



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

A DISCIPLINA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: CARACTERÍSTICAS E METODOLOGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Danilo Pereira Pinto - danilo.pinto@ufjf.edu.br

Henrique Antônio Carvalho Braga - henrique.braga@ufjf.edu.br

Janízaro Pereira da Silva Júnior - janizarojr@hotmail.com

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia.
Campus Universitário, Bairro Martelos, Caixa Postal 422
36.001-970 Juiz de Fora MG

***Resumo:** Este artigo descreve os processos de concepção, implantação e acompanhamento de resultados relacionados com a disciplina Eficiência Energética, regularmente oferecida no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora. As bases metodológicas para o desenvolvimento da disciplina também são descritas ressaltando, mais amplamente, a importância de se incluir nos currículos dos cursos de engenharia os conteúdos de eficiência energética e a questão do combate ao desperdício de energia. Tanto as vertentes humanas quanto as tecnológicas são consideradas no escopo do artigo. É possível concluir que após cursar a disciplina, o estudante desenvolve habilidades e competências para realizar uma variedade de projetos de efficientização energética, sendo capaz de propor ações que conduzam à redução no consumo de energia e à adequação das instalações às normas técnicas vigentes. Tais ações seguramente contribuem para a modernização das instalações e processos, com base nas vantagens competitivas dos equipamentos tecnologicamente mais eficientes. Desta forma, o egresso torna-se capaz de atuar na sociedade como multiplicador para a disseminação de uma cultura, muito oportuna, de combate ao desperdício de energia elétrica.*

Palavras-chave: Combate ao desperdício de energia, Metodologia de ensino-aprendizagem.

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo acreditava-se que os recursos energéticos de nosso planeta eram inexauríveis e que, teríamos sem qualquer custo ou consequência, o necessário à execução de planos de desenvolvimento das nações.

A sociedade atual busca o "desenvolvimento sustentável", que relaciona o desenvolvimento atrelado ao gerenciamento dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente global, visando ao mesmo tempo resolver o problema da pobreza, aperfeiçoar a condição humana e preservar os sistemas biológicos, dos quais toda vida depende. Além disso, é necessário que haja disponibilidade de recursos naturais em níveis semelhantes aos atuais para as gerações futuras, e também o acesso igualitário entre os homens, aos recursos naturais ou aos "bens" econômicos e sociais.

Com esta visão, o combate ao desperdício (energia, água, alimentos etc.) se justifica por si só.

Ao se tratar da energia elétrica, verifica-se que as fontes de energia na natureza estão cada vez mais escassas e tem-se que procurá-las cada vez mais distante dos centros consumidores. A tendência mundial é o combate ao desperdício. Além disso, restrições econômicas nos levam a explorar o máximo das capacidades disponíveis, em lugar de se construir novas unidades de geração e transmissão.

O combate ao desperdício de energia funciona como uma fonte virtual de produção de energia elétrica. Isto quer dizer que a energia não desperdiçada por um consumidor pode ser utilizada por outro. Esta é a fonte de produção de energia mais econômica e mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente.

Para a disseminação desta nova cultura, deve-se atuar em dois focos principais:

i) *Vertente Humana*: O cidadão recebe informações compatíveis, que o auxiliam a se inserir no contexto da nova situação, induzindo-o à mudança de hábitos, atitudes, futura mudança de comportamento e qualificação profissional.

ii) *Vertente Tecnológica*: É a aplicação de novas tecnologias na produção e manutenção de equipamentos, com isso desenvolvem as mesmas atividades propostas, mas com um consumo menor de energia, sendo grande responsável pela redução dos custos de uma instalação, produzindo mudanças no processo produtivo, na arquitetura das edificações, nas relações concessionária consumidor, abrindo inclusive perspectivas de cogeração e geração própria.

No entanto, os cursos de graduação ainda não incorporaram efetivamente o conteúdo de eficiência energética em seus currículos. Um claro exemplo é a formação dos engenheiros civis e arquitetos, onde pouca ou nenhuma atenção tem sido dada aos estudos de efeitos térmicos em edificações. Isto resulta em construções que exigem grande consumo de energia para condicionamento de ar, entre outros KRÜGER (1999). Outro exemplo clássico é o mau aproveitamento da iluminação natural nas edificações. Estima-se a possibilidade de redução de 10 a 15% no consumo de energia elétrica na iluminação, apenas com melhor aproveitamento da iluminação natural.

Durante o seminário “PROCEL nas Instituições de Ensino Superior” (IES), promovido pelo PROCEL/Eletróbrás, em Itajubá MG - outubro/2000, verificou-se que diversas ações isoladas de formação, desenvolvimento e transferência de tecnologia na área de eficiência energética vinham sendo implementadas e foi possível identificar um potencial de trabalho com estas instituições.

Sendo assim, foi proposta a criação da disciplina de Eficiência Energética para os cursos de engenharia nas IES participantes e a implementação de Laboratórios de Eficiência Energética.

A Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, seguindo às diretrizes delineadas no seminário acima citado e com o objetivo de modernização do currículo do curso de engenharia elétrica implantou a disciplina Eficiência Energética, de caráter optativo, no sétimo período do curso. Para atender às demandas identificadas e geradas a partir do desenvolvimento desta atividade acadêmica, criou-se o LEENER – Laboratório de Eficiência Energética, que tem por objetivos apoiar as ações de formação, transferência de tecnologia e pesquisa e desenvolvimento, na área, bem como criar um ambiente capacitado para realização de palestras e interação com a comunidade, podendo assim disseminar a cultura do combate ao desperdício de energia elétrica.

A necessidade de incorporar temas referentes à eficiência energética nos currículos dos cursos de graduação justifica-se por PINTO et al. (2001):

(i) *Mercado de trabalho* - O ambiente competitivo impõe aos consumidores industriais a redução de custos com energia elétrica, e isto requer análises profundas da planta (diagnóstico energético), tanto na fase de implantação do projeto como na fase de operação da instalação.

Verifica-se um grande aumento do número de Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ESCOs. Normalmente os lucros destas empresas provêm dos ganhos financeiros obtidos com a redução de desperdícios proporcionados ao cliente.

(ii) *Criar uma cultura de combate ao desperdício dos energéticos* - Esta linha de atuação consiste em intensificar ações educativas, no sentido de mudar a cultura do desperdício, ora vigentes. Ressalta-se que os alunos dos cursos de engenharia e arquitetura atuarão diretamente nos projetos e operação de sistemas elétricos, difundindo a cultura do combate ao desperdício de energia.

(iii) *Formação dos profissionais integrados no contexto socioeconômico* - Além da mudança de hábitos, estes graduandos estarão capacitados a atuar na sociedade, transformando-a. Com o conhecimento do contexto, eles estarão mais preparados a enfrentar o mundo do trabalho e suas modificações.

(iv) *Formação de Multiplicadores* - Os egressos, agindo na sua comunidade, irão atuar como multiplicadores, provocando alterações na cultura do desperdício.

Este artigo descreve o processo de proposição e implementação da disciplina Eficiência Energética do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF e os principais resultados obtidos até o momento.

2. A DISCIPLINA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A partir da realização de um projeto de efficientização das instalações do prédio da reitoria da UFJF, realizado através de um convênio com o PROCEL, das diretrizes delineadas no seminário “PROCEL nas IES”, e com o objetivo de modernização do currículo do curso de engenharia elétrica da UFJF, foi proposta, à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica e aprovada nos órgãos competentes, a criação da disciplina eletiva Eficiência Energética, com carga horária de 60 horas/aula. Esta disciplina está sendo oferecida desde o primeiro semestre de 2001 para alunos a partir do sétimo período.

Esta atividade acadêmica foi e está sendo desenvolvida visando atender a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996, e as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação em Engenharia, Resolução CNE/CES 11/2002, através do desenvolvimento de atividades integralizadoras de conhecimento. Com isso, pretende-se adequar e modernizar o currículo do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF.

Espera-se que ao término da disciplina, os alunos tenham desenvolvido habilidades e competências para realizar projetos de efficientização energética, propondo ações que conduzam ao funcionamento eficiente das instalações, à redução no consumo de energia e à adequação às normas técnicas, modernizando as instalações e processos, de modo a tirar vantagens competitivas dos equipamentos tecnologicamente mais eficientes e sendo capazes de atuar na sociedade como multiplicadores para a disseminação de uma cultura de combate ao desperdício de energia elétrica.

Os conteúdos discutidos na disciplina são:

- Panorama energético brasileiro;
- Fontes alternativas de energia;
- Combate ao desperdício de energia – tendências;
- Programas institucionais;
- Otimização energética, metodologia de diagnóstico e auditoria energética;
- Avaliação econômica de investimentos;
- Análise tarifária;

- Arquitetura eficiente;
- Sistemas Eficientes de Iluminação;
- Geração na ponta e cogeração;
- Potencial de conservação em diversos usos finais;
- Eficiência em sistemas motrizes;
- Outros: tópicos abordados, de acordo com o interesse dos alunos ou recentes descobertas.

Verifica-se grande inter-relação entre o conteúdo desta atividade acadêmica com várias disciplinas do currículo do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF (e de outras IES), a saber: introdução à engenharia elétrica, laboratório de eletrotécnica, instalações elétricas, eletrotécnica industrial, medidas elétricas, eletrônica de potência, máquinas elétricas, materiais elétricos etc. Desta forma, trabalha-se com a característica de transdisciplinaridade. Há também uma evidente inter-relação com disciplinas ligadas à área de eletricidade dos Cursos de Engenharia Civil e Produção e da área de conforto ambiental e projetos de arquitetura do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

3. METODOLOGIA DE ENSINO APRENDIZADO

3.1 Concepção

A metodologia de ensino-aprendizagem que norteia as atividades da disciplina Eficiência Energética baseia-se no “Método Tutorial” HIGHET (1962), dentro da perspectiva sócio-histórica PINTO (2002). Nesta, o aluno produz um ensaio, partindo do conhecimento que tem acerca de um determinado assunto ou através de pesquisa realizada e o tutor o questiona, devolvendo-o para que possa ser refeito. Assim, o aluno passa a aprofundar os conceitos e questionar sempre o que está sendo apresentado. Além disso, ele tem que apresentar a sua visão sobre o assunto, sua síntese sobre o conteúdo que está sendo estudado, não sendo aceitos cópias ou trechos de outros trabalhos. Deste modo, o aluno estará produzindo seu conhecimento.

A prática educacional implementada no LEENER segue a orientação da “Carta de Juiz de Fora” VIII EEE (2002). Os professores-orientadores têm como princípio promover o desenvolvimento da criatividade, iniciativa e demais habilidades e competências, para que se transformem em atitudes, definidas pelas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia. “Procuramos contribuir para, passo a passo, ir reforçando esta linha que tenta libertar os estudantes da diretriz que os vinha “reduzindo a tecnólogos’ sem respeitar seu direito ao “engenho e arte” da profissão” PORTELA (2002).

Procura-se apoiar a formação de engenheiros-cidadãos, *“como profissionais do crescimento e das mudanças das bases produtivas do país”*, com a visão de que o *“engenheiro é o protagonista estratégico para que um país nação possa existir”* LESSA (2002) com a capacidade de sonhar com este novo país a se construir, com a visão de uma comunidade economicamente desenvolvida, socialmente igualitária, com consciência ecológica.

O processo de avaliação tem como objetivo identificar o pensamento crítico do aluno, como ele está se apropriando dos novos conhecimentos e como está trabalhando para o desenvolvimento intelectual. Além disso, procura-se avaliar quais os mecanismos intelectuais que usa para vencer as dificuldades e resolver os problemas. As avaliações são negociadas, obedecendo às regras da instituição.

3.1 Práxis atual

Devido ao extenso conteúdo a ser estudado, ainda não se conseguiu, plenamente, desenvolver todas as atividades através da metodologia de ensino-aprendizagem que norteia os trabalhos. Assim, a disciplina Eficiência Energética se divide em dois momentos, a saber: exposição e discussão dos conteúdos essenciais e desenvolvimento de atividades práticas.

Na etapa de discussão dos conteúdos, utilizam-se palestras e aulas expositivas, buscando sempre que motivem a participação de todos. Como a disciplina é integralizadora de conhecimentos, a participação dos alunos é fundamental e incentivada em todos os momentos. A apresentação e discussão de casos práticos são constantes, bem como a valorização da criatividade do aluno na solução de problemas de diagnóstico, uma vez que “não há receita de bolo”, cada caso é um caso a ser analisado e diferentes soluções de engenharia são requeridas. Trabalho de pesquisa na internet, busca de conhecimentos do senso comum e utilização de softwares de simulação são propostos.

Na fase de atividades práticas, procura-se, através de experimentos simples e idealizados pelos próprios alunos, comprovar os conhecimentos adquiridos. Não se têm experimentos focados. O aluno identifica um problema e procura as soluções. A orientação dos trabalhos práticos fica a cargo dos professores e colaboradores (alunos de mestrado envolvidos em projetos ligados a área). Alguns monitores auxiliam no desenvolvimento de certas atividades, como desenvolvimento de protótipos.

Outra atividade realizada é uma visita técnica a uma instalação industrial. A escolha da instalação e a data da visita são feitas em comum acordo com os alunos. Em geral, todos os alunos participam, pois a visita é muito motivadora. Neste momento, pode-se exercitar o conhecimento que foi apropriado. Após a visita, os alunos devem apresentar um relatório técnico, contendo os principais potenciais de economia de energia e soluções alternativas para os problemas identificados.

Para atender ao desenvolvimento de trabalhos de investigação científica, o LEENER dispõe de equipamentos¹ para realizar diagnósticos energéticos de consumidores residenciais, comerciais, públicos e industriais de pequeno e médio porte; infraestrutura laboratorial para o desenvolvimento de pesquisas e estrutura de apoio didático para formação e capacitação na área e um conjunto de equipamentos eficientes (sala eficiente²).

Em resumo, nesta atividade busca-se que o aluno seja o centro do processo ensino-aprendizagem, não apresentando soluções prontas, deixando que produza coletivamente o conhecimento.

4. DISCUSSÃO

A disciplina Eficiência Energética do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF abriu um vasto campo de desenvolvimento de atividades acadêmicas que levem o futuro engenheiro a experimentar os conhecimentos técnicos, aplicando-os no campo social. Desta forma, certamente está se formando engenheiros mais completos e absolutamente conscientes da necessidade de modificar a sociedade, o que é inadiável.

Durante muitos anos, ignorou-se, e muitos ainda ignoram, a necessidade de disseminação dos conhecimentos e da transferência de tecnologia. A Universidade tem uma responsabilidade social que não pode ser simplesmente esquecida. A pesquisa pura (da fronteira do conhecimento) é importante para o desenvolvimento, mas num país com tantos contrastes, a responsabilidade social é imperativa. Isto tem levado diversos pesquisadores a desenvolverem trabalhos em comunidades e a realizar pesquisas com materiais de baixo

¹ Diversos equipamentos e materiais foram adquiridos através do Convênio ECV 933-2003 UFJF-Eletróbrás e outros materiais foram obtidos através de doação dos fabricantes.

² Sala eficiente – equipamentos cedidos pela CEMIG, Centrais Elétricas de Minas Gerais.

custo, que podem proporcionar melhoria da qualidade de vida da população mais carente. O projeto desta disciplina insere-se neste contexto.

A implementação de uma nova metodologia de ensino-aprendizagem em um curso tradicional como o de Engenharia Elétrica é uma tarefa, muitas vezes, árdua.

Os alunos estão habituados à metodologia de aulas expositivas, experimentos prontos, comportando-se como um receptáculo de informações já processadas e repetem mecanicamente as experiências já realizadas por outros, onde se tem como foco principal os resultados que serão obtidos. O processo de construção do conhecimento é secundário.

Mesmos os professores mais tradicionalistas vêm com restrições estas inovações, julgando que a metodologia é muito distante dos métodos convencionais, ou não dando credibilidade ao processo.

É interessante observar que os alunos que se submetem a esta nova proposta metodológica, passam a ter uma visão diferenciada do processo de ensino-aprendizagem e se sentem verdadeiramente engenheiros. Os professores que trabalham neste novo paradigma da educação, se sentem motivados, apesar do imenso trabalho adicional que esta metodologia requer.

No entanto, com o objetivo de incentivar a participação dos alunos da disciplina de eficiência energética e outras disciplinas do curso de engenharia elétrica, sem provocar um choque drástico, pode-se propor alguns experimentos a serem desenvolvidos pelos alunos sem, no entanto, perder o foco metodológico ao longo do processo. Para isto, estão sendo desenvolvidas algumas atividades simples, onde o aluno inicialmente reproduz algo já realizado, com o objetivo de desenvolver habilidades de manuseio de alguns equipamentos de medição e materiais, e, durante este processo, será estimulado a analisar, questionar, sintetizar, propor novos experimentos e realizá-los.

Além da análise das tecnologias disponíveis, tem-se dado muita importância para a mudança de hábitos de consumo da energia elétrica. Durante a disciplina, os alunos são constantemente questionados em relação aos hábitos de consumo e quais as ações que têm sido tomadas para proceder esta mudança de atitudes. Além disso, são estimulados a desenvolverem campanhas educativas.

Os alunos são motivados, durante a realização da disciplina, a realizarem pesquisa bibliográfica sobre o setor elétrico brasileiro, inovações tecnológicas, novos materiais, conhecimentos de senso comum e alternativas tecnológicas de baixo custo. Realizam trabalhos utilizando softwares de iluminação, de análise tarifária e seleção de motores elétricos. Participam de visitas técnicas a empresas da região e desenvolvem um trabalho final, onde devem aprofundar seus conhecimentos sobre um tema livre, na área de eficiência energética.

O objetivo dos trabalhos práticos desenvolvidos na disciplina é mostrar que através de experimentos simples e com a utilização de materiais de baixo custo, pode-se desenvolver tecnologia. É transformar o conhecimento do senso comum em produtos que possam, através da agregação de conhecimento tecnológico, beneficiar a sociedade, principalmente os de menor poder aquisitivo. Além disso, mostrar o que diferencia o valor dos produtos é o conhecimento e o desenvolvimento tecnológico que está embutido no produto final.

5. RESULTADOS

A experiência da Faculdade de Engenharia da UFJF na área acadêmica de combate ao desperdício de energia é fruto de um projeto de eficiência energética realizado em convênio com o PROCEL/Eletrobrás (1999 a 2001).

No âmbito deste projeto foi realizado um “Curso de Diagnóstico Energético” com duração de 20 horas. Por se tratar de um curso piloto, a carga horária foi concentrada, sendo as vagas disponibilizadas para alunos da UFJF e membros da comunidade.

O curso superou as expectativas, o que comprovou o grande interesse pelo tema. Isto representou um indicativo de que a disciplina seria bem aceita pela comunidade acadêmica.

Em 2001, foi criada a disciplina Eficiência Energética, de caráter eletiva e com carga horária de 60 horas/aula, seguindo todas as normas da UFJF, estabelecidas pelo Regulamento Acadêmico de Graduação (RAG). A Tabela 1 apresenta o número de alunos que cursaram a disciplina e o número de trabalhos finais desenvolvidos.

Tabela 1 – Número de alunos participantes das atividades acadêmicas na área de combate ao desperdício de energia.

Ano - Período letivo	Curso	Carga horária horas-aula	Número de alunos:	Número de Trabalhos
2000	Curso de extensão	20	43	-
2001	Curso de extensão	20	42	-
2001	Curso de extensão	20	55	-
2001-1	Disciplina ^{*1}	60	29	8
2001-3	Disciplina ^{*1}	60	24	6
2002-1	Disciplina ^{*1}	60	6	4
2003-1	Disciplina ^{*1}	60	13	8
2003-3	Disciplina ^{*1}	60	7	-
2004-1	Disciplina ^{*1}	60	20	8
2004-3	Disciplina ^{*1}	60	24	8
2004	Mini-curso – I Mostra da UFJF	4	10	-

*1 – Disciplina do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF

Dentre os trabalhos realizados pelos alunos destacam-se:

- Campanhas educativas, onde se verificou grande criatividade no desenvolvimento de *slogans*, proposição de jogos, *design* de adesivos, cartazes e camisas.
- Projetos de efficientização energética em ambientes diversos: Faculdade de Engenharia da UFJF, CRITT/UFJF, IMBEL, igreja, hospital, gráfica, indústria de torrefação e moagem de café, posto de gasolina, marcenaria, marmoraria, padaria, escola, escritório de advocacia, salão de beleza, mercearia, revenda de automóveis entre outros.
- Utilização e comparação de softwares de iluminação em diversos ambientes: projeto de iluminação de campo de futebol e projeto luminotécnico de uma capela.
- Desenvolvimento de protótipos: fogão solar, aquecedor solar de baixo curso, aproveitamento da iluminação natural em interiores sem janelas ou clarabóias utilizando fibra ótica, utilização de garrafas *pet* para aproveitamento da luz natural em ambientes, transformador de corrente para equipamentos, *brise* solar regulado pela intensidade luminosa entre outros.
- Estudos de vários temas ligados à área, tais como: sistema de iluminação pública, materiais de construção que proporcionam conforto térmico, reaproveitamento de material reciclável para isolamento térmico e biodigestor.

Destaca-se que, em 2003/3, os alunos foram avaliados através de provas e comprovou-se que os alunos se sentem mais motivados quando desenvolvem trabalhos práticos.

Em 2002 e 2003 pôde-se verificar uma redução significativa do número de alunos. Isto pode ser justificado pelos problemas decorrentes da paralisação dos servidores e professores das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), das alterações no calendário acadêmico (que acabou interferindo no cronograma das atividades), a falta de pré-requisitos, a reestruturação da disciplina e do LEENER, dentre outros.

Durante a realização da disciplina, todos os alunos desenvolvem trabalhos de simulação em software de iluminação. Além disso, a partir de 2004-3, introduziu-se a realização de seminários, cujos temas foram as principais cargas acionadas por motores elétricos na indústria (bombas, ventiladores, compressores, correias transportadoras) e acionamentos eletrônicos. Os itens abordados foram: definição, princípio de funcionamento, manutenção, gastos de energia, potencial de combate ao desperdício de energia, medições etc.

Destaca-se o grande interesse dos alunos na realização dos trabalhos finais da disciplina. Como subproduto dos trabalhos desenvolvidos, verifica-se a motivação dos alunos no curso, a interdisciplinaridade dos conteúdos estudados e a integração de conteúdos de várias disciplinas.

Os trabalhos finais apresentaram excelente nível técnico. Estes foram avaliados pela equipe de professores. A avaliação da disciplina Eficiência Energética pelos discentes, realizada através de um questionário aplicado no final de cada período, tem mostrado que a disciplina tem atingido seus objetivos, obtendo conceito global entre bom e ótimo. A atividade acadêmica supera as expectativas dos alunos, visto que possui grande relação com a área de interesse dos mesmos e é articulada com as demais disciplinas do curso. A carga horária tem sido considerada adequada, o conteúdo programático bom e o critério de avaliação adequado. O relacionamento professor-aluno e os recursos didáticos utilizados são considerados ótimos. Além disso, o estímulo do professor ao desenvolvimento do pensamento crítico do aluno tem sido considerado entre bom e ótimo. Como comentário adicional, os alunos relatam que se sentem empolgados em resolver problemas de engenharia, pois estimulam a criatividade, aumentam o interesse pelo desenvolvimento tecnológico, contextualizam e ampliam os conhecimentos adquiridos no curso.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho descreveu o processo de gênese, implementação e avaliação das atividades desenvolvidas na disciplina Eficiência Energética do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF.

A disciplina é uma atividade acadêmica transdisciplinar, integrada no contexto do curso, com metodologia de ensino-aprendizagem baseada na perspectiva sócio-histórica. Foi concebida tendo como base os novos paradigmas do ensino de engenharia, definidos pelas Diretrizes Curriculares e pela LDB. Em resumo, nesta atividade busca-se que o aluno seja o centro do processo ensino-aprendizagem, não apresentando soluções prontas, deixando que produzam coletivamente o conhecimento. O processo de avaliação tem como objetivo identificar o pensamento crítico do aluno, como ele está se apropriando dos novos conhecimentos e como está trabalhando para o desenvolvimento intelectual.

Além disso, nesta atividade acadêmica, procura-se trabalhar as relações humanas, buscando o desenvolvimento do aluno como cidadão; o desenvolvimento social, através de pesquisas para incorporar, no conhecimento do senso-comum, novas tecnologias utilizando materiais de baixo custo; e as questões das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Os resultados apresentados demonstram o grande interesse dos alunos pelo tema e a motivação para desenvolvimento de projetos que os levem a se sem tirem verdadeiramente engenheiros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, que através do projeto Novas Concepções de Geração, Distribuição e Conservação de Energia, processo 552371/2001-7, auxiliou o desenvolvimento do trabalho com bolsas de iniciação científica; ao PROCEL/Eletróbras pelo apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento e o Convênio ECV 933/2003, que viabilizou a modernização do LEENER; à UFJF pelo apoio ao desenvolvimento de trabalhos nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Highet, G. **A ARTE DE ENSINAR** Ed. Melhoramentos – São Paulo, 1962.
- KRÜGER, E. **Eficiência Energética em Edificações**, Revista de Ensino de Engenharia, vol. 18, nº 1, pp. 9-12, 1999.
- LESSA, C. T. R. M. Engenharia, Universidade e Nação, palestra proferida no VIII Encontro de Educação para Engenharia, Anais do VIII EEE, Petrópolis – Juiz de Fora, 2002.
- PINTO, D. P., OLIVEIRA, E. J. e BRAGA, H. A. C. A Disciplina de Eficiência Energética do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF. In: XXIX COBENGE Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 19 a 22 de setembro de 2001, Porto Alegre RS.
- PINTO, D. P. et all. **Educação para Engenharia: Metodologia**, pp 37-56, cap. Contribuições da pesquisa sócio-histórica para a formação do professor de engenharia, Editora Mackenzie, São Pulo, 2002.
- PORTELA, J. C. S., PINTO, D. P. e SILVEIRA, M. H. Currículo e Projeto Pedagógico. In: VIII Encontro de Educação para Engenharia, novembro de 2002, Petrópolis e Juiz de Fora MG.
- VIII EEE. “Carta de Juiz de Fora”, documento elaborado por professores participantes do VIII Encontro de Educação para Engenharia, In: Anais do VIII EEE, Petrópolis – Juiz de Fora, 2002.

THE SUBJECT ENERGY EFFICIENCY: CHARACTERISTICS AND TEACHING-LEARNING METHOD

Abstract: *This paper describes the main issues concerning the subject Energy Efficiency, recently introduced in the Electrical Engineering curricula at Federal University of Juiz de Fora. The conception, the establishment and results reporting are well documented and detailed. The pedagogical bases for the development of the subject are also explained, stressing the importance of including energy saving contents and awareness about energy wastefulness in the generic engineering curricula. Human and technological axes are both considered in the scope of this work. It is possible to conclude that, after subject completion, the students develop competence and improve skills to accomplish a number of energy saving projects, being able to propose actions or modifications intended to reduce the energy account and to provide installation compliance with standards. Those directions can certainly result in processes efficiency and modernization, since they are grounded on the use of up to date equipments and competitive techniques. By this way, the new engineers can play an important role in our power dependent world since they are able to disseminate a new and very opportune culture: the fight against electrical energy wastage.*

Key-words: *The fight against electrical energy wastage, Teaching-learning method.*