Nos dois eventos foi aberta a possibilidade de envio de perguntas e comentários sobre os temas debatidos e a proposta foi bem aceita pelo público em geral que contribuiu de forma satisfatória.

O Curso de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes contou também com um tutor técnico que deu suporte na preparação do material disponibilizado aos alunos, dentre eles: material autoinstrucional, atividades de fórum, web aulas e exercícios diversos. Coube também a vários professores a condução das atividades de meeting que aconteceram ao longo do curso.

Durante toda a aplicação do curso de eficiência Energética em Sistemas Motrizes a responsável pedagógica acompanhou o desenvolvimento das atividades, monitorou as solicitações de esclarecimento de dúvidas, analisou as sugestões e comentários enviados pelos alunos a fim de que o curso pudesse ser aprimorado para futuras aplicações. Todas as atividades executadas pelos alunos foram avaliadas, visto que o curso utilizou-se da avaliação contínua e construtiva. De maneira geral, a partir do preenchimento, pelos próprios alunos, de uma ficha de auto-avaliação, chegou-se a um resultado final entre regular e bom, do compromisso dos alunos em relação ao curso como um todo. O resultado das informações colhidas por meio da ficha de “Autoavaliação” foi pontuado, primeiramente, em conceitos pelos alunos e na sequência os conceitos foram convertidos em valores numéricos pela equipe do EXCEN a partir de uma metodologia fornecida pelo Procel/Eletróbrás.

De acordo com a equipe de tutoria, o curso como um todo teve um bom desempenho. Os alunos demonstraram facilidade no manuseio das ferramentas apresentadas pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem e interesse pela utilização das mesmas e usaram de maneira satisfatória. O contato direto com os tutores para esclarecimentos de dúvidas que foram levantadas ao longo do curso também foi bastante utilizado, permitindo assim, uma aproximação entre alunos e equipe de desenvolvimento do curso. De acordo com a responsável pedagógica, levando em consideração a metodologia de avaliação contínua e construtiva, o curso teve um bom desempenho.

A verdadeira finalidade da aplicação do curso é contribuir para transformar os alunos e cidadãos conscientes de seu papel frente aos problemas apresentados no decorrer do curso e o resultado final em relação a todas as



atividades foi positivo. Os alunos demonstraram interesse e assimilação dos conceitos por meio de colocações feitas durante a realização dos meetings e também durante as postagens nos fóruns de discussão. No módulo de Sistemas Motrizes ainda foi possível observar absorção das informações por meio dos relatórios apresentados. As atividades de “Exercícios de Fixação”, inseridas ao longo das web aulas, serviram mais como um fator norteador dos próprios alunos, para que eles pudessem ser capazes de verificar o próprio andamento no curso, mesmo assim, foi possível, por parte da equipe pedagógica, avaliar o comprometimento e desempenho dos alunos por meio desta atividade. A avaliação contínua e construtiva, aplicada neste curso, permite que o aluno supere certos desníveis de assimilação de conteúdo e execução de atividades por meio de ações dialógicas, participativa e interativa. O curso, além de propiciar novos conceitos, novas informações e novo conteúdo referente ao tema eficiência energética, também permite que os alunos se tornem seus próprios educadores, ou seja, o curso permite que o aluno seja um sujeito autônomo, capaz, crítico e participativo.

### 3.0 - CONCLUSÃO

O trabalho até aqui realizado apresentou bons resultados. Cada vez mais a técnica de EaD vai adquirindo novos usuários e adeptos e ampliando seu horizonte de atuação com custos cada vez menores e atingindo uma quantidade maior de alunos. Os módulos do curso de eficiência energética desenvolvidos pelo EXCEN com o apoio do PROCEL/ELETROBRÁS estão sendo aperfeiçoados incorporando novas ferramentas de TI e vídeo com o objetivo de tornar as aulas mais interessantes e com mais conteúdo e informações técnicas.

### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Energy Efficiency: Principles and Practices (Hardcover), 2010, Penni McLean-Conne, Editora PennWell
- (2) Haddad, J.; et alli.; “Conservação de Energia: Eficiência energética de Equipamentos e Instalações” – Livro editado pela Editora da EFEI com o apoio do PROCEL, Agosto de 2001.
- (3) Haddad, J.; et alli.; “Eficiência Energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios” – Livro editado pela Editora Designum com o apoio da ANEEL e ANP, 1999.
- (4) Adobe Connect Enterprise - Technical Overview, 2007, Adobe Systems Incorporated.

### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Jamil Haddad, nascido na cidade mineira de Itajubá, em 05 de junho de 1959. Engenheiro eletricista pela EFEI, em 1982. Doutor em Planejamento Energético pela UNICAMP, em 1992. Coordenador do Centro de Excelência em Eficiência Energética – EXCEN. Autor e Co-autor de vários artigos e livros publicados.