

OS ASPECTOS PEDAGÓGICOS E A DICOTOMIA TEORIA E PRÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL

Vanderlí Fava de Oliveira - vanderli@artnet.com.br

Universidade Federal de Juiz de Fora - Departamento de Fundamentos de Projeto

Rua Halfeld, 1097/301B – CEP 36.016-000 – Juiz de Fora – MG

***Resumo.** Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo sobre a dicotomia entre teoria e prática nos cursos de Engenharia Civil à luz dos aspectos didático/pedagógicos e das necessidades atuais de formação em engenharia. A partir deste estudo são propostas alternativas de superação dessa dicotomia (teoria x prática), aqui consideradas como duas dimensões da Educação em Engenharia, introduzindo-se do contexto de aplicação como a terceira dimensão, com vistas a contribuir para a busca de modelos mais adequados à realidade atual desses cursos.*

***Palavras-Chave.** Educação em engenharia, Teoria e prática, Ensino/aprendizagem*

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho é decorrente da continuidade das pesquisas realizadas com vistas à tese de doutoramento do autor no campo da Educação em Engenharia (Oliveira, 2000), que teve como objetivo principal apresentar propostas de melhoria do processo de ensino/aprendizagem e de formação profissional nos cursos de Engenharia Civil. Tal pesquisa foi desenvolvida na área de Inovação Tecnológica e Organização Industrial do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ no período de março/1996 a mar/2000 sob orientação do professor Ricardo Manfredi Naveiro daquela instituição.

2. PEDAGOGIA E DIDÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA

As mudanças que vêm ocorrendo nos últimos anos no sistema produtivo de uma maneira geral, têm apresentado repercussões em todos os setores, especialmente na formação e qualificação profissional em engenharia. Na busca de melhorias nos cursos de engenharia e visando atender a estas novas demandas, pode-se observar que os aspectos didáticos e pedagógicos vêm se tornando cada mais importantes. Atualmente, percebe-se que o docente do curso de engenharia vem, aos poucos, entendendo a questão pedagógica como algo intrínseco à sua atuação profissional docente, como se pode observar no aumento significativo (quantitativo e qualitativo) da participação de docentes de engenharia em eventos que tratam do “Ensino de Engenharia” ou da “Educação em Engenharia”.

Há sinais de que está se processando uma mudança, no sentido de que a didática e a pedagogia, com pertinentes adequações ao universo da engenharia, vêm ocupando o seu devido espaço na bagagem de conhecimento e de formação do professor de engenharia. Ao professor de engenharia não basta mais dominar o conhecimento científico e técnico dos conteúdos, ou o funcionamento dos meios disponíveis para “ministrar” esse conteúdos. Faz-se necessário que o docente conheça e aplique métodos e técnicas de ensino/aprendizagem estruturados e consistentes, sem o que não conseguirá contribuir para a formação de profissionais em condições de atualizar-se continuamente e de atender às demandas da sociedade.

Ao par disso, conforme objetivos do **Programa Cooperativo UFRJ/UFJF de Pós-Graduação em Engenharia**, Área de Concentração em Educação em Engenharia, faz-se necessário (Amorim, Oliveira & outros, 1999):

- “tornar a atividade docente um processo efetivo de ensino/aprendizagem e de pesquisa dotado de fundamentos, métodos, técnicas e meios científicos;
- formar e qualificar permanentemente docentes e pesquisadores capazes de formularem propostas e modelos de organização de cursos e de educação continuada em engenharia;
- desenvolver pesquisas e experiências para a construção coletiva de novos modelos institucionais de ensino/aprendizagem para os cursos de Engenharia.”

Podem ser elencadas como justificativas para o desenvolvimento de estudos e pesquisas no campo da **Educação em Engenharia**:

- as mudanças que vêm ocorrendo no **sistema produtivo** e no **mundo do trabalho**, não estão sendo consideradas plenamente nas alterações e adequações que vêm sendo realizadas nos cursos de engenharia;
- as mudanças que vêm ocorrendo tem conservado o mesmo modelo básico, pois geralmente são caracterizadas pela **adição/supressão de conteúdos** ou pelo **desdobramento de habilitações** que não conseguem atender satisfatoriamente às necessidades da sociedade na atualidade;
- os sinais de **esgotamento do modelo atual de educação em engenharia**, conforme se pode verificar nas publicações especializadas que tratam da questão, principalmente no que se refere à organização dos cursos, estruturação dos currículos e concepções pedagógicas praticadas;
- a ausência de consideração ou o tratamento inadequado dos **aspectos didáticos e pedagógicos** nos cursos de engenharia;
- as altas taxas de retenção e evasão nos cursos (média superior a 50%), reforçando a indicação de que podem haver problemas relacionados à **organização dos cursos** e aos **aspectos didáticos e pedagógicos** contribuindo para que isto ocorra;

Não bastassem essas justificativas, ainda há aquelas relativas ao **encaminhamento das novas diretrizes curriculares para os cursos de Engenharia** pelo Ministério da Educação que, certamente, irão desencadear mudanças nos cursos. Se não houver estudos mais sistematizados sobre este tema, quando forem baixadas as diretrizes governamentais, corre-se o risco de serem implementadas alterações desprovidas de bases acadêmicas, o que fará prevalecer o viés de adaptações e simples enquadramentos legais e burocráticos.

Dentre estes aspectos, o presente trabalho destaca os aspectos relacionados à **bidimensionalidade nos cursos de engenharia** (especialmente nos cursos de Engenharia Civil), ainda hoje baseados na teoria e na prática, sem considerar devidamente o contexto de aplicação e de atuação profissional. Os estudos para a tese de doutoramento do autor, mostraram que as Escolas de Engenharia organizam e alicerçam os conteúdos das disciplinas nas atividades “teóricas” e “práticas”, em função disto tem-se buscado secularmente a formação em engenharia com base num suposto equilíbrio entre estas duas dimensões e esta

meta não tem sido atingida satisfatoriamente, o que tem gerado frustrações em termos de expectativas profissionais.

3. TEORIA, PRÁTICA E CONTEXTO DE APLICAÇÃO

“Teoria: quando se sabe como funciona, mas nada funciona ...

Prática: é quando tudo funciona, mas não se sabe por quê ...

Unindo Teoria e Prática: nada funcionará, e não se saberá por quê ...”

(Anotação anônima encontrada na COPPE/UFRJ)

3.1. Teoria e Prática

Teoria e **prática** são dois termos correntes nos cursos de engenharia e vêm sendo utilizados para distinguir: “aula em sala de aula”, de “aula em laboratório”; “fundamentos”, de “exercícios”; “conteúdos básicos” de “conteúdos profissionalizantes”; “fundamentos que são utilizados para a solução de problemas”, das “atividades de resolução dos mesmos”; e ainda são usados para distinguir “atividade acadêmica”, de “atividade profissional” e “formação na escola”, de “experiência na empresa”, entre outros.

Ao que tudo indica, a utilização desses termos *teoria* e *prática*, ou pelo menos a consideração do significado atual dos mesmos, remonta às origens dos cursos de engenharia. Bringhenti (1993) afirma que “as primeiras Escolas de Engenharia surgiram no mundo com a finalidade de unir a teoria à prática”, e complementa; “mas é curioso notar que na organização dos cursos esses aspectos mantiveram-se (e em geral até hoje se mantêm) nitidamente separados”. De todo modo, teoria e prática têm permeado as preocupações com a organização dos cursos de engenharia, principalmente no que se refere às atividades a serem desenvolvidas com vistas à formação do engenheiro. Andrade (1997), por exemplo, considera que “teoria e prática são ambas componentes essenciais da moderna educação em engenharia”.

Ainda Bringhenti (1993) dedica um capítulo inteiro de seu livro, cujo título é “Teoria e Prática”, a esta questão no “ensino de engenharia”. Na pesquisa que o mesmo autor realizou na Politécnica da USP, foi constatado que, “seguido ao ensino no período básico, o maior problema do Curso, no entender dos alunos, diz respeito à relação entre teoria e prática. De um modo geral, reclamam que ele é muito teórico e pouco prático”. E ressaltam, “que é da essência e da função da escola ensinar mais a teoria do que a prática”. Observa-se, também, pelos estudos do mesmo autor, que estas preocupações em relação ao **teórico** e o **prático** ocorrem mais como um viés de comparação de quantidades (mesmo que intangíveis) de teoria e de prática nos cursos do que propriamente sobre uma vinculação entre estas.

A organização dos cursos reforça essa dissociação entre teoria e prática, ao separar, na maioria das vezes, as aulas teóricas das aulas práticas, inclusive as de exercícios, e não é incomum encontrar estas aulas cada uma com um professor diferente. Verifica-se ainda que estas são ministradas geralmente em uma seqüência, tida como lógica e inquestionável: primeiro a parte teórica e depois a parte prática. Também outras atividades, como estágios, trabalhos de final de curso, escritórios-escola e empresas juniores são separadas organizacional e academicamente das atividades intrínsecas às disciplinas do curso. Ou seja, além de se registrar uma falta de integração entre as disciplinas do curso na estrutura curricular, verifica-se, também, uma desintegração dentro das próprias disciplinas com separações entre as chamadas partes teóricas e as partes práticas. Isto, especialmente em disciplinas básicas relacionadas com fenômenos e conceitos importantes para a formação profissional, acaba por produzir “uma alienação entre teoria e prática, entre conceito e fenômeno e entre ciência e realidade” (Amorim, 1996).

Pode-se encontrar artigos em anais de evento, como o COBENGE, que versam sobre a dicotomia teoria versus prática ou “ensino verbalizado” versus “atividades práticas” (Morales, 1998) e, via de regra, nestes há queixas sobre a pouca prática existente nos cursos de engenharia. Estes artigos¹ tratam, entre outros, de metodologias para aulas práticas de determinadas disciplinas, externam preocupações em se relacionar a teoria com a prática, clamam pelo entrosamento entre os professores das aulas teóricas e práticas, vislumbram soluções através do equilíbrio das atividades teóricas e práticas, detectam a necessidade de os alunos desenvolverem habilidades para associação dos conhecimentos teóricos com as aplicações práticas, buscam formas de vinculação da teoria com a prática profissional, propõem romper a tensão entre teoria e prática, além de detectarem os que levantam dúvidas sobre essa dissociação, havendo, ainda, os que não admitem a separação entre teoria e prática.

No que tange à “pouca prática” encontrada nos cursos, há que se atentar para o que tem sido considerado como prática nos cursos. Normalmente se diz que “a prática é a aplicação da teoria” ou que “a prática é para a fixação da teoria”. Bringuenti (1993) separa dois tipos de prática: a **prática de aprendizagem**, realizada através de exercícios e atividades de laboratório, e a **prática profissional**, viabilizada através de estágios, empresas juniores e visitas técnicas. Pode-se supor que os que postulam o aumento da prática nos cursos o fazem a partir da constatação de insuficiência na formação que tem levado os recém-formados a não satisfazerem às expectativas do mercado. Ou seja, estes engenheiros não estariam com a teoria bem fixada, não conseguindo aplicar como esperado na atividade profissional os conhecimentos adquiridos no curso.

Certamente que aqueles que vêem o aumento da prática nos cursos como solução para a problemática da formação devem supor que os que executam as atividades práticas estejam automaticamente habilitados a repetirem-nas na atividade profissional. Neste caso, há que se considerar alguns aspectos:

- nas chamadas **aulas teóricas**, de uma maneira geral, cada conteúdo é exposto com atenção apenas aos conceitos, princípios, abordagens, regras, etc. que envolvem aquele assunto, não tendo como central a preocupação com o mundo onde se insere este conteúdo;
- como a teoria é ministrada de forma descontextualizada, as **atividades práticas** de aprendizagem padecem, também, da ausência do contexto de aplicação, ou seja, podem ser consideradas como atividades ascéticas, geralmente não contando com as interfaces, com as restrições, nem com os limitantes que cercam uma atividade profissional real;
- para tentar dar conta do que ocorreria em uma situação de aplicação real, estas atividades simuladas geralmente contam com os “considerandos” que resultam em uma série de “coeficientes”, supostamente capazes de eliminarem as restrições impostas por uma atividade real;
- para o caso das atividades práticas profissionais, como a realização de estágios, é sabido, por exemplo, que poucos são os alunos que conseguem tais estágios onde as atividades desenvolvidas são realmente atividades contextualizadas no universo da engenharia. Bringuenti (1993) registra que, nestes estágios, “muitas empresas não têm uma noção correta do que seja estágio”, “muitas vezes o estagiário é usado como mão-de-obra barata”, “realiza tarefas de nível médio” ou “que pouco lhe acrescentam”.

Ainda deve-se registrar que mesmo **a atividade prática tradicional nos cursos de engenharia depende de uma infra-estrutura**, de laboratórios e de instalações nem sempre

¹ O conteúdo deste parágrafo foi elaborado a partir de busca através de palavra chave nos anais em CD-ROM dos XXVI e XXVII COBENGE

disponíveis ou funcionando adequadamente. Ou seja, mesmo que a atividade prática conseguisse resolver os problemas que muitos pensam que a mesma resolve, ainda haveria o enfrentamento às carências de recursos verificadas nos cursos. Como se pode observar, reivindicar aumento de prática, tendo-se estas condições, não resolveria a problemática. Também a realização destas atividades práticas, principalmente com todas estas limitações, não habilita automaticamente o profissional a realizá-la em uma situação real.

3.2. Teoria e Prática como Dimensões da Educação em Engenharia

Visto que a **teoria** e a **prática** permeiam desde os tópicos das disciplinas, passam pelos ciclos tradicionais (básico e profissionalizante), distinguem diversas outras atividades acadêmicas e ainda separam as atividades acadêmicas das profissionais, marcando sobremaneira as ligadas à formação em engenharia, considera-se, neste trabalho, a **teoria** e a **prática** como **dimensões** inseridas na educação em engenharia. Ao considerá-las como dimensões, não se quer centrar na quantificação ou na mensuração das mesmas; o que se pretende é ter um tratamento em que prevaleça o viés qualitativo destas. Vale-se, então, mais da extensão do conceito de dimensão quando vai além do estritamente matemático, como quando se refere à “dimensão da tecnologia”, “dimensão dos acontecimentos”, entre outros, o que está relacionado à importância e valor desse conceito.

Estas duas dimensões têm se constituído, também, em divisor do conhecimento em engenharia, o **conhecimento teórico** e o **conhecimento prático**. Até mesmo quando se fala em conhecimento científico e conhecimento tecnológico, pode-se detectar uma associação respectivamente com o teórico e o prático.

Esclarece-se que, ao se referir às duas dimensões, não se está assumindo-as como definitivamente dissociadas e que assim devam ser tratadas na educação em engenharia. Proceder assim não é benéfico, mesmo porque isto leva ao falso entendimento de que existam nuances ou conhecimentos que possam ser dispensados quando se realizam uma ou outra atividade em separado. Isto gera também “lugares comuns” falseados, como a separação entre os **“teóricos”** e os **“práticos”** que, na verdade, não passam de detentores de apenas parte de um determinado conhecimento, sendo capazes apenas de reproduzi-lo e, assim mesmo, em determinadas circunstâncias, e não detentores da “parte teórica” ou da “parte prática” do referido conteúdo em separado.

Também a **indissociabilidade radical entre teoria e prática**, dada a cultura dominante nos cursos de engenharia, não é trivial, o que faz supor que a solução para esta dicotomia também não seja trivial. Se houver concordância com Bringuenti (1993), quando este afirma que “as primeiras Escolas de Engenharia surgiram no mundo com a finalidade de unir a teoria à prática” e que continuam tentando esta conciliação sem sucesso até hoje, há que se desconfiar que, talvez, ainda não foram realizados estudos suficientes sobre a questão que permitissem implementar reformulações nos cursos que de fato possibilitassem superá-la.

3.3. A Terceira Dimensão na Educação em Engenharia

As reformulações que têm ocorrido historicamente nos cursos e que vêm se mostrando insuficientes para superar a dicotomia teoria versus prática, ocorrem geralmente na estrutura organizacional e nos formatos curriculares e, normalmente, têm relegado os aspectos pedagógicos. Em vista disso, talvez **uma alternativa de solução possa ser pela via pedagógica**, ou seja, a busca de metodologias de ensino/aprendizagem que procurem conciliar e articular o que seria teórico ou prático em um determinado conteúdo, principalmente a partir da contextualização do conhecimento. Para isto devem-se levar em

conta esses aspectos didáticos e pedagógicos, no mínimo em igualdade de consideração com os demais aspectos que permeiam a organização e a formatação dos cursos de engenharia.

Ao se buscar a **contextualização do conhecimento**, o objetivo é que, além do que se relaciona ao que se entende como científico e como tecnológico e que está contido nos diversos conteúdos das disciplinas, o aluno tenha a oportunidade de verificar os aspectos sociais e sistêmicos que permeiam a aplicação deste conteúdo e que as chamadas atividades teóricas e práticas não têm como, por si só, alcançar. Também os trabalhos de final de curso e os estágios supervisionados não têm conseguido cumprir os seus objetivos e, mesmo que estas atividades complementares conseguissem atingir os seus objetivos precípuos, o conhecimento que poderia ser contextualizado nos mesmos ficaria restrito aos objetos destes trabalhos e destes estágios e ainda com o agravante de serem atividades posteriores às de cada disciplina, e não simultâneas.

Andrade (1997), em sua tese de doutorado, constata que “o ensino de engenharia envolve outros sujeitos coletivos além da academia. Não se trata de meramente ensinar “práticas”, mas sim ensinar uma forma de conhecimento, com seu método, seus mecanismos de geração, utilização, adaptação e regulação”. O mesmo autor ainda afirma que “não sendo, enfim, a tecnologia (engenharia) uma mera aplicação da ciência, não basta ficar nas abstrações, é preciso saber utilizá-las em problemas reais”. O formato atual dos cursos que implementa atividades teóricas e práticas intra-muros, sustentadas apenas na relação professor (como centro) e alunos (quase sempre passivos), não possibilita aprender a utilizar estas tecnologias em situações reais e muito menos a ter uma visão do todo que comporia o chamado “conhecimento engenheiral”.

Posto isso, é possível elencar algumas vantagens da contextualização do conhecimento em relação ao que se pode conseguir com as atividades teóricas e práticas apenas:

- a possibilidade de o aluno, ao cursar uma disciplina, ter a oportunidade de, simultaneamente, identificar o conteúdo da mesma em uma organização de engenharia e a sua aplicação em um projeto em termos reais;
- ao identificar o conteúdo e a aplicação de uma disciplina em um projeto em desenvolvimento numa organização de engenharia, o aluno terá a oportunidade de verificar as relações e interfaces que este conteúdo tem com os demais conteúdos inerentes à engenharia, assim como as relações sociais e organizacionais que ocorrem em torno do mesmo;
- a criação de um referencial concreto para o entendimento das possibilidades e das restrições que estão contidas nos diversos conteúdos de engenharia, inclusive aquelas referentes ao contexto organizacional e social que permeiam uma atividade de engenharia.

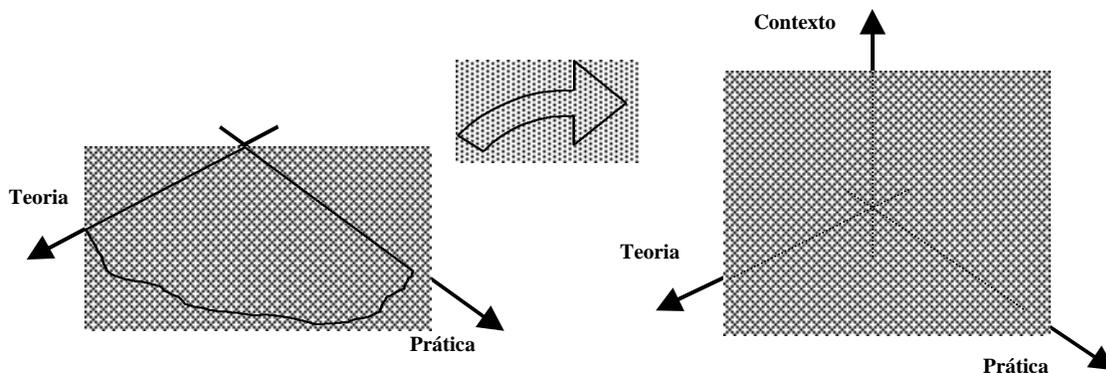
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pretendido pela conjugação das chamadas atividades teóricas e práticas é habilitar o futuro profissional a intervir na realidade, dominando todas as suas nuances, a partir de atividades simuladas, como exercícios, trabalhos, estudos de caso, etc. Isso não tem sido alcançado dentro do modelo de “ensino de engenharia” atual, no qual o aluno dispõe apenas de uma representação “bidimensional” da realidade. A realidade é “tridimensional” e o aluno precisa ser introduzido nela de uma forma organizada e estruturada, de tal maneira que saiba identificar as suas partes dentro do todo, assim como entender a repercussão de cada parte nesse todo, pelo menos enquanto não for superado o modelo de partição do conhecimento, separado em várias ciências, e estas em matérias e disciplinas e que ainda descem às chamadas partes teóricas e práticas.

Tendo-se em vista a consideração da **teoria, prática e contexto**, como dimensões da educação em engenharia, pode-se construir, **como uma metáfora**, um sistema tridimensional para representar graficamente estas 3 dimensões (figura 01). Reitera-se que **não se tem por objetivo o viés quantitativo** (coordenadas, ortogonalidade, etc.) nesta representação. A representação visa apenas buscar mais um meio para expressão do **contexto**, além da **teoria** e da **prática**.

A figura 01 mostra graficamente, **como uma metáfora**, a diferenciação entre educação em engenharia baseada na bidimensionalidade (teoria X prática) e a proposta de tridimensionalidade deste trabalho (teoria, prática e contexto de aplicação). Analogamente ao projeto arquitetônico (“planta baixa”, “elevação”, “cortes”, etc.), que é a **representação** bidimensional de um artefato **real**, que é a edificação, a educação em engenharia, baseada apenas na teoria e na prática, se restringe a uma representação bidimensional do que Andrade (1997) considera como “conhecimento engenheiral”.

TERCEIRA DIMENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA



Para viabilizar esta proposta de terceira dimensão na Educação em Engenharia, o autor propôs uma metodologia de ensino/aprendizagem, que encontra-se detalhada na sua tese de doutoramento (Oliveira 2000).

- Figura 01 -

Para se introduzir o tridimensional na educação em engenharia, isto é, para que o aluno tenha uma noção do que é a aplicação em termos reais, faz-se necessário que o mesmo tenha a oportunidade de conhecer o contexto de aplicação. Só assim terá condições de contextualizar o conhecimento (teórico e prático) e de se apropriar do denominado conhecimento engenheiral.

Esclarece-se que este contexto de aplicação não é apropriado integralmente pelos alunos, pois isto exigiria um tempo de convivência muito maior e, num limite, o exercício profissional efetivo, para que houvesse a interação plena deste contexto. O que ocorre, em verdade, é a apropriação de um extrato deste contexto, mas com uma distinção fundamental do que se realiza em termos de “atividades práticas”. Nas atividades de campo, esse extrato é colhido diretamente no contexto temporal e espacial, ao invés da prática que se constitui em uma simulação do que aconteceu ou do que acontece na atividade real.

É importante estabelecer, também, a distinção entre a terceira dimensão, baseada no contexto de aplicação, do que hoje é conhecido como “estudo de caso”, disponibilizado na literatura. Os estudos de caso, geralmente são realizados sobre casos reais; no entanto, totalmente fora do contexto temporal e, muitas vezes, espacial, de onde o “caso” realmente ocorreu. Geralmente os personagens e locações são mudados, por motivo de sigilo das fontes ou por exigência da organização onde o caso se deu. A terceira dimensão prevê a interação

entre os alunos e contexto de aplicação do conteúdo que for objeto de estudos, com todos os personagens, locações e repercussões, tudo “ao vivo e em cores”.

5. REFERÊNCIAS

- AMORIM, F A S; OLIVEIRA, V F & OUTROS, 1999, “Educação em Engenharia: A necessidade de um programa de Mestrado e Doutorado”. In: *XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE 99*, pp 579-586 (CD-ROM), Natal/RN
- AMORIM, F S & NAEGELI, C H, 1996, “Integração Teoria e Prática no Ensino de Engenharia: a Construção de um novo Modelo Didático.” In: *II Encontro de Ensino de Engenharia - UFRJ*, pp 29-37, Rio de Janeiro
- ANDRADE, Emannel P, 1997, *O Ensino de Engenharia e a Tecnologia*. Tese de D Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro
- BRINGUENTI, Idone, 1993, *O Ensino de Engenharia na Escola Politécnica da USP: Fundamentos para o Ensino de Engenharia*. São Paulo EPUSP
- MORALES, Gilson, 1998, “Aspectos determinantes de Diretrizes Curriculares para o Curso de Graduação em Engenharia Civil”. In: *XXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 98* pp 59-73 (CD-ROM), São Paulo/SP
- OLIVEIRA, Vanderlí F, 2000, *Uma proposta para melhoria do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de Engenharia Civil*. Tese de D Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro
- OLIVEIRA, V F & NAVEIRO, R M, 1999, Ensino/Aprendizagem na Engenharia: Importância do Contexto de Aplicação. *Revista de Ensino de Engenharia - ABENGE*, v 18, n 1, Brasília/DF