

Educação e energia: rumo ao desenvolvimento sustentável

EDUCATION AND ENERGY: IN DIRECTION TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Fábio Esteves da Silva
Galeno José de Sena
Sílvio Henrique Fiscarelli
UNESP – Universidade Estadual Paulista
FEG - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

RESUMO

A utilização de energia em geral nem sempre é entendida pelo cidadão comum e os problemas relacionados ao tema ficam camuflados por esta falta de conhecimento. Melhorar o processo de ensino na área se torna de importância crucial no atual contexto, principalmente em países em desenvolvimento. Aliada a este melhoria, o uso de novas tecnologias de informação (p. ex. a Internet) aparece como um verdadeiro desafio nos mais diversos meios e níveis acadêmicos em toda a sociedade. A procura pela diversificação da matriz energética nacional esbarra na questão da Energia Renovável, apontada como uma provável, e forte candidata, a substituição parcial dos recursos largamente empregados na geração de energia elétrica que hoje no Brasil é da ordem de 82% provinda na hidroeletricidade. Na busca da melhoria do ensino e o desenvolvimento da pesquisa na área, o contexto industrial é diretamente beneficiado, uma vez que este setor passa por reformas em busca do aperfeiçoamento e na melhoria da eficiência energética dos aparelhos que até pouco tempo atrás nem era mencionado, devido a aparente abundância dos recursos naturais empregados na conversão. Neste texto, o autor defende a idéia de que somente com a implantação de reformas no setor acadêmico é que se conseguirá atingir um maior número de pessoas que venham a se beneficiar com as vantagens que a energia pode trazer para os cidadãos na atual sociedade tecnológica em que vivemos. A busca pelo desejável desenvolvimento auto-sustentável deve começar nos alicerces do conhecimento, ou seja, na escola.

PALAVRAS CHAVE

Ensino de energia. Desenvolvimento sustentável. Uso racional de energia. Energia e meio ambiente.

ABSTRACT

The use of energy in general not always it is understood by the common citizen and the problems related to the theme are camouflaged by this knowledge lack. To improve the teaching process in energy becomes of crucial importance in the current context, mainly in countries in development. Allied to this improvement, the use of new technologies of information appears as a true challenge in the most several means and academic levels. The search for the diversification of the national energy head office should consider the subject of the Renewable Energy, pointed as a probable one, and fort runs for office, the partial substitution of the employed resources in the electric power generation. This work defends the idea that only with the implantation of reforms in the teaching is that will get to reach a larger number of people than with knowledge will be multiplayers of the rational use of energy, providing a better use of the available energy resources, turning like this them, accessible to all with smaller environmental impacts.

KEYWORDS

Energy teaching. Sustainable development. Rational use of energy. Energy and environment.

INTRODUÇÃO

A necessidade de estudar com mais afinco o que é energia e todas as conseqüências que dela decorrem, assumiu um papel de importância relevante a ser pensado na sociedade nos últimos anos devido as recentes crises, racionamentos, altas e mudanças ambientais provocados pelos efeitos do uso excessivo dos recursos naturais usados na geração, até chegar ao consumidor final. Conciliar tantas dependências e suas conseqüências envolve vários fatores.

Para se analisar as variadas etapas de transformação dos caminhos que a energia percorre faz com que se

admita certas mudanças e rupturas no ensino tradicional que até então é formalizado nas escolas. Admitir mudanças nas tradicionais grades curriculares favorecendo e incentivando estudos que procurem contribuir na melhoria deste processo devem ser analisadas e testados em todos os níveis acadêmicos.

Neste contexto, oferecer estudos das diversas possibilidades de geração, transmissão, distribuição e principalmente o método pelo qual estes conhecimentos acadêmicos são transmitidos torna-se de fundamental importância para a melhoria e ampliação das oportunidades desta abrangente área.

Melhorar a oferta de energia, fazendo com que ela torne-se mais acessível, procurando beneficiar as mais diversas camadas sociais, requer mudanças comportamentais e institucionais. Pensando em contribuir nesta questão, algumas possíveis sugestões são apontadas no Relatório Nacional (CONGRESSO, 2002), tais como aproveitar melhor as fontes convencionais, incentivar o uso de fontes ainda pouco utilizadas (p.ex. gás natural) e estimular o uso de fontes alternativas de energia. Dentro desta última sugestão, a área de energias renováveis (ER) é considerada um novo campo de educação, e num contexto mais abrangente, o Ensino de Energia, ao qual tais conceitos (ER) devem ser vinculados, surge como uma vertente a ser incorporada nos mais diversos cursos e níveis de ensino.

Faz-se necessário integrar os conceitos de energia com o meio ambiente – dois temas fundamentais e que não devem ser tratados separadamente – e que passa agora integrar o quadro principal nas discussões sobre como e o quê deve ser ensinado nesta área. A estrita dependência das reservas naturais para a produção de energia, é uma questão a ser abordada com a complexidade que dela decorre, procurando minimizar os impactos e alterações dentro do contexto em que se é analisado, pois esta relação é muito mais delicada do que se imaginava até poucas décadas atrás.

A visão aqui defendida é de que somente quando se pensa em mudanças no processo de ensino aprendizagem destes conceitos, é que se pode propor melhorias que venham a contribuir e transformar as atuais bases nas quais este tema esta sobreposto. Procurando ilustrar a argumentação do autor, alguns casos foram buscados com o intuito de exemplificar o que é desejado. Acredita-se ainda que com a melhoria na área da educação, outros setores são diretamente beneficiados, como é o caso da pesquisa e o

desenvolvimento de novas tecnologias, até atingir a indústria, desde que reformas sejam pensadas visando planejar com mais consciência e responsabilidade o futuro dessas vertentes.

A QUESTÃO DENTRO DO CONTEXTO UNIVERSITÁRIO

Concentrar esforços para treinar multiplicadores implica em fornecer cursos de graduação e pós-graduação que tenham claramente objetivos de apurar diretamente diversos temas correlatos com a questão da energia, estabelecendo as implicações que seu uso acarreta. Neste contexto, o professor é a ponte de ligação entre os conhecimentos científicos e o mundo dos estudantes. Pensar então na formação dos estudantes e futuros professores capacitados nas questões aqui levantadas, devem incluir todos os recursos disponíveis.

Uma vertente que desponta nesta questão é o estudo de Fontes Alternativas de Energia com enfoque direcionado para Energias Renováveis, que ultimamente vem merecendo especial atenção devido aos baixos danos que elas causam ao meio ambiente, se comparada com as demais fontes de energia, além de gerar energia de forma descentralizada, possibilitando o atendimento de áreas distantes dos grandes centros geradores ou de difícil acesso, tal como apresentado por Dakkak et al. (2003).

Em cursos com Engenharia, Química, Física, etc, somente alguns aspectos são tratados no currículo e preocupações como impactos ambientais, substituições de combustíveis e tecnologias, entre outros, não são abordados com a importância que deveriam abranger, deixando para serem tratados em cursos de pós-graduação ou especializações.

Para melhorar programas, tanto educacionais, tecnológicos, etc, faz-se necessário entender como a conservação de energia é entendida pela população em geral, Dias (2003), uma vez que grande parte da população não tem o conhecimento básico sobre os conceitos científicos relacionados com energia e o seu uso.

Desta forma, torna-se cada vez mais importante traçar metas em busca de um melhor aproveitamento dos benefícios que a energia pode oferecer, e a preparação de um indivíduo consciente deve ser pensada de uma maneira global e contextualizada, devendo ser iniciada na educação básica até abranger o ensino universitário.

Atualmente para se expandir o domínio do ensino, considerando todos os níveis, deve se levar em conta o uso intensivo de novas tecnologias, para atingir índices significativos na oferta de cursos que tenham o enfoque energético como preocupação central. Kandpal e Garg (1999a; 1999b) defendem a possibilidade de criar cursos direcionados para todos os níveis, desde o ensino fundamental até um curso regular para formação de especialistas em Engenharia de Energia.

Em diversos países como Estados Unidos, Austrália, Servia e Montenegro, etc., diversos cursos já vem sendo oferecidos tanto em nível de graduação como pós-graduação em Energias Renováveis. Bojic (2004), pesquisador iugoslavo, fez um levantamento dos cursos em andamento em seu país e constatou que dentro das sete universidades estudadas, 88 faculdades e 13 institutos oferecem cursos nas diversas áreas de ER, oriundos dos mais diversos departamentos, tais como Agricultura, Proteção Ambiental até chegar nas Engenharias.

POTENCIALIDADES NO USO DA INTERNET PARA O ENSINO DE ENERGIA

Tendo em mente que o crescimento das "cursos de educação superior teve um acréscimo de 13 milhões de 1960 para 82 milhões de matriculados em 1995, conforme apontado na Conferência Mundial de Ensino Superior realizada em Paris no ano de 1998" segundo indica Bhattacharya (2001), a Internet assume uma importância decisiva para a expansão da oferta de cursos, em face deste grande aumento na demanda de estudantes.

A Internet vem comprovando, cada vez mais, seu potencial como ferramenta auxiliar no ensino, em especial em países desenvolvidos, e sua utilização assume índices significativos dentro do meio acadêmico. Já nos países ditos em desenvolvimento, ela é, de fato, apontada como de grande potencial e já mostra índices relevantes de disseminação, devendo ser incorporada como ferramenta auxiliar no processo educativo, procurando assim dar apoio para o desenvolvimento de novos agentes para a melhoria constante no setor.

Pesquisas realizadas, ou em andamento, em centros universitários de diferentes lugares, apontam – mesmo levando em consideração problemas que ainda não podem ser facilmente superados – que a internet tem um importante papel a assumir dentro do processo de

ensino-aprendizagem neste começo do século XXI. Desde já vem contribuindo de maneira cada vez mais eficaz em cursos de graduação e pós-graduação como discute Lund e Jennings [8], onde é estabelecido um panorama sobre esta situação no ACRE – Austrália. Neste artigo, embora tendo consciências dos desafios que representa a utilização do computador na educação, os autores vêem as vantagens (possibilidade de atingir maior quantidade de alunos, flexibilidade, opção de escolha dos métodos de ensino, melhor compartilhamento de conhecimentos, etc.) no oferecimento destes cursos via Internet como fator potencializador, devendo ser continuamente trabalhado para o desenvolvimento e melhoria destes cursos.

Ao tratar do panorama da educação sobre Recursos Renováveis de Energia, Bojic (2004) constata que, dentre os equipamentos mais usados para auxiliar no ensino, o computador é o que tem maior percentual de utilização – figura 1 – superando até quem considerou como instrumento auxiliar somente a própria aplicação de aulas expositivas.

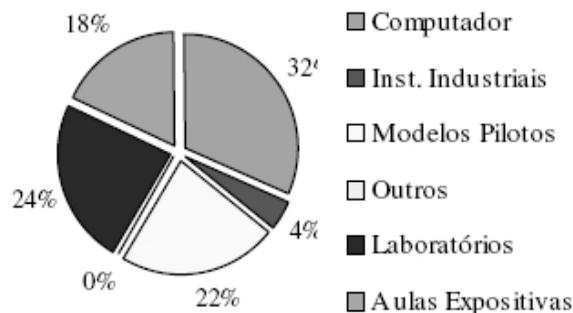


Figura 1 – Equipamentos usados em aula (BOJIC, 2004)

Não podemos deixar de levar em consideração a exclusão digital que ainda é muito grande no Brasil. De acordo com um levantamento realizado pela ITU, agência ligada a ONU, trabalhando com dados referentes ao ano de 2002, o Brasil aparece na 65ª posição no primeiro ranking mundial de acesso a Internet. Tal defasagem apresentada neste levantamento é devido ao fato de que somente 8,2% da população tem acesso a estas tecnologias.

É necessário que políticas públicas venham a ser desenvolvidas para que se possa ampliar e aplicar modelos educacionais que contemplem a melhoria do processo de ensino em geral e com enfoque em novas tecnologias.

O Brasil por ser um país de dimensões tão grandes, com grande parte da sua população em condições

precárias de educação, saúde e moradia tem um potencial invejável de aprimoramento do ensino. Motivo pelo qual acredita-se na expansão e ampliação de cursos que recorram ao auxílio tecnológico para complementar, e em determinados casos, os cursos presenciais, não só que tenham a energia como objeto de estudo.

BENEFÍCIOS DA INDÚSTRIA COM A EXPANSÃO DO ENSINO DE ENERGIA

Com a expansão dos conhecimentos e das pesquisas na área de energia, o desenvolvimento tecnológico é diretamente beneficiado. A busca contínua na melhoria dos processos de fabricação de equipamentos e na eficiência energética dos aparelhos é motivo de pesados investimentos na indústria; o meio acadêmico não deve ficar de lado, devendo ser dedicado igual atenção com intuito de estar em paridade com o desenvolvimento que é realizado no meio industrial: parcerias entre a indústria e a universidade devem ser continuamente buscadas afim de se estreitar os laços entre ambos.

A produção de energia por fontes alternativas – tais como Biomassa, Eólica, Solar Fotovoltaica, etc. – ainda apresentam altos custos de conversão, como se pode constatar na tabela 1.

Tabela 1* – Preços da energia elétrica a partir de fontes diversas

| Fontes Energéticas | Estimativa de Custo** |
|--------------------------------------|-----------------------|
| | R\$/MWh |
| Hidreletricidade e Termoeletricidade | 36,85 |
| Termelétrica Carvão Nacional | 38,13 |
| Pequenas Centrais Hidrelétricas | 40,39 |
| Biomassa e Resíduos | 45,77 |
| Eólica | 57,15 |
| Solar Fotovoltaica | 134,63 |
| Usina a Gás Natural maior que 350 MW | 46,46 |
| Usina a Gás Natural menor que 350 MW | 54,28 |

* Reprodução parcial do Quadro VI, p. 82 do Relatório Nacional.

** Estimativa de Custo tomando como referência o Valor Normativo estabelecido na Res. Aneel nº 22 de 01/02/2001. Esta resolução já foi revogada pela Res. Aneel nº 248, de 06/05/2002, que acaba com o Valor Normativo diferenciado por fonte energética. Ainda assim os valores da Res. 22 servem como parâmetro para os custos de produção no país.

Exemplo relevante é o caso da energia solar, que apresenta o maior valor monetário de conversão, devido aos altos custos dos materiais e tecnologias envolvidos. Conforme discutido por Payne et al (2001), Close (2003) e Dakkak (2003), é neste setor que se encontram variados estudos em busca de melhorias, implementação de modelos e ofertas de cursos (BHATTACHARYA; 2001).

Tendo o quadro de geração de energia no Brasil como base, no que diz respeito a unidades em operação, podemos perceber que o número de centrais que utilizam fontes alternativas e que geram quantidades significativas de energia ainda são de percentual muito pequenos, conforme mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Unidades em Operação (12/2001) – Relatório Nacional, p. 13.

| Tipo | Qtde. | Potência (MW) | % do Total |
|------------------|-------|---------------|------------|
| Eólicas | 6 | 18,80 | 0,03 |
| Biomassa | 151 | 879,10 | 1,18 |
| PCHs | 309 | 1.002,30 | 1,35 |
| Hidrelétrica (*) | 123 | 61.018,80 | 82,06 |
| Térmicas | 434 | 9.470,80 | 12,74 |
| Nucleares | 2 | 1.966,00 | 2,64 |
| Total | 1.025 | 74.355,8 | 100 |

(*) inclui a parte brasileira de Itaipu Binacional.

Somados as energias do tipo eólica, biomassa, PCHs, e a não citada energia solar, temos um total de 2.56 % de participação, valor muito pequeno se comparado com a geração Hidrelétrica. O fato de não estar evidenciado a geração de energia elétrica a partir da energia proveniente do sol mostra o caráter em potencial deste setor crescer significativamente nos próximos anos, bastando que investimentos sejam feitos na oferta destas tecnologias e políticas sejam estabelecidas com intuito de se ampliar e desenvolver o setor.

AS REFORMAS ESTRUTURAIS NO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO

As reformas que o setor energético deve enfrentar no próximo século representam verdadeiros desafios,

Jannuzzi (2004) faz referências às oportunidades que surgem quando a questão da eficiência energética e o interesse em pesquisa e desenvolvimento na área se fazem presentes no contexto industrial e também no educacional.

Como já foi comentado anteriormente, o aproveitamento da energia solar é um tema novo: se confrontarmos o crescimento neste setor, juntamente com a geração eólica, podemos notar que eles são responsáveis por cerca de 45 % do crescimento no período dos 10 anos compreendidos na última década do século XX, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Tendências globais no consumo de energia (1990-2000) – Relatório Nacional, p. 86.

| Fonte | Eólica | Solar Fotov. | Gás Nat. | Petróleo | Nuclear | Carvão |
|-----------------------|--------|--------------|----------|----------|---------|--------|
| Crescimento Anual (%) | 25,1 | 20,2 | 1,6 | 1,2 | 0,6 | -1 |

Fonte: Aneel: Apresentação do Dr. Luiz Antonio Ramos Vera no Seminário Internacional de Estratégias e Regulação de Serviços Públicos, Porto Alegre. 09/01/2001.

Tomando como base para a análise a oferta de energia nas últimas três décadas, é evidente a falta de utilização da conversão de energia por fontes alternativas em vista da oferta abundante da hidroeletricidade – tabela 4 – o que provocou uma tardia ascensão destes recursos na matriz energética brasileira.

Tabela 4 – Oferta de eletricidade por fonte de energia – TWh – Relatório Nacional, p. 81

| Fonte | 1970 | 1980 | 1990 | 1999 | Fonte/ Total (%) |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|------------------|
| Carvão Natural | 1,4 | 2,6 | 2,8 | 8,2 | 2,2 |
| Derivados Petróleo | 3,7 | 5,2 | 5,3 | 13,7 | 3,6 |
| Gás Natural | 0 | 0 | 0,7 | 2 | 0,5 |
| Urânio | 0 | 0 | 2,2 | 4 | 1 |
| Hidroeletricidade | 39,8 | 128,9 | 206,7 | 292,9 | 78,7 |
| Outras | 0,8 | 2,6 | 5,1 | 11,5 | 3,1 |
| Importação Líquida | -0 | -0,2 | 26,5 | 39,9 | 10,7 |
| Partic. Invest. Estatal | 42 | 131 | 210,9 | 308,5 | 82,8 |
| Total | 45,7 | 139,2 | 249,4 | 372,2 | |

Fonte: Balanço Energético Nacional

Por sua vez, o Brasil por ser um país de dimensões continentais, apresenta um potencial invejável na geração de energia e principalmente quando se é levado em consideração: 1º) energia solar, devido a

altas taxas de incidência da radiação solar perto da Linha do Equador e 2º) a energia eólica: a costa brasileira é demasiadamente grande e apresenta índices significativos de ventos fortes na maior parte do ano.

Nesta virada de milênio, portanto, o ensino deve procurar explorar mais as potencialidades que tais recursos podem oferecer, e no contexto das indústrias, principalmente do setor elétrico, onde reformas nos padrões de consumo e oferta de energia apresentam-se cada vez mais como fator de sobrevivência e de interesse estratégico: aparelhos que consomem muita energia tendem a serem substituídos por outros com tecnologias mais eficientes em termos de rendimento energético, resultando num menor consumo de energia.

Pensar então em equipamentos que percam o mínimo de energia possível para funcionar requer investimentos maciços no desenvolvimento de novos produtos: a pesquisa e desenvolvimento fazem parte das estratégias de das empresas que pretendem sobreviver num mercado que se tornará cada vez mais competitivo. Já o consumidor, ou seja, aquele aluno que formamos nas escolas, se devidamente orientado e consciente das conseqüências e requisitos básicos que envolve o conceito de energia, assume o papel de agente regulador do processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concentrar esforços no Ensino Universitário é questão primordial em se pretende formar cidadãos conscientes e profissionais competentes e hábeis para tratar com responsabilidade todos os aspectos que englobam a Energia, visto que é neste nível onde os multiplicadores dos conhecimentos se encontram.

A Internet aparece como uma ferramenta que vem a complementar a divulgação destes conhecimentos, visto que é esperado um crescimento significativo para os próximos anos nesta área, em face à franca expansão do computador e os esforços para a inclusão digital nas camadas sociais mais necessitadas.

A conscientização para o consumo de Energia constitui, portanto, um dos fatores mais importantes a serem considerados dentro de uma política de planejamento energético que garanta que os problemas atualmente enfrentados pela sociedade não venham a se repetir provocando os prejuízos recentemente vividos. A política energética nacional deve estimular a migração do comportamento e produtos mais eficientes nos mais diversos setores da

sociedade.

Em face de toda a problemática apresentada no texto, a educação assume um papel de vital importância no processo de desenvolvimento de uma nação. Políticas estratégicas que não levem em consideração a questão da educação dentro do planejamento energético estarão incompletas, pois tratarão de soluções paliativas. O futuro usuário de energia é o aluno que formamos hoje em nossas escolas, e se ele não estiver consciente dos fatores que envolvem o uso indiscriminado deste recurso, estará cometendo os mesmos erros que vem sendo acumulados durante as últimas décadas, impossibilitando assim que um necessitado desenvolvimento sustentável seja alcançado.

REFERÊNCIAS

- BHATTACHARYA, S. C. Renewable Energy Education at the University Level. *Renewable Energy*, v. 22, p. 91-97, 2001.
- BOJIC, M. Education on Training in Renewable Energy Sources in Serbia and Montenegro. *Renewable Energy*, v. 29, p.1631-1642, 2004.
- CLOSE, J. The Hong Kong Schools Solar Education Programme. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, v. 75, p. 739-749, 2003.
- CONGRESSO NACIONAL. *A Crise de Abastecimento de Energia Elétrica*. Brasília: Senado Federal, 2002.
- DAKKAK, M.; HIRATA, A.; MUHIDA, R.; KAWASAKI, Z. Operation Strategy of Residential Centralized Photovoltaic System in Remote Areas. *Renewable Energy*, v. 28, n. 7, p. 997-1012, 2003.
- DIAS, R.A. *Desenvolvimento de um Modelo Educacional para a Conservação de Energia*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica, Sub-área de Transmissão e Conversão de Energia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Guaratinguetá, 2003.
- DIAS, R. A.; MATTOS, C. R.; BALESTIERI, J. A. P. Energy Education: Breaking up the Rational Energy Use Barriers. *Energy Policy*, v. 32, p. 1339-1347, 2004.
- DIAS, R. A.; MATTOS, C. R.; BALESTIERI, J. A. P. The Limit of Human Development and the Use of Energy and Natural Resources. *Energy Policy*, v. 34, n. 9, p. 1026-1031, 2006.
- GOLDEMBERG, J. *Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.
- JANNUZZI, G. de M. Power Sector Reforms in Brazil and its Impacts on Energy Efficiency and Research and Development Activities. *Energy Policy*, v. 33, n. 13, p. 1753-1762, 2005.
- KANDPAL, T. C.; GARG, H. P. Energy Education. *Applied Energy*, v. 64, p. 71-78, 1999.
- KANDPAL, T. C.; GARG, H. P. Renewable Energy Education for Technicians/Mechanics. *Renewable Energy*, v. 16, p. 1220-1224, 1999.
- LUND, C. P.; JENNINGS, P. J. The Potential, Practice and Challenges on the World Wide Web. *Renewable Energy*, v. 22, p.119-125, 2001.
- PAYNE, A.; DUKE, R.; WILLIAMS, R. Accelerating Residential PV Expansion: Supply Analysis for Competitive Electricity Markets. *Energy Policy*, v. 29, n. 10, p. 787-800, 2001.