



UM PROJETO PEDAGÓGICO PARA O CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC.

Edson Pereira Cardoso – edson@ele.ufes.br

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica.
Av. Fernando Ferrari, s/n, Goiabeiras CEP: 29060-900.
Vitória - ES

Crediné da Silva Menezes – credine@inf.ufes.br

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica.
Av. Fernando Ferrari, s/n, Goiabeiras CEP: 29060-900.
Vitória - ES

***Resumo:** O projeto pedagógico de um curso de engenharia deve ser o resultado de um conjunto de propostas e procedimentos envolvendo conteúdos, metodologias, interdisciplinaridade, contexto sócio-profissional, perfil profissional e avaliação. As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia preconizam um projeto pedagógico que estimule os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos. O presente artigo apresenta reflexões e propõe alternativas que possibilitem uma aprendizagem que leve em consideração o contexto sócio-tecnológico e a realidade vivenciada pelo aluno. Serão relatadas e discutidas experiências no âmbito da aplicação da metodologia de projetos e a utilização de ambientes virtuais no apoio à aprendizagem e na integração curricular. A inserção de novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) permite a utilização de recursos telemáticos que facilitam a aprendizagem cooperativa, e a integração aluno/professor, aluno/aluno e aluno/professor/comunidade. Apresentaremos, ainda, um esboço de uma proposta para inserção das TIC no ensino de engenharia com o propósito de orientar a concepção de um ambiente telemático para esse fim. O artigo evidenciará ainda as dificuldades de se implantar um projeto pedagógico desta natureza em ambientes escolares tradicionais e apontará caminhos para a superação destas dificuldades através do uso das novas tecnologias da informação e comunicação.*

***Palavras-chave:** projeto pedagógico, metodologia de projetos, ensino de engenharia, síntese.*

1. Introdução

O advento das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação (Resolução n.11, do Conselho Nacional da Educação, de 11/11/2002), deflagrou um debate nacional sobre a concepção dos projetos pedagógicos dos cursos de engenharia. A organização curricular é um dos elementos relevantes neste debate. Mas outros aspectos como: a realidade da prática profissional, a realidade da escola, a relação teoria / prática, a dicotomia análise /



síntese e a avaliação processual como um instrumento a serviço da atualização e qualificação do curso, sinalizam uma abordagem para além das grades curriculares e conteúdos apresentados nos projetos pedagógicos atuais. Além disso, com a inserção das novas tecnologias da informação e comunicação, novas abordagens metodológicas do ensino de engenharia entraram na agenda de reflexões sobre o tema. O projeto pedagógico de um curso de graduação explicita um conjunto de propostas e procedimentos envolvendo objetivos, conteúdos, metodologias, contexto sócio-profissional, perfil profissional, princípios norteadores do curso e avaliação. Deve ter como referência o conjunto de competências e habilidades, a serem adquiridas pelo estudante com o desenrolar do curso, necessárias à sua vida profissional e ao exercício da cidadania.

O presente artigo apresenta reflexões e propõe alternativas que possibilitem uma aprendizagem que leve em consideração o contexto sócio-tecnológico e a realidade vivenciada pelo aluno. Pretende-se discutir experiências no âmbito da aplicação da metodologia de projetos e a utilização de ambientes virtuais no apoio à aprendizagem e na integração curricular. A metodologia de projetos, incorporada ao currículo de engenharia elétrica, pode viabilizar a integração teoria / prática, a interdisciplinaridade e incentivar o exercício da síntese. Por outro lado, a inserção de novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) permite a utilização de recursos telemáticos que facilitam e agilizam a aprendizagem cooperativa, e a integração aluno/professor, aluno/aluno e aluno/professor/comunidade.

Os novos paradigmas do ensino de engenharia são tratados na seção dois. Na seção três discutiremos a metodologia de projetos nos currículos e suas vantagens na integração dos conhecimentos. A questão da interdisciplinaridade e como um ambiente virtual pode auxiliar na integração de disciplinas e como seria a orientação a projetos neste ambiente é tratada na seção quatro. Um esboço de proposta para a inserção das TIC é discutida na seção cinco. Na seção seis relatamos algumas experiências com a metodologia de projetos e ambientes virtuais no ensino de engenharia. As considerações finais estão na seção sete.

2. O ensino de engenharia hoje: novos paradigmas

O desenvolvimento tecnológico, as mudanças no mercado de trabalho e o impacto das tecnologias da informação e comunicação (TIC) são dados que devem ser considerados quando refletimos sobre o ensino e aprendizagem em engenharia. As competências exigidas pelo profissional quanto às relações gerenciais, a visão sistêmica dos processos e uma compreensão das questões sócio-culturais do mundo contemporâneo estão na pauta de discussão quando tratamos da formação do engenheiro. Segundo Moraes (1999), baseado em pesquisas realizadas junto às empresas paulistas para conhecer o perfil profissional, o novo engenheiro deverá:

(...) ser autônomo, com boa capacidade decisória e crítica para poder avaliar e confiar em suas fontes de informações e ser capaz de produzir conhecimentos. É o indivíduo com o domínio das instrumentações eletrônicas e do inglês, com visão sistêmica, competente para desenvolver um planejamento estratégico e que entenda das etapas de produção na empresa.



Como incorporar ou refletir sobre esta nova ordem no dia a dia da escola e dos currículos? Como inserir os novos paradigmas, aliados a uma sólida formação técnico-científica? O engenheiro não processa materiais e sim informação. Portanto, seu principal conhecimento é sobre como processar a informação para que possa tomar a melhor decisão. Segundo Morin (2002):

A organização dos conhecimentos é realizada em função de princípios e regras; comporta operações de ligação (conjunção, inclusão, implicação) e de separação (diferenciação, oposição, seleção, exclusão). O processo é circular, passando da separação à ligação, da ligação à separação, e, além disso, da análise à síntese, da síntese à análise. Ou seja: o conhecimento comporta, ao mesmo tempo separação e ligação, análise e síntese.

Para o autor, nosso ensino privilegia a análise em detrimento da síntese. Separação e a acumulação sem ligar os conhecimentos são privilegiadas em detrimento da organização que liga os conhecimentos. A integração de conhecimentos implementada pela metodologia de projetos (disciplinares e interdisciplinares) e as atividades propiciadas em núcleos de disciplinas afins são iniciativas que viabilizam uma relação análise / síntese no contexto explicitado por Morin. É a proposta do aprendizado em que o aluno atua de forma mais ativa. Hoje se tem uma conscientização de que o aprender não ocorre por transmissão do conhecimento e sim pela sua construção. É preciso aprender a fazer para entender como as coisas funcionam e não apenas ler como foi feito. Segundo Hansen (1990), o estudante aprende 25% do que ouve, 45% do que ouve e vê e 70% se ele usa a metodologia do aprender fazendo. A escola passiva, onde o aluno fica sentado escutando o professor falar, perdeu seu lugar de ocupação das mentes de nossos estudantes. Não convence mais ficar resolvendo longas listas de exercício para “treinar” a resolver equações que, na maioria dos casos, as máquinas podem resolver. Existem coisas mais atraentes, onde podemos entrar em ação, mesmo que no virtual. Devemos buscar uma nova escola que integre esses ingredientes interessantes à aprendizagem das engenharias. É melhor abandonar o “treino” e construir o novo. Neste contexto, projetos, interdisciplinaridade, o aprender fazendo e a utilização das novas tecnologias da comunicação e informação são elementos vitais para uma nova escola de engenharia. Prados (1999), afirma que os novos paradigmas na educação em engenharia levam em consideração características como: a aprendizagem baseada em projetos; integração vertical e horizontal de conteúdos disciplinares; conceitos matemáticos e científicos no contexto da aplicação e ampla utilização das TIC. As competências e habilidades tais como: identificar, conceber, projetar e avaliar sistemas, produtos e processos serão desenvolvidas pelos egressos de engenharia quando estes agirem com autonomia, com capacidade de trabalhar em grupo e com capacidade de auto-aprendizagem. São itens a serem considerados na construção de um novo projeto pedagógico de um curso de engenharia.

3. A pedagogia de projetos de aprendizagem

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia orienta-se, entre as habilidades e competências a serem desenvolvidas, “a capacidade de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso” e dentre os conteúdos básicos o tópico metodologia científica. Entendemos que a metodologia de projetos acrescenta ao processo educativo as orientações acima citadas. Alguns cursos de engenharia elétrica no Brasil já incorporaram esta metodologia em seus currículos. Dentre eles podemos



citar o curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina (2003). Na Europa a aprendizagem via projetos já está implantada em várias escolas que desenvolvem o ensino tecnológico. Dentre elas a University of Professional Education-Leeuwarden [Rey (2003)]. Nesta nova abordagem há o incentivo da utilização da metodologia de projetos nas disciplinas, nos projetos integradores multidisciplinares e nos projetos de fim de curso.

A aprendizagem por projeto é uma abordagem que visa incorporar à escola, o modo natural de aprendizagem do ser humano. Vivendo e aprendendo, é uma antiga máxima. É uma filosofia simples, pois enquanto vamos vivendo nos deparamos com situações concretas que precisam ser superadas e para isso buscamos informação que transformamos em conhecimento. A escola por muito tempo desconsiderou essa sabedoria em suas práticas pedagógicas. O que se busca resgatar com a pedagogia de projetos é que o estudante precisa estar interessado em resolver um problema real para que se engaje de corpo e alma na busca e processamento de informação. É a necessidade de resolver o problema que instigará a curiosidade. De quem são então as dúvidas que vão gerar um projeto? Quem está interessado em buscar as respostas? Deve ser o próprio estudante mediado pelo professor. A motivação e a curiosidade são intrínsecas aos indivíduos e, cabe ao aluno uma posição ativa no processo de investigação. Ao professor cabe orientar a escolha dos temas a serem investigados e estabelecer as relações destes temas com os conteúdos a serem desenvolvidos no currículo do curso. Um projeto envolvendo várias disciplinas pode ser uma boa estratégia para facilitar a introdução dessa metodologia.

4. As tecnologias da informação e comunicação no apoio ao ensino de engenharia

A inserção do computador nas práticas pedagógicas vem sendo apontada como um poderoso instrumento capaz de reduzir as dificuldades encontradas na educação em geral e, em particular, no ensino superior. As universidades buscam a introdução das tecnologias da informação e da comunicação para dinamizar seus cursos. As formas de uso, apesar de diversificadas, se concentram em dois grandes grupos: ferramentas de apoio à interação com objetos do conhecimento (simulação, mapas conceituais etc.) e ferramentas de apoio à interação social, imprescindível para a construção do conhecimento individual e coletivo. Entende-se por interação social do ponto de vista educacional, as interações que um indivíduo realiza com os vários parceiros de uma comunidade de aprendizagem (professores, colegas de classes, colegas mais adiantados, monitores, colegas de projetos, pessoas da comunidade), que tenham por objetivo o esclarecimento e o exercício da crítica, atividades fundamentais para que o estudante desenvolva as suas habilidades intelectuais. Nessa direção a rede mundial de computadores (Internet), apresenta-se como uma ferramenta imprescindível. Com ela podemos construir suportes telemáticos que agilizem nossos cursos presenciais e que ao mesmo tempo nos prepare, professores e alunos, para o uso da tecnologia da informação. Consideramos fundamental a inserção das TIC nas interações entre alunos e professores, nas relações interdisciplinares e na metodologia de projetos. No caso de projetos essas ferramentas permitem um melhor acompanhamento dos trabalhos e uma melhor interação aluno/professor e aluno/aluno.



5. Estudos de caso

A seguir apresenta-se três experimentos que estão sendo realizados no Centro Tecnológico da UFES. O primeiro deles discute a pedagogia de projetos em uma disciplina isolada. O segundo fala de uma experiência com a integração de disciplinas e o terceiro se refere à introdução da telemática.

5.1 Uma experiência com a metodologia de projetos

Uma experiência com a metodologia de projetos foi iniciada, em 2001, na disciplina Introdução à Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (<http://www.ele.ufes.br/colegiado/ementa.html>). Na ementa desta disciplina consta, dentre outros tópicos, conceitos fundamentais em eletricidade, metodologia, criatividade, procedimentos básicos em oficinas e laboratórios, ferramentas e sua utilização, tecnologias de montagem, introdução a componentes eletrônicos simples e estudo / manuseio de equipamentos básicos de medidas utilizados em laboratórios. Na abordagem do aprender fazendo inserimos a atividade de projetos onde, inicialmente, há a escolha dos temas a serem desenvolvidos em grupo. A seguir o grupo faz um plano de trabalho com os eixos: o que fazer (objetivos), como fazer (metodologia e busca das fontes sobre o tema) e quando fazer (cronograma). No final do semestre o grupo deve redigir um relatório e apresentar seu trabalho. A escolha orientada dos temas dos projetos permite uma participação ativa do aluno e ao professor cabe a orientação sobre os conteúdos, além de ajudar no desenvolvimento de habilidades como: trabalho em grupo, comunicação oral e escrita, procedimentos práticos em laboratório, criatividade e iniciativa diante de um problema. Temos observado uma boa motivação dos alunos quando percebem a integração das disciplinas que estão cursando. Vêm significados nos conceitos de cálculo, por exemplo, quando resolvem um problema de Circuitos Elétricos ou Eletromagnetismo. É a visão do todo e não a visão segmentada do conhecimento a ser construído.

5.2 Uma experiência com a interdisciplinaridade e projetos integradores

No terceiro período do curso de Engenharia Elétrica da UFES estão alocadas as disciplinas: Circuitos Elétricos I, Eletromagnetismo I e Cálculo Numérico. Durante o primeiro semestre de 2003, os professores destas três disciplinas resolveram desenvolver projetos que integrassem os conteúdos das três disciplinas. Com os mesmos procedimentos descritos no item 4.1, os grupos fizeram os planos de trabalho, sob a orientação dos professores. Procura-se desenvolver temas integradores. Por exemplo, um projeto de circuitos diferenciadores e integradores pode envolver análise de circuitos (Circuitos Elétricos I), análise numérica de equações diferenciais (Métodos Numéricos) e projeto / construção de indutores (Eletromagnetismo I). Esta experiência com os projetos integradores está em andamento, mas já observamos a percepção dos alunos quanto à visão não segmentada (disciplinas) do conhecimento em construção. São os projetos a serviço da interdisciplinaridade e da motivação dos alunos.



5.3 CTOnline: uma experiência de com ambientes virtuais no ensino de engenharia

Uma experiência sobre a inserção de novas tecnologias da informação e comunicação na modernização dos cursos de engenharia ocorre, atualmente, no Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito (UFES) [Cardoso e Menezes (2003)]. A proposta contempla todos os cursos e tem uma vocação híbrida capaz de atender não somente aos alunos e disciplinas dos cursos, como também deverá: facilitar a integração dos alunos na comunidade, criar as condições para a prática da aprendizagem e do trabalho cooperativos e apoiar o ensino presencial pelo uso de ambientes virtuais de aprendizagem. O ambiente virtual de apoio às atividades didáticas utilizado é o CT-Online, configurado a partir do ambiente eproinfo (eproinfo.proinfo.mec.gov.br) que permite: a comunicação pública, do professor para os alunos, através de um quadro de aviso; comunicação pública, entre todos os participantes, através de fóruns virtuais; a comunicação privada, através de e-mail; a biblioteca digital, que permite a disponibilização de materiais didáticos (textos, programas de computador, orientações, etc); a weblioteca, onde pode ser registrada a catalogação de referências de interesse para cada disciplina e a publicação da produção dos alunos. As experiências atuais estão em nível da aplicação de ambientes virtuais em disciplinas. As ferramentas computacionais mais utilizadas são as bibliotecas que funcionam como espaço de publicação, tanto do professor quanto do aluno, o fórum e email. A destacar, o grande apoio que estas ferramentas oferecem no desenvolvimento coletivo (entre alunos) e o acompanhamento (professores) dos projetos.

5.4 Uma avaliação preliminar sobre a experiência com as TIC

As experiências com aprendizagem apoiada pela telemática têm mostrado alguns avanços na utilização da tecnologia, mas é importante relatar alguns problemas. Dentre os avanços destacamos a utilização de ambientes virtuais para além dos e-mails e páginas pessoais de professores. A experiência na UFES, aqui relatada, mostra alguns avanços quanto à aplicação das TIC no ensino de engenharia elétrica. Quanto aos problemas, destacamos a incompatibilidade nas interfaces browser/software e a pouca motivação dos professores em incorporar as ferramentas computacionais de comunicação e informação. Para tanto se entende que é necessário à conscientização e preparação dos alunos e professores no uso integral e consciente das TIC na sua vida profissional e nas suas práticas de aprendizagem.

6. Esboço de uma proposta para inserção das TIC no ensino de engenharia

A concepção de um ambiente telemático para a educação em geral e para o ensino de engenharia, em particular, deve considerar, além do exercício da aprendizagem cooperativa, a dinamização do atendimento extraclasse, a integração entre áreas de conhecimento e entre professores de um mesmo curso (ou da mesma área e de um mesmo período curricular etc) e a utilização de recursos que apóiem o aprendizado formal, tais como oficinas tecnológicas virtuais. É neste contexto que entendemos a utilização das TIC nas práticas pedagógicas.



6.1 Quanto ao apoio extraclasse

Quanto ao apoio ao atendimento extraclasse devemos realçar os seguintes aspectos:

- A socialização das dúvidas;
- A socialização dos esclarecimentos (com a redução do esforço do professor);
- A inserção de muitos alunos no processo de esclarecimento;
- A construção de um acervo de esclarecimentos, de ano a ano, podendo ser usado na preparação de melhores textos de apoio e para conhecer melhor o perfil dos alunos;
- O desenvolvimento de trabalho em grupo;
- A criação de uma biblioteca digital (notas de aula);
- A disponibilização de artigos;
- As sugestões dos alunos e sua inclusão nos textos do curso e
- O recebimento e publicação de trabalhos e projetos

Quanto ao desenvolvimento e acompanhamento de projetos podemos citar algumas facilidades permitidas pelos ambientes virtuais: o não manuseio de papel, a flexibilização dos horários para conversas, facilidades nas trocas entre projetos e a possibilidade de se realizar workshops com as comunidades interna e externa. É sabido o papel que um workshop (espécie de feira de ciências) pode desempenhar na aprendizagem, entretanto este recurso é usado de forma bastante tímida, em função das limitações de tempo e espaço.

Outro recurso permitido em ambientes telemáticos é o das oficinas tecnológicas virtuais. O apoio ao aprendizado de tecnologias diversas, entre as quais podemos citar softwares como matlab, spice, eagle, cmaps (mapas conceituais) pode se realizar via oficinas. Estas oficinas, utilizando a aprendizagem cooperativa, desobriga o professor das atividades de ensino destas ferramentas específicas de simulação, análise, modelagem, projeto e cálculos. Podem ser implantadas através dos próprios estudantes, que em assim procedendo, estarão se aperfeiçoando no uso das tecnologias ao mesmo tempo em que ajudam os novatos a darem seus primeiros passos.

6.2 Quanto à integração curricular e a integração com a comunidade

Entendemos que uma boa concepção de um ambiente telemático de aprendizagem deve permitir a integração entre professores de uma mesma área e/ou departamento. Possibilitar as facilidades de diálogo evitando, assim, as limitações de espaço e tempo inerentes às atividades presenciais. Na modalidade presencial, é sempre difícil realizar reuniões entre os professores de disciplinas que atendam os mesmos alunos (periodização), por diversos fatores. Isso com certeza traz dificuldades tanto para alunos quanto para professores. De forma análoga, há uma dificuldade de interação dos professores de uma mesma disciplina, trabalhando em diferentes turmas. Ainda podemos acrescentar as dificuldades de comunicação entre os professores que já ministraram a disciplina e os atuais. Várias ferramentas, como por exemplo, fórum e chat são adequados a estes encontros de trabalho. Além disso, os professores podem compartilhar espaços virtuais onde estejam disponíveis documentos de interesse coletivo.

Outro aspecto importante na concepção de um ambiente virtual para o ensino em engenharia é o envolvimento da comunidade externa à escola. Além da comunidade clássica de uma disciplina (ou curso) formada por professores e alunos matriculados, é relevante a



integração dos ex-alunos da disciplina (inclusive os alunos de pós-graduação) e os profissionais que, nas mais diversas empresas, praticam o conhecimento a ela subjacente. Assim se constituirá uma nova prática de aprendizagem onde aprendizes dos mais variados níveis e estilos cooperem para aprimorar o seu conhecimento. Na abordagem da pedagogia de projetos estas comunidades permitiriam a construção de bancos de projetos sintonizados com as necessidades da prática do mundo real. Isto, por certo, lançará as bases de uma cultura de educação continuada integrada à escola, através de comunidades virtuais de aprendizagem.

Os aspectos levantados para uma concepção de ambiente virtual para o ensino de engenharia nos remetem às linhas mestras de uma abordagem para a discussão de um novo projeto pedagógico para o curso de engenharia elétrica. As inserções das TIC e a pedagogia de projetos permitem mudanças importantes no reestudo dos currículos, não apenas nos aspectos de conteúdos, mas também nos aspectos metodológicos. Este é o desafio educacional que está posto. A qualidade e a atualidade do nosso trabalho como educadores está em jogo.

6. Considerações finais

Apesar de ser possível a obtenção de resultados significativos com essas iniciativas isoladas e sem um estudo e reestruturação dos currículos, temos certeza que não faremos o suficiente para renovar a escola tradicional que temos hoje. Na verdade nada, ou quase nada será conseguido sem esse estudo. Essa tarefa, entretanto tem que ser feita a partir de um desejo dos professores para que não se constitua em mais um projeto dissociado da prática docente. Isso ainda não basta. Nossos alunos também estão viciados e mesmo que muitos não consigam aprender dentro do tradicional, uma outra quantidade reage de forma negativa quando métodos centrados no estudante são introduzidos. A cultura do “estudar para fazer prova” ainda é a mais natural e um caminho seguro para a aprovação.

Sugere-se então que as instituições de ensino comecem a promover estudos e debates para que professores e a alunos reflitam sobre as necessidades de modificar a forma como os cursos estão se desenvolvendo. Entende-se que é necessária a construção de um movimento onde todos possam trazer suas preocupações, suas experiências (inclusive as inovações), para que se possa avançar para uma nova concepção pedagógica. Dentro dessa ótica, é importante ainda que a inserção profissional seja discutida, para que a nova escola surja mais comprometida com os problemas que a comunidade precisa resolver.

7. Referências

Cardoso, E.P.; Menezes C.S. *et al.* NaTIEng: new technologies of information and communication in the teaching of engineering. In: International Conference on Engineering and Computer Education, 3, 2003, São Paulo, Brazil.

Departamento de Engenharia Elétrica da UFSC: <http://www.eel.ufsc.br/> em 10/06/2003

Hansen, E. "The role of interactive video technology in higher education: Case study and proposed framework, In: Education Technology, (9), 1990, pp 13-21.



Moraes, M.C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: Linsingen, I.; Pereira, L.T.V. *et al* (org), Formação do Engenheiro, p.58, Florianópolis: Editora DAUFSC, 1999.

Morin, E. A cabeça bem-feita. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 7ª edição, p.24, 2002.

Prados, J. W., Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future, In: International Conference on Engineering Education, 8, 1998, Rio de Janeiro, Brazil.

Rey, J.P. "Problem solving-oriented Teaching by Projects in the University of Professional Education-Leeuwarden, The Netherlands", Palestra proferida no Centro Tecnológico da UFES, Vitória, Brasil, em 26/03/2003.