



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

STE/06

17 a 22 de outubro de 1999
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil

**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL:
EDUCAÇÃO E GESTÃO DA TECNOLOGIA (STE)**

**A EXPERIÊNCIA DO LDSP
NO USO DAS NOVAS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS**

Eduardo Sodré
Flávia Maria C. Ferreira**

**José Carlos de S. Jr.
Luis G. Lopes
Augusto C. de Oliveira
Manoel Afonso de C. Jr.**

DEE / UFPB

DEESP / UFPE

RESUMO

Este artigo relata a experiência do Laboratório de Simulação Digital de Sistemas de Potência (LDSP) da UFPE no uso das novas ferramentas computacionais (ATP/EMTP, MATLAB, SPICE, etc.) em sala de aula. O objetivo principal é desenhar diretrizes para um uso eficiente destes novos recursos, de forma a valorizar o futuro profissional do aluno de engenharia. Foram utilizadas diversas disciplinas da graduação de engenharia elétrica e dois cursos específicos para engenheiros da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), para fazerem parte deste trabalho. Nestes cursos foi mensurado o desempenho dos novos pacotes computacionais em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Educação, Sistemas de Potência, Ferramentas Computacionais, Uso Eficiente.

1.0 INTRODUÇÃO

A partir da Segunda metade do Breve Século XX, a tecnologia com base em avançadas teorias e pesquisas científicas determinou a expansão econômica dos países. Grandes somas de dinheiro, cuja contrapartida governamental foi a principal componente, transformaram a ciência de laboratório em tecnologia. Uma parte desta foi empregada na criação de novos objetos domésticos de consumo revelando ter um amplo potencial para uso diário. Uma outra gama de aplicações, com influências

indiretas e talvez muito mais importantes, mudaram a forma da sociedade se comunicar, negociar e produzir [1]. Assim a ciência, influenciou e dirige, de maneira que não se pode desconsiderar, os novos rumos das atividades humanas, criando um tecido social saturado de tecnologia.

No cenário mundial constata-se uma profunda modificação na forma das empresas de energia elétrica em gerenciar, operar, planejar e comercializar o seu produto. Esta modificação associada com novos problemas técnicos, criam, ampliam e redirecionam as preocupações, exigindo novas e criativas soluções.

Computadores tem um papel crítico na educação superior. Como definir e bem implementar estes recursos é o maior desafio dos educadores de engenharia atualmente. A familiaridade com ferramentas tais como simuladores gráficos, linguagens de programação, e pacotes de análise genérica (MATLAB, ATP/EMTP, SPICE, etc.) são extremamente importantes.

O objetivo deste artigo é relatar a experiência no uso educacional das novas ferramentas computacionais pelos profissionais do Laboratório de Simulação Digital de Sistemas de Potência (LDSP) do Departamento de Engenharia Elétrica e Sistemas de Potência (DEESP) da UFPE. Pretende-se detalhar as disciplinas, os cursos, o software e o hardware utilizado e o objetivo que se quer alcançar ao usá-los. Os vários cursos ministrados pelos profissionais do

*
sodre@dee.ufpb.br

LDSP vão desde disciplinas da pós-graduação até cursos específicos para os engenheiros, da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF).

O desempenho dos estudantes e os resultados de avaliações pessoais de muitos deles, como também as observações dos professores, são usadas para avaliar a utilidade de diferentes ferramentas e determinar suas vantagens e desvantagens, em vários níveis de conhecimento e aplicação, como visto acima. Um dos intuítos deste artigo é fornecer aos outros colegas uma visão mais realística dos benefícios e das limitações da implantação do uso dos computadores na sala de aula, como forma de capacitação profissional.

2.0 ENSINO

A prática da engenharia de sistemas de energia elétrica requer uma atitude de decisão baseada em conhecimento, tanto teórico quanto prático. O objetivo do ensino da engenharia é capacitar o estudante a obter, interpretar e usar a informação no dia a dia da sua profissão. O profissional precisa ter um conhecimento profundo da sua área de atuação, sendo capaz de fazer uma abordagem inteligente da situação.

Atualmente o engenheiro é requerido atuar em diversos problemas que contemplam vastas áreas do conhecimento com suas respectivas técnicas. Esta enorme avalanche de novas tecnologias e novos problemas é devido tanto às novas formas de soluções, quanto à operação do sistema no limite de sua condição, e também devido à diversidade das organizações existentes, causadas pela nova regulamentação do setor elétrico.

Em relação às novas demandas tecnológicas em Sistemas de Potência podem-se citar a tecnologia dos FACTS (“Flexible AC Transmission Systems”), Inteligência Artificial, Computação de Alto Desempenho, Linhas de Transmissão de Potência Natural Elevada, etc. As gerências das empresas de energia elétrica vêm-se face a face com problemas de definição de regras de acesso à transmissão, mudanças institucionais, preocupações concernentes à qualidade de energia, etc [2], [3].

Em qualquer área de conhecimento presume-se a disposição do professor em ensinar ao aluno como aprender, o que requer esforços pedagógicos nos seguintes sentidos:

- ❑ Individualizar o relacionamento com o aluno, conhecendo seus objetivos e necessidades. Acompanhando passo a passo o processo de

aprendizagem (adaptar o nível da disciplina ao estudante);

- ❑ Aumentar a quantidade de trabalho individual através de exercícios práticos. Exercícios estes que estejam mais próximos da prática da engenharia;
- ❑ Solicitar ao aluno uma postura crítica, levando-o a refletir sobre a prática da sua profissão e sobre o processo educacional em si.

A utilização das novas ferramentas computacionais sugere vantagens nos seguintes sentidos:

- a) Permite ao aluno seguir sua própria velocidade, determinando maior tempo de aplicação em áreas de interesse.
- b) Permite simular diversas situações de atuação do engenheiro.
- c) Avaliação constante do progresso do aluno através de seqüências de testes que estariam dispostas em pontos chaves do processo.

Entretanto, como qualquer ferramenta, o uso inadequado do computador pode trazer conseqüências desastrosas para a formação profissional do estudante. Existe uma tendência entre os jovens engenheiros de adotar com uma fé quase religiosa os resultados de simulações computacionais, confundindo o modelo matemático de um sistema físico com o próprio sistema.

Em meados da década de 70 o desenvolvimento de qualquer solução computacional para problemas de engenharia contava com severas limitações. Ainda faz parte da memória dos engenheiros graduados antes de 1975 a angústia em ver suas caixas de cartões serem compiladas e a conseqüente remoção de bugs tornar-se uma atividade com significado inexplicável. Atualmente os estudantes de engenharia usam computadores mais poderosos do que se poderia imaginar duas décadas atrás, e com recursos que não eram sequer sonhados. Os pacotes computacionais de aplicações científicas tem tido uma evolução impressionante: ferramentas computacionais tem mudado a maneira como os engenheiros abordam os problemas. E a educação da engenharia, em particular, tem sido enriquecida pelo exército de programas sofisticados que estendem o alcance do professor muito além do quadro-negro [4].

O abismo separando os gloriosos dias dos cartões perfurados e as ferramentas computacionais atuais, pode ser facilmente mensurado através de uma análise dos recentes programas gráficos científicos. O foco deixa de ser a sintaxe da programação e passa a ser os

conceitos físicos do problema em questão. O aluno não escreve mais sequer uma única linha de código, mas trabalha com ícones gráficos num formato de diagrama de blocos. Os estudantes podem usar estes pacotes para executar longas e tediosas cadeias de cálculos, que sempre os deixavam frustrados e desencorajados.

3.0 DESCRIÇÃO DO ESTUDO

O desempenho dos estudantes e os resultados de avaliações pessoais de muitos deles, como também as observações dos professores, são usadas para avaliar a utilidade de diferentes ferramentas e determinar suas vantagens e desvantagens, em vários níveis de conhecimento e aplicação.

Os cursos que participaram deste trabalho, entre disciplinas da graduação e cursos para CHESF, são os seguintes:

Análise Numérica de Redes

Transitório de Máquinas

Sistemas de Controle

Circuitos Elétricos-1

Componentes de Sistemas Elétricos

Curso Sobre a Aplicação do Programa ATP em Sistemas Elétricos de Potência

Estudo de Casos Usando o EMTP/ATP com Modelagem e Simulação de Sistemas de Potência

Um total de 60 alunos de graduação e 60 engenheiros da CHESF participaram dos cursos acima mencionados. Entre os alunos de graduação alguns estavam começando o profissional de Engenharia Elétrica e alguns estavam concluindo. Os dois últimos cursos mencionados acima tinham como objetivo familiarizar os engenheiros da CHESF que atuam em áreas de proteção e automação com as inovações tecnológicas da área.

O conjunto de equipamentos utilizados foram, computadores próprios do LDSP e o Laboratório Computacional da Graduação do Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE, construído graças aos recursos disponibilizados pelo programa REENGE (Reestruturação do Ensino da Engenharia) do CNPq. Estes laboratórios contam atualmente com um grande número de computadores de última geração, em torno de 100, interligados à Internet.

O objetivo deste trabalho era determinar a melhor forma de utilização das ferramentas computacionais em sala de aula. Este estudo contava com três agentes básicos: o aluno, o professor e um questionário subjetivo.

O agente professor tinha como função o levantamento de questões aos alunos, assim como uma avaliação subjetiva da interação destes com o computador, mais especificamente, com a ferramenta computacional adotada. Os professores contribuíram para a conclusão final da pesquisa com suas opiniões, determinando a melhor forma de aplicação dos programas nos cursos acima mencionados.

Os alunos, além de serem objetos da pesquisa (a parte avaliada) foram também sujeitos do processo, contribuindo contínua e dinamicamente com opiniões, e relatos de sua experiência pessoal.

A parte quantitativa do trabalho baseou-se num questionário entregue aos alunos e aos professores (cuja formulação segue em anexo).

As ferramentas computacionais utilizadas por cada disciplinada estão discriminadas abaixo:

Análise Numérica de Redes: Fortran e C++

Transitório de Máquinas: MATLAB e SIMULINK

Sistemas de Controle: MATLAB e SIMULINK

Circuitos Elétricos-1: SPICE

Componentes de Sistemas Elétricos: ATP/EMTP

Curso Sobre a Aplicação do Programa ATP em Sistemas Elétricos de Potência: ATP/EMTP

Estudo de Casos Usando o EMTP/ATP com Modelagem e Simulação de Sistemas de Potência: ATP/EMTP

4.0 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

As soluções tecnológicas precisam de que ambas as partes envolvidas no processo pedagógico estejam preparadas para desenvolvê-las e utilizá-las. As conclusões apresentadas e as discussões levantadas neste trabalho seguem a seguinte ordem: 1. Como deveria se dar o uso da ferramenta em sala de aula; 2. Experiência computacional dos alunos em relação à engenharia; 3. Recursos de Internet.

4.1 O uso em sala de aula

O uso em sala de aula contempla três questões específicas: 1. Quantas horas deveriam ser gastas para o ensino de manipulação do software; 2. Quantas horas extra-classe deveriam ser gastas para o trabalho prático da disciplina; 3. A forma de avaliação do uso da ferramenta.

As conclusões extraídas do trabalho são bastante promissoras, a quase totalidade dos alunos responderam afirmativamente sobre a necessidade de um maior uso de softwares nas disciplinas da graduação.

Em relação a quantidade de horas é importante que mesmo em detrimento da parte teórica do curso, com a qual os professores já estavam acostumados, deve-se ser reservado um tempo entre 20 e 30% da carga horária da disciplina para que os alunos fiquem frente a um computador, trabalhando não apenas a forma de usar a ferramenta mas experimentando os conceitos teóricos da disciplina com a ferramenta computacional. O aluno não pode ser um mero usuário das ferramentas computacionais.

Uma das grandes preocupações dos alunos que fizeram parte da pesquisa é uma dedicação maior por parte do professor no uso da ferramenta computacional. A carga de trabalho do professor irá aumentar consideravelmente, porque se fará necessário sua presença constante fora do horário da sala de aula, para que os alunos ultrapassem a barreira inicial da interação com um novo software. Muitos relatam a frustração de perderem demasiado tempo e dispenderem muito esforço para fazerem o trabalho prático da disciplina, tempo este que ao invés de ser gasto na aprendizagem de uma nova ferramenta poderia ser melhor utilizado.

Uma outra questão muito importante é a forma de avaliação do trabalho prático frente ao computador. O professor hoje toma como forma de avaliação apenas o resultado final do trabalho proposto, o que resulta na análise de algumas poucas curvas, números e algumas linhas de conclusão. O aluno não é favorecido se o professor continuar adotando esta postura cômoda, de forma a aliviar sua carga de trabalho. A avaliação do desempenho do aluno no uso de uma ferramenta computacional requer um acompanhamento contínuo por parte do professor, o que demanda esforços adicionais. A concepção incorreta de que o uso do computador irá diminuir a carga de trabalho do professor resulta muitas vezes numa aplicação destes recursos de forma a prejudicar o futuro profissional do aluno.

4.2 Experiência computacional

Uma das grandes dificuldades do uso de pacotes, deve-se ao aluno não ter uma experiência anterior no uso da ferramenta. Esta dificuldade poderia ser vencida da seguinte forma (sugestões dos alunos), cadeiras eletivas que ensinassem a utilizar os softwares ou então cursos extras que fossem oferecidos esporadicamente. Como podemos ver, a utilização mais eficiente possível das novas ferramentas computacionais esbarra na inexperience no uso destas pelos alunos, o que requer esforço adicional por parte do professorado.

4.3 Recursos da Internet

Em relação à Internet, este repositório dinâmico de informações valiosíssimo, a quase unanimidade dos alunos foi categórica em desejar seu uso mais efetivo por parte do corpo docente. Infelizmente nas disciplinas avaliadas neste trabalho o uso da Internet restringiu-se a oferecer aos alunos alguns tutoriais disponíveis na Rede, que em sua maioria são em Inglês, o que encontrou alguma resistência por parte dos alunos.

Mas, apesar desse início infeliz, recebemos algumas idéias bastante promissoras por parte dos alunos para um uso eficaz, tais como: espaço para discussão com outros centros de pesquisa; tutorial próprio; pesquisa sobre aplicações práticas, em empresas, dos conceitos estudados em sala de aula; etc.

4.4 Conclusões

Em relação ao corpo docente é preciso que se diga que os profissionais da área que se dedicam à propagação do conhecimento são avaliados pela pesquisa que fazem e não pela qualidade da sua intervenção em sala de aula. Esta política de incentivo à atividade acadêmica não contabiliza o esforço necessário para uma implementação eficaz das ferramentas computacionais, o que desestimula o docente a fazer uso destes recursos.

As conclusões pertinentes deste estudo leva a que acreditemos piamente na impossibilidade da não utilização do computador na sala de aula. É imprescindível que o aluno de engenharia de sistemas de energia elétrica tome conhecimento, o mais rápido possível, das ferramentas que estão sendo utilizadas pelas empresas.

Em virtude das novas e crescentes mudanças que estão ocorrendo no setor de energia elétrica, os professores sentem-se obrigados a trazerem para a sala de aula os mais novos problemas e soluções que afligem a operação dos sistemas.

Esta preocupação contínua faz com que os professores precisem sempre preparar a melhor forma de apresentar um novo conteúdo e novas ferramentas computacionais para os alunos. Conforme a experiência do LDSP relatada no artigo vai abaixo um resumo da melhor forma de como fazer isso:

- 1.- Dedique de 20 a 30 % do tempo do curso para o ensino da ferramenta computacional.
- 2.- O trabalho extra-classe deve levar de 8 a 16 horas.
- 3.- O uso multidisciplinar da Internet.
- 4.- Avaliação constante durante todo o processo de aprendizado.

5.0 BIBLIOGRAFIA

- [1] – Eric Hobsbawm, “Era dos Extremos: o breve século XX: 1914-1991”, 2^a Edição, 1998, Companhia das Letras.
- [2] – M. Th. Schiling (Editor), “Problemas e Estratégias Emergentes em Sistemas de Potência”, V SEPOPE – Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica, maio de 1996, Recife (PE) - Brasil.
- [3] - M. Th. Schiling, e M. B. do Couto Filho, “Redes de Pesquisa e Educação Voltadas a Aplicações Avançadas de Informática em Sistemas de Potência”, XIV SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Belém – PA, 1997.
- [4] – Mark S. Morotznik, “Tools for School”, IEEE Spectrum, september 1996.
- [5] – IEEE Power Engineering Society, “Electric Power Engineering Curricula Content in the 21st Century”, IEEE Transactions on Power System, Vol. 9, No. 3, August 1994.
- [6] – Paulo Márcio da Silveira e Carlos Alberto Mohallem Guimarães, “Reflexões Sobre o Futuro do Ensino da Engenharia Elétrica”, XIV SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Belém – PA, 1997.
- [7] – Claudio A. Cañizares, and Zeno T. Faur, “Advantages and Disadvantages of Using Various Computer Tools in Electrical Engineering Courses”, IEEE Transactions on Education, Vol. 40, No. 3, August 1997, pp. 1-7.

6.0 ANEXO

6.1 Questionário para os alunos

1. - Como você considera a sua capacidade de usar o computador de uma forma geral (Word, Internet, etc.):
a) alta b) boa c) média d) ruim e) péssima
2. - Como você considera seu conhecimento em relação ao computador para resolver problemas de engenharia:
a) alto b) bom c) médio d) ruim e) péssimo
3. - Quantos pacotes computacionais voltados para engenharia você sabe utilizar, entre MATLAB, MATHCAD, SPICE, ATP/EMTP, MAPLE, VISSIM, AUTOCAD, MICROSTATION, SIMULINK, LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO, outros...
4. – Quantas cadeiras você pagou até agora no profissional de engenharia ? Em quantas foi exigido que você fizesse uso do computador para resolver problemas de engenharia (e não para processar texto no Word) ?
5. – Você considera que deveria se mais exigido o uso do computador nas disciplinas de graduação ?
SIM NÃO
6. – Quantas horas você considera que devam ser dispensadas para o aprendizado de uma ferramenta computacional, dentro da sala de aula ?
7. – Você considera que o trabalho prático da disciplina deva ser dentro da carga horária da disciplina, ou seja, em sala de aula ? Ou deveria ser extra-classe ?
8. – Quantas horas deveriam ser necessárias para realizar este trabalho prático ?
9. – Como você considera que deveriam ser usados os recursos de Internet em sala de aula ?
10. – Quaisquer comentários e sugestões adicionais serão bem-vindos. Estamos particularmente

interessados em conhecer qualquer idéia que você possa ter para melhorar o uso em sala de aula dos recursos computacionais disponíveis

6.2 Questionário para os professores

1. – Nome da disciplina e carga horária.
2. – Objetivo da disciplina e matemática subjacente.
3. – Quais os recursos clássicos utilizados: apostila, transparência, PowerPopint, etc.
4. – Quais os recursos modernos utilizados: página HTML, CD-ROM, Vídeo, etc.
5. – Qual a ferramenta computacional aplicada na disciplina ?
6. – Quantas horas foram dispensadas para o aprendizado da ferramenta computacional, dentro da sala de aula ?
7. – Existe trabalho prático dentro da carga horária da disciplina ? Quantas horas são utilizadas ?
8. – Existe trabalho prático extra-classe ? Qual a quantidade de horas estimada que o aluno vai precisar dispensar para fazer o trabalho ?
9. – Qual a forma de avaliar se os alunos estão desenvolvendo uma boa interação com a ferramenta ? Há apenas a preocupação de dar uma nota para o trabalho final da disciplina ?
10. – Quaisquer comentários e sugestões adicionais serão bem-vindos.