

## INTEGRAÇÃO DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO NO ENSINO DE DESENHO PARA ENGENHARIA

**CHENG, Liang-Yee** – cheng@pcc.usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Depto. de Engenharia de Construção Civil  
Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, nº271 – Cidade Universitária, 05508-900 - São Paulo - SP

***Resumo.** As disciplinas de Desenho para Engenharia têm sido objeto de constante atualização na Escola Politécnica da USP. O impacto da presença do computador na sala de aula desencadeou mudanças significativas no conteúdo programático e nas metodologias do ensino. Dentro deste contexto, com a finalidade de aproveitar o potencial dos recursos da informática disponíveis para aumentar a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, a equipe dos professores de Desenho da EPUSP implantaram a linha de pesquisa 'Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia'. Com o ingresso dos jovens pesquisadores e colegas da mesma área de outras instituições de ensino na pós-graduação, formou-se, juntamente com os alunos monitores da graduação e bolsistas de iniciação científica, uma massa crítica imprescindível para o desenvolvimento das pesquisas. Contempladas pelo CAPES/PROIN-98, FINEP/REENGE-98 e INFRA4 da Fapesp as pesquisas voltadas para o ensino ganharam um grande impulso. Este trabalho apresenta o processo, as estratégias e a organização desta linha de pesquisa e mostra a importância da integração do ensino de graduação e as pesquisas de pós-graduação.*

***Palavras-chave:** Desenho técnico, Pesquisa e ensino, Integração, Graduação, Pós-graduação*

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as disciplinas de Comunicação Gráfica, representadas pelas disciplinas de Geometria Descritiva, Desenho Técnico e CAD, estão sofrendo alterações profundas em função do rápido desenvolvimento tecnológico principalmente nas áreas de computação gráfica e internet. Na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) este conjunto de disciplinas tem sido objeto de constante atualização, desde a introdução do computador no início da década de 90. O impacto da presença do computador na sala de aula desencadeou mudanças significativas, tanto no conteúdo programático como nas abordagens metodológicas para o ensino, de modo a aproveitar todo o potencial dos recursos de informática disponíveis para aumentar a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Dentro deste contexto, além das atividades de ensino de graduação e pós-graduação e num esforço em grupo, a equipe dos professores de Desenho para a Engenharia da EPUSP implantou a linha de pesquisa 'Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia', com o objetivo de fundamentar as novas abordagens pedagógicas adotadas e incorporar no ensino as inovações tecnológicas do setor, tais como Computação Gráfica, Internet, Prototipagem Rápida, etc. As pesquisas, que começaram com experiências didáticas coordenadas e propostas inovadoras, logo mostraram resultados positivos. Além disso, conseguiram atrair o interesse de jovens pesquisadores e colegas de ensino nesta área, em busca do aprimoramento profissional.

Muitos deles vieram ingressar nos cursos de pós-graduação dentro desta linha de pesquisa e, juntamente com os alunos monitores da graduação e bolsistas de iniciação científica, formaram a massa crítica imprescindível para a realização das pesquisas. Contemplados pelos projetos CAPES/PROIN-98, FINEP/REENGE-98 e INFRA4 da FAPESP para a reforma do laboratório de pesquisa, os trabalhos voltados ao ensino ganharam um grande impulso através da aquisição de equipamentos e melhoria de infra-estrutura, o que viabilizou projetos mais audaciosos tais como o emprego da Realidade Virtual. Este trabalho apresenta o processo, as estratégias e a organização desta linha de pesquisa e mostra a importância da integração dos trabalhos de ensino de graduação e as pesquisas de pós-graduação.

## 2. PROCESSO

De uma forma geral, os tópicos de Desenho na Engenharia podem ser divididos em Teoria da Representação Gráfica e Técnica da Representação Gráfica. Com o advento da tecnologia CAD e a substituição das pranchetas de desenho pelos sistemas computacionais, foi desencadeado um processo de introdução do computador nas salas de aula, acompanhado de uma extensa discussão sobre o ensino.

Hoje não se tem mais dúvidas sobre os objetivos das disciplinas e a importância da integração dos elementos teóricos, técnicos e a contextualização dos tópicos de Desenho. Ensinando o CAD sem os embasamentos teóricos e o desenvolvimento da capacidade de visualização espacial é o mesmo que passar os conhecimentos voláteis da informática – de ensinar a usar um editor de texto sem antes ensinar gramática que protocola a comunicação. Sem a devida contextualização no processo do projeto e fabricação, os tópicos se tornam um monte de procedimentos mecânicos e restrições monótonas, da mesma forma que aprender a gramática sem ter a idéia do que se comunicar.

Na EPUSP, desde a introdução do computador nas disciplinas de Desenho para Engenharia, no início da década de 90, tanto a tecnologia CAD como o impacto da presença do computador na sala de aula, têm sido objeto de reflexão e de estudo da equipe de professores responsáveis pelas disciplinas, com o objetivo de aproveitar melhor o potencial dos recursos de informática disponíveis, e assim aumentar a eficácia do processo de ensino-aprendizagem (Laterza, 1991; Medina, 1991; Kawano, 1997).

Ao mesmo tempo, motivado pelos cursos sobre ensino de engenharia oferecidos aos docentes da escola, iniciou-se um processo de aperfeiçoamento didático que começou com algumas experiências coordenadas, muitas vezes simples mudanças de abordagem e propostas inovadoras (Kawano *et al.*, 1996; Cheng *et al.*, 1998a; Cheng *et al.*, 1998b; Petreche *et al.*, 1988; Santos *et al.* 1999). Os trabalhos mostraram resultados positivos e aos poucos foi implantada a linha de pesquisa ‘Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia’, com o objetivo de fundamentar as novas abordagens pedagógicas adotadas e incorporar as inovações tecnológicas do setor.

A partir de 95, devido as novas tendências do grupo, desencadeadas pelas atuações dos novos professores assistentes doutores da equipe dos professores de Desenho, foi realizada uma reorganização interna com a redefinição e formalização de núcleos de ênfases nas pesquisas e no ensino de pós-graduação.

O núcleo da equipe é constituído pelo Grupo de Sistemas de Suporte ao Projeto (GEPE-SUP) do Departamento de Engenharia de Construção Civil (PCC) da EPUSP, que concentra

sua atuação no ensino de Desenho para Engenharia, na graduação, e nas atividades de pesquisas e extensão relacionadas ao estudo da aplicação de modelos matemáticos computacionais no projeto de sistemas de engenharia visando a otimização de recursos, bem como a aplicação do computador na atividade de projeto.

Atualmente o grupo é formado por 4 professores assistentes doutores em regime de dedicação integral à docência e pesquisa e um professor mestre em regime de turno completo. Cada docente possui projetos individuais de pesquisa relacionados a tópicos da pesquisa operacional, do projeto probabilístico, da Teoria dos Sistemas Nebulosos, da Simulação Numérica, da Computação Gráfica e da Tecnologia de Informação. Tendo em comum o desenvolvimento de sistemas e de metodologias relacionados ao projeto, estas pesquisas individuais formam a linha de pesquisa 'Aplicação de Modelos Matemáticos e Computacionais no Projeto de Engenharia'.

Em contrapartida, a linha de pesquisa 'Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia', alicerçada nas atividades de graduação do grupo e preocupações comuns do docentes sobre a melhoria do ensino, foi delineada como um campo de pesquisa praticamente impessoal onde se agrega os esforços de todos os integrantes do grupo. Quase todos os docentes participam de todos os projetos, cada um contribuindo com sua formação, experiência ou disponibilidade para o desenvolvimento dos projetos.

A reorganização do grupo em torno destas duas linhas de pesquisa fixou claramente os objetivos compatíveis com os talentos individuais e permitiu, ao mesmo tempo, a liberdade individual de investigação sobre tópicos relacionados ao projeto de engenharia e o estudo e a solução conjunta dos problemas do ensino de Desenho.

### **3. O ENSINO**

As disciplinas de Desenho para Engenharia I e II são duas disciplinas semestrais oferecidas aos 750 alunos de graduação ingressantes nas diversas áreas da Engenharia no primeiro e no segundo semestre, respectivamente.

As aulas são ministradas simultaneamente em dois laboratórios de ensino de CAD. Cada laboratório possui 31 microcomputadores com software editor gráfico (CAD). São 40 alunos por turma, conseguindo manter, portanto, uma média ideal de 2 alunos por computador. Recentemente, os laboratórios foram sonorizados e equipados com projetor LCD, plotters e máquinas de prototipagem rápida. A ociosidade destes laboratórios é muito baixa pois, além das aulas, das atividades programadas e dos plantões de dúvidas sobre CAD, os alunos realizam seus projetos semestrais nestes laboratórios. Com isso, procuramos preparar os alunos para a nova realidade do trabalho profissional do engenheiro onde, ao lado do emprego intensivo de sistemas CAD, ocorre a integração deste com as etapas posteriores de CAE e CAM.

Entre os esforços em aumentar a motivação dos alunos, consolidar o aprendizado dos conceitos e técnicas através de exercícios práticos, e incentivar as habilidades e as atitudes tais como criatividade, responsabilidade e trabalho em equipe, podemos destacar os seguintes trabalhos:

1. a introdução de projetos semestrais nas disciplinas, cujos resultados positivos levaram a sua implantação definitiva desde 1996;

2. elaboração de novos materiais didáticos, tais como apostilas de teoria e de exercícios e guias didáticos para auto-estudo, atualizados a cada semestre;
3. desenvolvimento de tutoriais interativos on-line na Internet para o ensino da geometria projetiva e para auxiliar a resolução de exercícios;
4. o estudo do impacto didático da introdução de máquinas de comando numérico (CAM) no ensino de Desenho;
5. Atualização do software CAD utilizado nas atividades de ensino, obtidos através da iniciativa dos docentes do grupo que buscaram a doação ou parceria com as empresas.

Face a reforma curricular da Escola Politécnica, outro esforço da modernização é a reformulação das disciplinas de Desenho para Engenharia, com o objetivo de organizar 2 novas disciplinas adequadas às exigências do novo currículo implantado desde 1999.



Figura 1. Os 3 elementos bases das disciplinas de Desenho para Engenharia da EPUSP

A Figura 1 mostra a estrutura atual das disciplinas. Os 3 elementos bases das disciplinas que cobrem os aspectos de conhecimentos, habilidades e atitudes são:

**Teoria:** aulas presenciais ministradas pelos professores, visa a fixação dos conceitos. Com carga horária reduzida a duas horas semanais, baseia-se numa metodologia dinâmica de aprendizagem que exige dos alunos estudos prévios com base nos guias didáticos elaborados para esta finalidade.

**Atividades programadas:** prática dos softwares de CAD, com uma carga de uma hora semanal, sem presença obrigatória, monitoradas pelos *teaching assistants* (alunos de pós-graduação) e alunos monitores (alunos de graduação). Ao lado dos plantões sobre CAD, visam o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao uso das ferramentas de comunicação gráfica técnica e conhecimentos necessários para o desenvolvimento dos projetos semestrais.

**Projetos semestrais:** realizados em grupo, além de motivar e contextualizar o aprendizado através da simulação das atividades de projeto de engenharia, têm a finalidade de desenvolver habilidades e atitudes condizentes com a prática profissional.

As atividades de ensino de pós-graduação dos docentes do grupo estão intimamente ligadas a suas linhas individuais de pesquisa e formam um conjunto de disciplinas consistentes e integradas para a formação de pesquisadores nas linhas de atuação do grupo.

#### 4. AS PESQUISAS

Motivados pelo rápido desenvolvimento tecnológico, principalmente nas áreas de computação gráfica e internet, e o desafio da redução de carga horária imposta pela reforma curricular, iniciamos pesquisas viabilizar as soluções tecnológicas disponíveis tanto nas salas de aula informatizadas como na casa dos alunos para a dinamização do processo de ensino-aprendizagem e alcançar os objetivos das disciplinas.

Como primeiro projeto financiado, a proposta do desenvolvimento de um tutorial interativo on-line na Internet para o ensino de geometria projetiva, um tópico teórico cuja solução dos problemas espaciais é considerado difícil pelos alunos, foi contemplada no programa do Sistema Integrado de Apoio ao Ensino, em 1997 (SIAE-97) das Pró-Reitorias de Graduação e Pós-Graduação da USP (Santos *et al.*, 1998). É um projeto pequeno tanto em recursos alocados como em tempo de execução. Entretanto, do ponto de vista estratégico, foi uma oportunidade importante para dar a guinada inicial nas pesquisas.

Os progressos obtidos atraíram interesse e adesão de pesquisadores jovens para o curso de mestrado. Ao mesmo tempo, contamos também com um número significativo de alunos de graduação ligados direta ou indiretamente às pesquisas tais como: alunos de iniciação científica (IC), estagiários, bolsistas-trabalho e monitores. Em função da expansão das atividades de pesquisa, cujo marco foi o ingresso dos alunos de doutoramento em 1998, reorganizamos as atividades de pós-graduação relacionadas ao ensino.

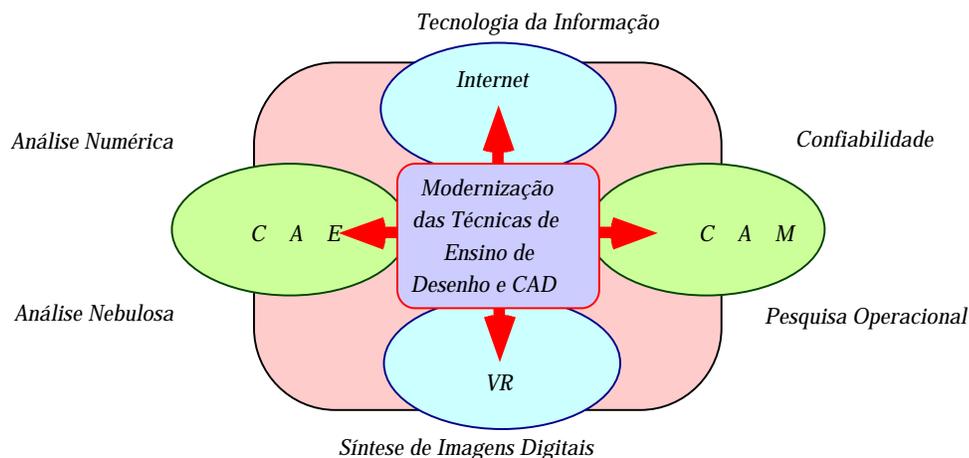


Figura 2. Relação entre as pesquisas individuais e a linha de pesquisa 'Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia'

Conforme mostra Figura 2 e mencionado na seção anterior, a linha de pesquisa 'Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia' caracteriza-se como linha de pesquisa 'do grupo', onde, além das discussões conceituais e pesquisas básicas sobre o ensino, de acordo com o perfil de atuação dos docentes, definimos, em linhas gerais, não rigorosas, nem estanques, 4 orientações básicas relacionadas às pesquisas individuais, que são aplicações de CAD, CAE, CAM e internet no ensino do Desenho.

Na divisão de atribuições entre os docentes, alunos de pós-graduação e de graduação, obviamente cabe aos docentes o papel de orientação de todos alunos e a captação de recursos. Porém, vale ressaltar que a maioria absoluta dos doutorandos nesta linha de pesquisa é profissional docente da área de ensino de Expressão Gráfica, com enorme experiência

acumulada ao longo dos anos e profundo conhecimento dos problemas do ensino. Por isso, de uma maneira geral, seus trabalhos situam-se no plano estratégico, de discussões conceituais e metodológicas. No nível imediatamente abaixo, estão os mestrados com ênfase no desenvolvimento e implementação das ferramentas com o suporte dos alunos de IC. Com isso, forma-se uma massa crítica coesa para realização das pesquisas.

A seguir, apresentamos resumidamente os projetos em andamento na linha de pesquisa 'Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia'. A Tabela 1 mostra alguns dos projetos dos alunos de pós-graduação ligados à linha de pesquisa.

#### **4.1 Modernização das Técnicas de Ensino de Desenho para Engenharia e Arquitetura**

Os recursos do projeto provêm da verba CAPES/PROIN/98 e objetiva reavaliar o conteúdo programático das disciplinas de Desenho, a luz das modernas práticas de projeto, e implementar novas metodologias de ensino a fim de elevar a eficiência das aulas. Isso porque, apesar dos avanços tecnológicos, de forma geral as programações atuais das disciplinas seguem o modelo tradicional que começa com o ensino dos fundamentos teóricos para o desenho bidimensional deixando o modelamento geométrico tridimensional para o final do curso de Desenho. Esta programação não difere muito daquela elaborada no tempo onde os recursos de auxílio à visualização eram escassos, e os tópicos do CAD eram incluídos apenas para fins ilustrativos.

Paralelamente, serão desenvolvidos os meios e os materiais que auxiliarão a melhora da capacidade de visualização espacial dos alunos, compreensão e solução dos problemas geométricos espaciais com a incorporação de novos recursos tecnológicos, tais como sistemas estereoscópicos (Santos, 2000), máquinas de prototipagem rápida (Mafalda e Kawano, 2000), etc. Integrados ao uso da Internet, abre-se novas perspectivas para a formulação de uma programação que parte do modelamento tridimensional de sólidos, seguindo o processo natural de um projeto.

#### **4.2 Modernização do Laboratório de CAD para o Projeto, Construção e Competição de Carrinhos e Modelos de Estruturas Civas**

Os recursos deste projeto '*Hands-on*', contemplado pela Escola Politécnica, provêm da verba FINEP/REENGE/98, onde o grupo participa com o subprojeto. Os objetivos deste projeto são: a formação dos alunos num sentido mais amplo, através do aperfeiçoamento da didática baseada nos projetos semestrais e construção dos protótipos; a modernização dos dois laboratórios de ensino de CAD, adequando-os para o desenvolvimento das atividades práticas.

Vale ressaltar que os projetos semestrais juntamente com a aula introdutória sobre a metodologia do projeto, foram incluídos nas disciplinas com a finalidade de abordar didaticamente o Desenho dentro do âmbito do projeto de engenharia. A importância de projeto, construção e competição de carrinhos e modelos de estruturas civis pode ser constatada através dos diversos conteúdos trabalhados, tais como: abordagem prática dos conceitos e técnicas vistos nas aulas; trabalho em equipe; precisão no uso da linguagem gráfica; resolução dos problemas complexos da geometria espacial; aplicação da metodologia do projeto; simulação da atividade profissional; garantia do desempenho do sistema projetado (Cheng et al., 1998a; Ferreira e Santos, 2000).

### 4.3 SIAE99

Continuação do projeto SIAE97, o objetivo do SIAE99 é desenvolver applets, em linguagem Java™ para ensino interativo de Geometria Descritiva, Geometria Cotada e Desenho Técnico. O uso previsto para estas ferramentas incluem tanto o Ensino à Distância através da Internet quanto o apoio ao ensino presencial, em sala de aula.

Tabela 1. Alguns dos projetos ligados ao ensino dos alunos de pós-graduação do grupo.

Título do Projeto	Recurso	Início	Nível	Situação
• Ambiente para o Ensino de Desenho e Inovações Tecnológicas Adequadas às novas propostas metodológicas		1999	D	Em Andamento
• Requisitos Específicos para o Oferecimento de Cursos de Engenharia à Distância		1999	D	Em Andamento
• Hipermídia no Ensino da Representação Gráfica: Concepção de Projeto em Engenharia	CAPES/ PICDT	1998	D	Em Andamento
• O Desenho Técnico na Engenharia: Prancheta e CAD como Suporte da Comunicação e Criatividade	CAPES/ PICDT	1998	D	Em Andamento
• Estudo de Técnicas Estereoscópicas Aplicadas ao Ensino de Desenho Visando a Ampliação da Capacidade de Visualização Espacial		1998	M	Em Andamento
• Modelos de Ensino de Desenho Técnico para Cursos de Engenharia	CAPES	1998	M	Em Andamento
• Comando Numérico Aplicado ao Ensino de Desenho para Engenharia	FAPESP	1997	M	Em Andamento
• Contribuição para a Melhoria dos Cursos Básicos de Desenho Técnico através da Análise das Falhas do seu Processo - Uma Aplicação do FMEA	CAPES	1996	M	Concluído em 1998
• O Projeto no Primeiro Ano de um Curso de Engenharia		1994	M	Concluído em 1998

## 5. A INTEGRAÇÃO

Além das atividades de pesquisa voltadas para a melhoria da qualidade do ensino juntamente com os docentes, bolsistas de IC, bolsistas-trabalho, estagiários e monitores de graduação, os alunos de pós graduação participam ativamente das atividades de ensino do Desenho. Entre as contribuições efetivas resultantes da integração das atividades de graduação e pós-graduação podemos citar:

**Reformulação das disciplinas:** dentro do contexto da reforma curricular, com a redução da carga horária que exigiu uma reformulação das disciplinas de Desenho, em turmas menores e adoção de metodologias mais dinâmicas de ensino, os resultados das pesquisas tiveram um papel de destaque para a redefinição das prioridades das disciplinas e a reorganização dos conteúdos programáticos. Experiências realizadas nos mini-cursos empregando metodologia tradicional, CAD e as máquinas de prototipagem rápida, permitiram avaliar o impacto de cada um desses elementos na aprendizagem dos alunos. Os alunos de pós-graduação também participaram das discussões sobre a programação mais adequada para as disciplinas considerando as possibilidades tecnológicas e deram suporte aos docentes durante a fase de transição.

**Aulas:** Através do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), os alunos de pós-graduação atuam, como *teaching assistants*, nas diversas atividades relacionadas ao ensino.

Apesar da participação limitada dos alunos de pós-graduação nas aulas teóricas, esses atuam principalmente nas aulas que envolvem o uso de CAD, onde, durante os exercícios, além dos conceitos chaves dos tópicos abordados naquela aula, surgem muitas dúvidas pessoais dos alunos relacionadas à ferramenta de editor gráfico e nem sempre é possível ao docente atender os alunos ao mesmo tempo. Por outro lado, vinculados aos projetos de pesquisa, ofereceram mini-cursos aos alunos de graduação e organizaram voluntariamente grupos de estudo com participação dos alunos e docentes visando o aprimoramento técnico-conceitual.

**Projetos semestrais:** a atuação dos alunos de pós-graduação nos projetos semestrais é de suma importância para o bom andamento destas atividades didáticas. Além de auxiliarem na elaboração de roteiros para os trabalhos em CAD, ajudam na construção de maquetes para a avaliação e assessoram os alunos na solução dos problemas de plotagens. Vale ressaltar que alguns participam voluntariamente do plantão de dúvidas sobre execução dos projetos no CAD, cujo *'feed-back'*, com base na avaliação dos alunos de graduação, é extremamente positivo.

**Atividades programadas:** atividades organizadas em módulos semanais, programadas e monitoradas para a prática da ferramenta CAD. Os alunos monitores são recrutados entre os melhores alunos das disciplinas nos anos anteriores, tanto em termo de conhecimento e habilidade como em questões de atitude. Os *'teaching assistants'* participam da monitoria destas atividades ao lado dos alunos monitores de nível de graduação. Possuindo experiência de ensino e muito mais preparados que os alunos monitores, muitas vezes eles auxiliam na condução das destas atividades não obrigatórias.

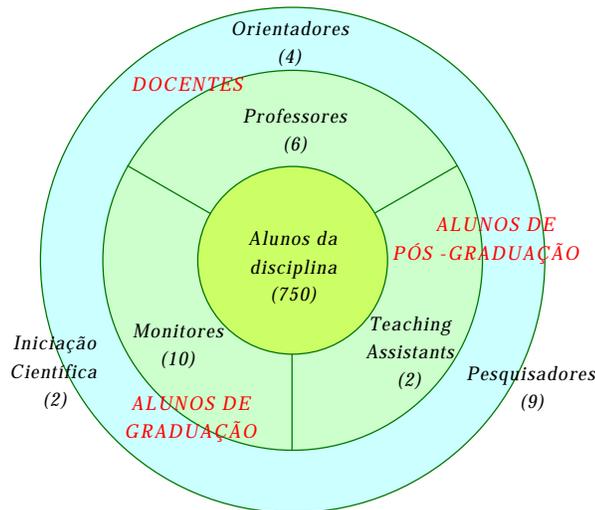


Figura 3. A integração da graduação e pós-graduação em torno do ensino e da pesquisa

Adicionalmente, como parte dos trabalhos de pesquisa, monitoram periodicamente a eficácia das abordagens adotadas no ensino através de testes aplicados aos alunos de graduação (Mafalda *et al.*, 1999).

Uma experiência bastante positiva desta integração entre graduação e pós-graduação foi a fase de transição devido à atualização do software de CAD utilizado nas disciplinas. Como parte do acordo da parceria, a empresa fornecedora ofereceu treinamento aos docentes. Por causa das férias escolares e o processo de recrutamento dos alunos monitores que ainda estavam em andamento, os alunos de pós-graduação se responsabilizaram, com base no

treinamento recebido, organizar excepcionalmente um treinamento aos novos alunos monitores nas semanas seguintes, liberando os professores para se dedicarem na atualização dos programas das disciplinas e os materiais didáticos e a adaptação destes ao novo software. Além disso, sob a orientação dos professores, elaboraram um manual resumido do software e uma lista de exercícios para servirem de referência para as atividades programadas. As tarefas foram realizadas num prazo bastante curto e assegurou o sucesso da transição.

A Figura 3 mostra esquematicamente a organização e a integração dos docentes, alunos de graduação e de pós-graduação em torno das atividades de ensino de Desenho para os 750 alunos ingressantes da EPUSP e os respectivos papéis no ensino e na pesquisa.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho apresenta o processo de modernização das disciplinas de Desenho para Engenharia na EPUSP motivada pela melhoria do ensino e dinamização do processo de ensino-aprendizagem, face às mudanças da reforma curricular. Ainda estamos longe do ideal mas, num intervalo de tempo relativamente curto, conseguimos vencer os desafios e reformular as disciplinas com sucesso. Além dos esforços dos docentes que contaram com o apoio institucional e da dedicação dos alunos monitores de graduação, a contribuição dos alunos de pós-graduação, tanto nas pesquisas sobre o ensino como nas atividades didáticas tem sido fundamental.

Na prática, ficou provado que a integração das atividades de graduação e de pós-graduação não é apenas uma simples convergência entre as atividades de ensino e de pesquisa, mas uma sinergia essencial para a melhoria da qualidade do ensino de graduação, através da revisão metodológica, inovação tecnológica, e para a capacitação do pessoal de pós-graduação e o intercâmbio entre os docentes das diferentes instituições preocupados com questões de ensino.

### ***Agradecimentos***

Agradecemos os auxílios da CAPES/PROIN-98, FINEP/REENGE-98 e FAPESP INFRA4 Processo No. 1998/08417-6 e, sobretudo, todos os colegas e alunos de graduação e pós-graduação que tanto contribuíram para o ensino.

## **REFERÊNCIAS**

CHENG, L. Y.; PETRECHE, J. R. D.; SANTOS, E. T.; FERREIRA, S. L.; CARDOSO, L. R. A.; KAWANO, A. “Projeto Geométrico de uma Ponte no Ensino do Desenho Técnico”. In: Anais do 26º Congresso Brasileiro de Ensino na Engenharia (COBENGE'98), São Paulo, 1998.

CHENG, L. Y.; PETRECHE, J. R. D.; SANTOS, E. T. “Visão Histórica como Fator de Motivação no Aprendizado da Teoria Geral das Projeções”. In: IV Encontro de Ensino de Engenharia. Anais. Itaipava, 1998. <http://www.ufrj.br/eventos/enceng/>

KAWANO, A. “Só o Computador Não Basta”. CADDESIGN, p.66. Ano 3 vol. 25. 1997.

KAWANO, A.; SANTOS, E. T.; PETRECHE, J. R. D.; BASTAS, P. R. M.; FERREIRA, S. L. “Aplicação da Técnica de Projeto em uma Disciplina de Desenho Técnico”. In: Anais

do 1º Encontro de Educadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

FERREIRA, S. L.; SANTOS, E. T. "Estratégias de Solução de Problemas Espaciais: Uso Criativo do CADD no Ensino". In: Anais do III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho (GRAPHICA'2000), Ouro Preto, 2000.

LATERZA, L. B. M. F. "O Impacto da Computação Gráfica no Ensino de Desenho", In: Anais do 1º Simpósium de Computação Gráfica Arquitetura, Engenharia e Áreas Afins. UFBA. Salvador, 1991.

MAFALDA, R.; RANIERI, R.; SANTOS, E. T.; CHENG, L. Y.; KAWANO, A. "Avaliação da Eficácia da Reestruturação dos Cursos de Desenho para Engenharia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo". In: Anais do 27º Congresso Brasileiro de Ensino na Engenharia (COBENGE'99), Natal, 1999.

MAFALDA, R.; KAWANO, A. "Efeitos do Uso de Diferentes Modelos de Representação no Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial". In: Anais do III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho (GRAPHICA'2000), Ouro Preto, 2000.

MEDINA, A. C. "Experiências no Ensino de Desenho por Computador". In: Anais do 10º Simpósio Nacional de Representação Gráfica, Geometria Descritiva e Desenho Técnico (GRAPHICA'91). Brasília, 1991.

PETRECHE, J. R. D.; CHENG, L. Y.; SANTOS, E. T. "Perspectivas: Motivação para o Aprendizado da Geometria Projetiva". In: Anais do II Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho (GRAPHICA'98), Feira de Santana, 1998.

SANTOS, E. T.; CHENG, L. Y. AND PETRECHE, J. R. D. "An On-Line Interactive Tutorial on Projective Geometry". In: The 8th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry (8th ICECGDG), Ago. 1998, Austin, USA.

SANTOS, E. T.; CHENG, L. Y.; PETRECHE, J. R. D.; FERREIRA, S. L.; CARDOSO, L. R. A. "Projeto Geométrico de uma Barragem: Uma Experiência no Ensino de Desenho Técnico". In: Anais do 27º Congresso Brasileiro de Ensino na Engenharia (COBENGE'99), Natal, 1999.

SANTOS, E. T. "Uma Proposta para Uso de Sistemas Estereoscópicos Modernos no Ensino de Geometria Descritiva e Desenho Técnico". In: Anais do III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho (GRAPHICA'2000), Ouro Preto, 2000.