

# **ENERGIA E O ENSINO DA ENGENHARIA NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ-UTFPR: DESAFIOS PARA SE ALCANÇAR A SUSTENTABILIDADE**

**Antonio Carlos Cassilha (1); Eloy F. Casagrande Jr. (2); Maclovia Corrêa da Silva**

- (1) Arquiteto, Professor do Departamento Acadêmico de Engenharia Eletrotécnica-DAELT/UTFPR;  
(2) PhD em Engenharia de Recursos Minerais e Meio Ambiente, Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia PPGTE, UTFPR  
(3) Professora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia PPGTE, UTFPR, doutora em Planejamento Urbano e Regional pela FAUUSP

## **RESUMO**

Os impactos sócio-ambientais decorrentes da produção de energia elétrica concentrada nos combustíveis fósseis se agravaram nas últimas trinta décadas. A humanidade enfrenta hoje seu maior desafio diante do aquecimento global e suas trágicas conseqüências. A formação de engenheiros do futuro, que possam ter um conhecimento profundo de tecnologias que reduzam estes impactos deve ser prioridade no sistema de ensino atual para que se possa alcançar a sustentabilidade. Este artigo procura mostrar a dificuldade da abordagem deste tema em algumas universidades onde persiste a concentração do ensino focado nas tecnologias e energias convencionais, analisando o caso do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Conclui-se que é preciso iniciar um movimento em direção a mudanças pedagógicas e curriculares que possam modificar a forma de geração e distribuição da energia, integrar as antigas energias com as novas formas de pensar a estrutura econômica existente, acelerar a implantação dos programas de eficiência energética e disseminar as energias renováveis e produção mais limpa.

## **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil possui forte base hidráulica na sua matriz energética e uma abundante matéria prima para a geração de energias alternativas de fontes renováveis com moderna legislação que incentiva a diversificação. Mas necessita de um amplo debate considerando as implicações ambientais na escolha das formas de geração de energia (Banco Mundial, 2008). A produção e o consumo de energia são ambientalmente impactantes, e a formação ambiental é um “saber emergente” (LEFF, 1998), com instituições de ensino ainda formando profissionais incapacitados para lidar com os problemas sócio-ambientais. Casagrande Jr. (2001) afirma que a questão ambiental exige uma abordagem metodológica focado na capacitação de professores, revisão de grades curriculares e do conteúdo de ementas das disciplinas.

O Ministério de Educação e Cultura - MEC, desde 1992, enfatiza a necessidade do comprometimento das instituições no processo para a educação ambiental. A educação dos engenheiros do futuro tem sido objeto de estudos e preocupações internacionais (NAC, 2004)

assim como da ABENGE - Associação Brasileira de Educação em Engenharia (1982), ao descrevê-lo como sólido em ciências básicas e na operação de sistemas complexos, mas com compreensão interdisciplinar dos problemas administrativos, econômicos, sociais e do meio ambiente. É imperativo ir além dos aspectos legais e burocráticos. O contínuo desenvolvimento tecnológico e as mudanças da sociedade exigem do ensino, particularmente, em engenharia, mudanças além da simples alteração de grades curriculares, aquisição de equipamentos para laboratórios ou de bibliotecas atualizadas.

O debate internacional de um estilo sustentável de desenvolvimento que teve início em Estocolmo e consolidou-se no Rio, supera a ingênua visão da suficiência do conhecimento científico, na perspectiva tecnocrática, para tratamento da crise ambiental. O engenheiro a ser formado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná deve estar preparado para discutir e propor soluções aos desafios contemporâneos na área de conversão, transporte e uso final das mais diversas formas de manifestação de energia, em uma perspectiva de sustentabilidade. A proposta central do presente artigo é caracterizar que os moldes tradicionais das especialidades na graduação de engenharia da UTFPR, principalmente na área de eletrotécnica, precisam contribuir para a ampliação da consciência ambiental dos graduandos da instituição de ensino.

## **2 A TEMÁTICA AMBIENTAL**

A dimensão ambiental não é ideologicamente neutra, nem está alheia, a interesses econômicos e sociais. Os padrões de consumo influenciam a sustentabilidade energética, como afirma Goldemberg (1998), bem como a organização espacial e urbana das nossas cidades contribui de forma decisiva para a ineficiência energética (COHEN, 2003). E, no mundo acadêmico as estratégias educativas, segundo Leff (1999), implicam na necessidade de reavaliar, e atualizar, os programas de educação que não tem encontrado soluções adequadas para a inserção de temas ambientais.

O engenheiro do futuro necessita de conhecimento profundo de uma tecnologia, de conhecer e relacionar conteúdos, métodos, teorias ou outros aspectos do conhecimento tecnológico. Mas, também, de um processo educativo orientado para a sustentabilidade. Permanecer apenas na integração de vários temas seria manter a realidade atual não transformando o conhecimento tecnológico em uma perspectiva de mudança social. Os processos que podem economizar energia e recursos, diminuir poluição, aumentar produtividade com distribuição equitativa de renda e evitar desperdício de capital, passam pela educação e inovação tecnológica norteadas pela conservação ambiental

(CASAGRANDE JR., 2001). Ela perpassa todas as disciplinas e todos os níveis do sistema educativo já que o cerne da questão é epistemológica (LEFF, 1998).

A prática educativa articulada com a problemática ambiental, não deve ser vista como um adjetivo, mas como filosofia pedagógica focada na conscientização, mudança de comportamento e atitudes, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação e participação. O desafio dos futuros egressos será o de pensar novos conceitos de metrópoles auto-suficientes, e de um novo perfil energético dos produtos, das infra-estruturas, das edificações, dos equipamentos. Daqui a 25 anos, as edificações terão que funcionar como fábricas de energia, além de abrigarem pessoas (RIFKTIN, 2009). Contudo, a prática de ensino nos programas dos cursos superiores, como constata Barbieri (2004), resumem-se a atividades típicas de controle de fim do processo. Enfatiza-se a discussão de normas e legislação relativas à gestão ambiental, a realização de atividades isoladas de coleta seletiva de lixo ou de comemorações do dia do meio ambiente. Muitas vezes, a simples transferência mecânica de experiências que tiveram êxito em locais com condições ambientais, econômicas, sociais e culturais diferentes. É importante ressaltar, que estas ações não auxiliam no desenvolvimento sustentável.

Nas recomendações sobre Educação Ambiental, da Conferência das Nações Unidas para o Ambiente Humano (Estocolmo-Suécia, 1972), foi reconhecido o ensino como instrumento estratégico necessária à geração de conhecimentos interdisciplinares e formação profissional. Os Seminários Nacionais sobre Universidade e Meio Ambiente, desde 1986, discutem métodos e mecanismos de ensino e pesquisa adequados à questão ambiental. Sem dúvida, é imperativo o incentivo à pesquisa e desenvolvimento para a disseminação de produção mais limpa e eficaz de energia. Neste sentido a educação e a informação através das instituições locais são componentes vitais para o sucesso de qualquer programa de sustentabilidade energética (EEA, 2001).

Imagina-se que o engenheiro na área eletrotécnica deve dominar todas as formas de energia que compõem a matriz energética brasileira - seja ela renovável, como hídrica, solar, eólica ou de biomassa, seja não renovável, obtida de petróleo, carvão, gás natural ou material radioativo. Deve ser um profissional voltado à pesquisa e estratégias para o setor energético visto que planeja, analisa e desenvolve sistemas de geração, transporte ou transmissão, distribuição e uso da energia. Entre suas atribuições está a avaliação de necessidades de uma região ou setor desenvolvendo projetos econômicos e socialmente viáveis, buscando soluções seguras e sustentáveis, que não agridam o meio ambiente. Também deve poder coordenar programas de uso racional de energia.

### **3 A CADEIA DE VALOR DOS CONHECIMENTOS**

A transição entre a primeira revolução industrial e a segunda pode ser emblematicamente representada pela passagem do uso do vapor para o mundo novo da eletricidade. Agora estamos próximos de dar início ao terceiro movimento, a revolução verde. O desafio da chamada terceira revolução industrial é o de superar o obstáculo de integrar as antigas energias com as novas formas de pensar a estrutura econômica existente. O desafio é converter as novas tecnologias em meios pelos quais seja possível dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental.

A produção e distribuição de energia global irão duplicar a procura até 2050. Um dos grandes desafios é fazer com que este suprimento seja feito de forma sustentável a partir de fontes renováveis. No Paraná as próximas duas décadas sinalizam para uma demanda crescente de consumo de energia e a necessidade da melhoria na eficiência energética pelo lado da demanda ou, pelo lado da oferta, aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética (MORAES, 2005). No Brasil ainda predomina a energia hidráulica na geração de energia elétrica em um cenário internacional em que a tendência mundial é de apoio às fontes de energias limpas.

O setor elétrico brasileiro, antes baseado no planejamento centralizado, foi privatizado e dividido em quatro segmentos: geração, transmissão, distribuição e comercialização. A legislação brasileira passou a estimular iniciativas de absorção de fontes de energia renovável na matriz energética nacional. O PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica veio para promover ações de educação, etiquetagem, gestão energética municipal, iluminação pública, gestão de eletricidade na indústria e em edificações e saneamento ambiental. Na promoção de aumento das fontes de energia renováveis, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, patrocinado pelo Ministério das Minas e Energia- MME, que objetiva aumentar a participação da energia eólica, biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas - PCHS a serem incorporados ao Sistema Elétrico Integrado Nacional - SIN.

Neste ambiente, a educação na área energética, deve contribuir de forma decisiva para superar o dilema entre crescimento econômico e sustentabilidade ambiental. As propostas e práticas pedagógicas devem estar centradas na conscientização do educando, na mudança de atitude e comportamento, no desenvolvimento de competências, na capacidade de avaliação e participação, em um processo de novas leituras e interpretações, voltado para mudanças e novas possibilidades de ação. A educação é componente vital para o sucesso de um programa energia renovável. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em

Engenharia, o Conselho Nacional de Educação (2002), descreve como deve ser o perfil do formando. Ele precisa ter formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitada a absorver e desenvolver novas tecnologias e seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, para atender as demandas da sociedade.

Neste sentido existem alguns exemplos de formação profissional que fortalecem a compreensão deste futuro profissional. O Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo que se caracteriza por um esforço interdisciplinar do IEE, EP, FEA e IF no sentido de formar profissionais voltados às questões vinculadas à disponibilidade de energia, seus usos e seus impactos sobre a sociedade e sobre o meio ambiente. O programa propõe-se a fornecer os meios e as possibilidades de análise e avaliação dos sistemas energéticos existentes, das possíveis alternativas e as conseqüências sócio-econômicas e ambientais de sua produção e utilização.

O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção (Departamento de Engenharia Civil) da Universidade Federal de Santa Catarina, atua visando reduzir o consumo específico de energia em edificações novas e existentes, através da implantação de novas tecnologias de iluminação, condicionamento de ar e isolamento térmico. O LabEEE encontra-se ligado aos Laboratórios de Conforto Ambiental (LABCON/Arquitetura), Meios Porosos e Propriedades Termofísicas dos Materiais (LMPT/Eng. Mecânica) e de Energia Solar (LABSOLAR) através de projetos conjuntos.

Nesta linha colaborativa entre disciplinas ou setores de uma ciência, na busca por soluções que conciliem desenvolvimento econômico, proteção ambiental e redução das desigualdades globais, encontramos os exemplos da Universidade Federal do ABC, a primeira instituição de ensino superior do Brasil a adotar o bacharelado interdisciplinar no curso de engenharia de energia. Ainda, os cursos de graduação, em funcionamento a partir de 2007, da Universidade de Brasília, voltados para o suprimento e otimização energética, cuidando dos respectivos impactos ambientais; o bacharelado em Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, que forma profissionais capazes de planejar, implementar, otimizar e manter sistemas de geração de energia, visando a seu melhor aproveitamento em processos industriais, com ênfase na sustentabilidade econômica e ambiental.

O curso da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais-PUC-MG, proposto para formar profissionais aptos a exercer as atividades referentes ao planejamento, à concepção, à análise, ao projeto, à implantação, à manutenção, à operação e à gestão de sistemas destinados ao suprimento energético e ao uso de energia em atividades sócio-econômicas, de forma

técnica, econômica, social e ambientalmente sustentável, e o curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, formando engenheiros para atuar na geração de energia com a preocupação com o meio ambiente.

É possível verificar que a formação do engenheiro do futuro, passa por um conhecimento profundo de tecnologias que reduzam os impactos ambientais para que se possa alcançar a sustentabilidade. Vamos analisar agora o caso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde apesar dos esforços de mudanças curriculares, ainda persiste a concentração do ensino focado nas tecnologias e energias convencionais.

#### **4 O CASO DO DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA DA UTFPR**

Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), instituição de educação tecnológica existente desde 1909, o curso de engenharia Industrial Elétrica é um dos primeiros cursos de graduação de engenharia plena ofertados pela instituição. Implantado em 1979<sup>1</sup> a partir da transformação do curso de Engenharia de Operação em Engenharia Industrial Elétrica, a preocupação maior nesta transição, conforme relata Porto Alegre (1997) foi a de criar uma grade curricular que além de aproveitar os professores do agora extinto curso, e que fosse voltado para as necessidades das indústrias locais, não havendo espaço, após a estruturação do currículo para as disciplinas chamadas de cunho humanistas.

A segunda reformulação do currículo do curso aconteceu em 1987, e nasceu da instigação da coordenação e de um grupo de professores do curso. Porto Alegre (1997) observa a falta de uma estratégia definida para trabalhar a orientação curricular, mas diferentemente do primeiro, com preocupação de compor um conjunto de disciplinas interligadas em vez de formadas por disciplinas isoladas como no currículo anterior.

De novo não havia espaço para as disciplinas humanísticas. Desde a segunda reformulação em 1987 até 1993, somente pequenas alterações foram feitas nos conteúdos das disciplinas. Com o incentivo da direção geral e da direção de ensino, e em função de informações provenientes da indústria e da própria instituição, após visitar algumas universidades na área de engenharia no país, procurou-se enfocar uma nova revisão curricular em que fosse prioridade a preparação do aluno para o mundo futuro.

A ênfase deveria estar na formação técnica do aluno, procurando sanar as deficiências

---

<sup>1</sup> Para detalhada descrição do curso ver PORTO ALEGRE, Laize Marcia S. O currículo do curso de engenharia industrial elétrica - habilitação eletrotécnica, numa instituição de educação tecnológica. 1997, em <http://www.ppgte.cefetpr.br/dissertacoes/1997/laize.pdf>.

na área gerencial e na área humanística. Desta vez estas deficiências foram cobertas com a inclusão da disciplina de Filosofia da Ciência e da Tecnologia. As diferenças em relação ao currículo anterior eram mais de ordem qualitativa do que quantitativa. O conteúdo era colocado como mais moderno, geral e orientado para um tratamento sistêmico da engenharia.

Ao longo destes anos o curso de Engenharia Industrial Elétrica sofreu modificações curriculares, para atualização e adequação dos cursos as Diretrizes Curriculares Nacionais atendendo as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia Mas, entre as justificativas dos diferenciais do curso elencados nenhum deles colocava a visão ou o desenvolvimento de uma consciência a respeito da sustentabilidade. O currículo atual, o quarto desde a criação do curso, procura adequar e aperfeiçoar o ensino às necessidades regionais e à nova realidade tecnológica com conteúdos que atendem a formação humanística.

A filosofia generalista do currículo fortalece a formação básica e procura através de disciplinas optativas atender questões de novas tecnologias e necessidades locais traduzidas em cinco áreas concentradas em eletrônica industrial, energia em edificações, sistemas elétricos, sistemas de potência e produção industrial. Espera-se, contudo, que uma visão multidisciplinar e interdisciplinar seja proporcionada pelos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC, os quais foram estruturados para integrar as atividades da engenharia no contexto social e ambiental. Enfatiza-se que será através da aplicação dos conhecimentos na área de informática, na área de gestão, economia e administração que será possível fortalecer um profissional com as competências, habilidades e atitudes que o tornem apto a trabalhar em concessionárias de energia, de telefonia, na automação e controle, em projetos, manutenção e instalações industriais, comerciais e prediais.

Analisando os trabalhos apresentados sob a forma de TCC, publicados na página do Departamento, vê-se a maneira como a educação ambiental está inserida nas preocupações dos egressos. Do ano de 2001 a 2004, estão relacionados 37 trabalhos de conclusão de curso; destes nove deles têm temas relacionados à eficiência energética ou manutenção. A orientação é feita por cinco diferentes professores, sendo que somente um deles é orientador de metade destes trabalhos. Esta visão resumida não fica distante da realidade nacional. O resultado pode ser medido no Catálogo Analítico de Teses e Dissertações sobre o Ensino de Ciências no Brasil, documento que contém os resumos de 572 dissertações e teses, defendidas entre 1972 e 1995. Constata-se que a Educação Ambiental foi estudada, em 36 trabalhos sendo que, somente dois deles, faz a relação com o ensino de graduação (MEGID-NETO, 1998).

Vale lembrar que o departamento de eletrotécnica possui ainda um grupo de pesquisa na área de eficiência energética, originário de uma parceria com a COPEL – Companhia

Paranaense de Energia que resultou na formação de duas turmas de especialização. Ainda, existe, um grupo de professores que mantém atividades na área de manutenção. O curso procura manter convênios de troca de informações com universidades tecnológicas européias, como o acordo de cooperação existente com a Universidade de Oldenburg, Alemanha, firmado em 2007, na área de energias renováveis para países em desenvolvimento. Alguns alunos e professores já participaram deste convênio para trocar experiências.

## **5 CONCLUSÃO**

O objetivo deste artigo foi observar a inserções em trabalhos acadêmicos do pensamento ambiental em um curso de graduação na área de engenharia eletrotécnica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O desenvolvimento sustentável e os avanços que a moderna tecnologia possibilitam é um desafio para que se possa converter as novas tecnologias em meios que seja possível dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental. Fundamental é a temática ambiental inserida nos projetos pedagógicos. Contudo para se tornar efetiva a presença de questões ambientais nos currículos, é preciso que haja a adesão da idéia por docentes, graduandos, e gestores da instituição. O acesso a informação não implica em ações efetivas na temática ambiental, a não ser que haja uma inserção nas políticas didático-pedagógicas dos cursos e da Universidade. Pois a decisão pelos temas ambientais precisa da colaboração da interdisciplinaridade e dos setores heterogêneos; da troca de experiências, no sentido de que a soma delas venha a fortalecer um grupo interdisciplinar e interdepartamental. Na base desta necessária mudança comportamental encontram-se os problemas de motivação política, de cunho legal, financeiro, de capacitação tecnológica que possam desenvolver um novo perfil de formação necessário à disseminação de tecnologias mais limpas, que promovam a eficiência energética.

## **6 REFERÊNCIAS**

ABENGE. Formação do Engenheiro Industrial, São Paulo: 1982.

BM-BANCO MUNDIAL. Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate. Volume II: Relatório Principal. 28 de março de 2008 Barbieri 2004.

CASAGRANDE JR, Eloy Fassi. Inovação tecnológica e sustentabilidade: integrando as partes para proteger o todo. Coletânea PPGTE, CEFET-PR, Curitiba: 2001. CME. CRIANDO UM NOVO IMPULSO. Declaração do Conselho Mundial de Energia 2008

COHEN, Claude. “Padrões de Consumo e Energia : Efeitos sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento” in Economia do Meio-Ambiente. May, Peter et alli (orgs). Rio de Janeiro : Campus. p. 245-270, 2003.

EEA-European Environment Agency. Renewable energies: success stories. Environmental Issue Report, n. 27, 2001.

GOLDEMBERG, José. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. São Paulo: Edusp, 1998.

LEFF, E. As Universidades e a Formação Ambiental na América Latina. In: ZANONI, M. e FERREIRA, A. Meio Ambiente e Desenvolvimento: a Universidade e a Demanda Social. Curitiba, PR: Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente LEFF, Henrique. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. In REIGOTA, Marcos (org.). Verde cotidiano: o meio ambiente em discussão. Rio de Janeiro: DP&A, 1999 (p.111-129).

MEGID-NETO, J. O Ensino de Ciências no Brasil: catálogo analítico de teses e dissertações: 1972-1995. Campinas, SP: UNICAMP/FE/CEDOC, 1998.

MORAES, Gustavo Inácio de. Energia e sustentabilidade no paraná: cenários e perspectivas 2007 – 2023. Disserta o de mestrado. UFPR. 2005

PORTO ALEGRE, Laize Marcia S. O currículo do curso de engenharia industrial elétrica-habilita o eletrotécnica, numa institui o de educa o tecnológica. 1997, disponível em <http://www.ppgte.cefetpr.br/dissertacoes/1997/laize.pdf>

RIFKTIN, Jeremy. Edifícios do futuro v o gerar energia limpa, 2009. Disponível em <http://info.abril.com.br/aberto/infonews/022009/10022009-40.shl>. Acessado em 10 de fevereiro de 2009.

SILVA, M. e BASTOS, J. A. Meio Ambiente e tecnologia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. In: I Seminário Nacional de Educa o Profissional e Tecnológica - SENEPT, 2008, Belo Horizonte. Anais do I Seminário Nacional de Educa o Profissional e Tecnológica - SENEPT, 2008. v.1. p.1-10.

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Proposta de Revisão Curricular do curso de Engenharia Industrial Elétrica  nfase Eletrotécnica. 2006