

LABORATÓRIO DE PROJETOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO APOIADOR DA GESTÃO DA GRADUAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

Fernando César Almada Santos - almada@prod.eesc.sc.usp.br
Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Trabalhador São-carlense, 400
13566-590 - São Carlos - SP

Daniel Capaldo Amaral - amaral@sc.usp.br
Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção

Felipe Botta Tarallo - ftarallo@conbr.jnj.com
Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção

Luiz Fernando Ferreira - luiz@prod.eesc.usp.br
Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção

***Resumo:** Este artigo descreve a experiência de transformação de um laboratório tradicional de ensino informatizado em dois laboratórios distintos, denominados de Laboratório de Projeto e Laboratório de Estudos, no Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da USP. Eles foram pensados como ambientes para apoiar o ensino baseado em projetos práticos em engenharia de produção, dentro de uma estratégia de planejamento, acompanhamento e avaliação por meio da formação de competências, como estabelecido pelas Diretrizes Curriculares. Inicialmente, apresenta-se o histórico deste laboratório, desde quando era utilizado fora do horário de aulas e principalmente por alunos de iniciação científica e de pós-graduação, até o momento atual em que é utilizado para aulas práticas e de execução de projetos em disciplinas obrigatórias do curso de Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP. As seguintes mudanças acompanham a reestruturação dos laboratórios: (1) a inclusão de aulas laboratoriais nas disciplinas obrigatórias desse curso, (2) a aquisição dos principais softwares em Engenharia de Produção a ser utilizados na execução de projetos, (3) a aquisição de hardware compatível com este software, (4) um arranjo físico que permita metodologias de ensino e aprendizagem criativas, colaborativas e que levem a identificação e resolução de problemas em Engenharia de Produção, (5) um posicionamento dentro do Departamento de Engenharia de Produção que permita uma interação dos alunos de graduação com professores, funcionários e alunos de pós-graduação. Ao final discutem-se os requisitos de infra-estrutura física para apoiar aulas de disciplinas específicas.*

***Palavras-chaves:** curso de graduação, engenharia de produção, laboratório, competências, diretrizes curriculares, metodologia de ensino e aprendizagem.*

1. INTRODUÇÃO

A velocidade da evolução tecnológica na sociedade do conhecimento, tão alardeada e desafiadora para a nossa geração de professores, vem mudando a face do ensino universitário. A boa formação em engenharia está deixando de ser a simples transmissão de um determinado

corpo de conhecimentos, específico para cada habilitação. O importante é avaliar as competências do profissional quanto a solução de problemas no domínio da habilitação, incluindo, além do conhecimento formal, as habilidades e atitudes do profissional. O computador é uma ferramenta fundamental na medida da sua capacidade de permitir ao futuro profissional testar seus conhecimentos, colocando-os em prática para resolver problemas ou simulando situações que poderão ser enfrentadas no mercado.

Soma-se ainda a disseminação da informática como ferramenta essencial ao trabalho do engenheiro, algo indiscutível. Como conseqüência, o engenheiro em formação precisa ser exposto o máximo possível a essa tecnologia. Eles devem aprender a aprender com o uso de tais recursos, garantindo sua capacidade de acompanhar a rápida evolução desses meios. De forma mais prática, deve-se considerar também a mudança nos hábitos de aprendizagem dos próprios alunos. É sabido que as próximas gerações deverão chegar à universidade habituadas à presença constante da informática. Para eles, estes recursos serão essenciais tais como o lápis e o papel o foram para as nossas gerações. Portanto, o computador precisa ser visto como uma ferramenta básica a acompanhar todo o processo de ensino e não apenas algo complementar, um ponto adicional e específico da ementa, utilizado nas “aulas de laboratório”.

Na prática, porém, o paradigma da sala de aula tradicional domina as universidades brasileiras. O que se observa é uma dicotomia entre salas de aula voltadas para a exposição de conceitos e laboratórios de informática com configurações semelhantes, nos quais alunos, individualmente ou em dupla, realizam tarefas específicas em um determinado software. O desafio, especialmente nas instituições dedicadas ao ensino de engenharia, é transformá-las em ambientes onde os alunos possam interagir com o professor e com problemas práticos, apoiados pelos recursos da informática. Isto é muito mais do que trocar a lousa tradicional, negra e empoeirada de giz, pelo projetor multimídia ou a criação de aulas específicas em laboratório de informática, em locais que reproduzem a atmosfera de distanciamento entre aluno e professor. Trata-se de propor soluções capazes de transformar a sala de aula tradicional, nas suas duas vertentes (sala para aulas expositivas e salas com computadores), em um local único e híbrido capaz de suportar atividades com estratégias didáticas de naturezas variadas.

Em um novo contexto de uso, os computadores seriam vistos como um recurso básico, onipresente, no mesmo nível que a lousa, a mesa e qualquer outro objeto presente nas salas atuais. Tão importante quanto a presença do computador, neste contexto, é a flexibilidade. Os recursos devem permitir que o professor varie suas estratégias de ensino conforme a situação, intercalando exposições teóricas, avaliações e práticas de auto-aprendizagem em uma mesma aula, conforme as necessidades do conteúdo e conforme a necessidade dos alunos intercalarem momentos de absorção passiva com ações de solução de problemas. Nas disciplinas de engenharia de caráter “projetual” isto é fundamental, pois o desenvolvimento de habilidades e atitudes é tão importante quanto a transmissão da teoria, conceitos e definições.

Este trabalho relata a experiência de transformação de dois laboratórios informatizados, dispostos tal qual as salas de aula tradicionais, em ambientes de projetos para apoiar disciplinas de formação profissionalizante em Engenharia de Produção.

2. HISTÓRICO

Em outubro de 2001, uma nova estrutura curricular para o curso de graduação em Engenharia de Produção Mecânica da EESC foi aprovada pelo Conselho de Graduação da Universidade de São Paulo - USP (AUGUSTO, 2001). Foram realizados os seguintes avanços (COMISSÃO, 2001) com base no Projeto Pedagógico do referido curso (SANTOS, 2001):

- adequação ao então Anteprojeto da Resolução sobre as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia (BRASIL, 1999), que posteriormente foi aprovado, adquirindo, assim, o caráter de lei (BRASIL, 2002);
- fornecer oportunidade ao aluno de realizar um trabalho de síntese e integração dos conhecimentos ao longo do curso. No caso do curso de graduação em Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP, propõe-se a criação das disciplinas “Trabalho de Conclusão de Curso I e II”;

- fornecer oportunidade ao aluno de aplicar os conhecimentos fundamentais da Engenharia de Produção Mecânica no projeto, implementação e aperfeiçoamento de sistemas produtivos durante a realização das atividades de Estágio Supervisionado;
- propiciar que o aluno conclua, ao término do quarto ano do curso de graduação, as disciplinas profissionalizantes em Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica, de forma a viabilizar a aplicação de seus conteúdos programáticos no estágio supervisionado e na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

Para que essas alterações estruturais possam ter o efeito desejado são necessárias práticas didáticas coerentes com a nova estrutura. Tais mudanças não se sustentariam com o emprego exclusivo de didáticas tradicionais, intensivas no uso de aulas expositivas. Em especial, o suporte a um trabalho de síntese e aproximação dos estudantes com problemas reais requer estratégias pedagógicas que primem pelo enfrentamento de problemas reais e multidisciplinares, e que reforcem habilidades tais como as de trabalhos em grupo, análise crítica, levantamento de dados, entre outras. São necessidades amplamente reconhecidas nas Diretrizes Curriculares (BRASIL, 2002), apresentadas especificamente nos Artigos 5^o e 6^o que contemplam o estímulo às atividades complementares.

Uma análise das ementas das 29 disciplinas de nível de graduação oferecidas pelo departamento revelou que somente 7 disciplinas obrigatórias e 4 optativas exigiam o uso de laboratório. Todas elas empregando o laboratório como recurso extra-classe, isto é, as atividades de laboratório das 11 disciplinas anteriormente mencionadas ocorriam, em sua maioria, fora do horário de aula da disciplina e para a realização de trabalhos e projetos. Além disto, ocupam um tempo muito menor do que a carga horária total, no máximo 20%. Essas atividades eram realizadas em dois laboratórios denominados de Sala de Ensino Informatizado - SEI e Laboratório de Apoio Computacional (SANTOS *et al.*, 2002).

A prioridade para o uso da Sala de Ensino Informatizado, o único laboratório disponível para os graduandos na Área de Engenharia de Produção. Antes da criação do Departamento de Engenharia de Produção ocorrida em dezembro de 2001, era dos mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da EESC e dos bolsistas do Programa de Iniciação Científica. No Laboratório de Apoio Computacional, 17 microcomputadores eram disponibilizados aos alunos. Observa-se que nas instalações da anterior Área de Engenharia de Produção ainda existia o Laboratório de Multimídia e Processamento Científico que possuía 2 microcomputadores.

Em suma, os alunos de graduação, que não possuíam microcomputador e impressoras em sua maioria, eram obrigados a realizar uma *romaria* para executar os trabalhos e projetos dessas 11 disciplinas.

A Sala de Ensino Informatizado possuía um arranjo físico similar ao de uma sala de aula convencional, conforme demonstrado pela foto da Figura 1.

Figura 1 - Laboratório Anterior de Ensino Informatizado do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP.



999

Nesse arranjo físico o foco principal é o professor, que se mantém como o centro das atenções. Além disso, a manipulação do software é o objetivo final da aprendizagem. Basta olhar a posição das cadeiras, voltadas para uma tela onde, em tese, deverá ser apresentado o jeito “correto” de utilizar o sistema. Portanto, o próprio arranjo físico não valoriza o *software* como ferramenta ou meio para se resolver problemas. No centro das atenções deve estar o

problema de engenharia em si, sendo o software um recurso para atingir sua solução. O Laboratório de Apoio Computacional possuía uma série de micros de configurações diversas e em mesas de diferentes tipos, os quais ficavam disponíveis para uso dos alunos.

Conclui-se que, em 2001, praticamente inexistiam atividades de laboratório nas disciplinas oferecidas pelo Departamento de Engenharia de Produção para o Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da EESC. As razões dessa deficiência podem ser atribuídas a vários fatores de natureza institucional:

- falta de espaço físico na anterior Área de Engenharia de Produção;
- falta de recursos para aquisição de equipamentos, hardware e software e para a contratação de técnico responsável por laboratório;
- dificuldade de negociação da criação, da ampliação e do reequipamento de laboratórios junto à unidade;
- inexistência de política de graduação que motivasse os professores envolvidos com a coordenadoria e gestão dos cursos de graduação.

Outro fator limitante era os próprios “valores” e arranjo físico do laboratório anterior, voltado para o “ensino do uso do software”, ao invés de apoio ao conteúdo da disciplina. Embora pouco citado, é fato perceptível quando se analisam certos aspectos do uso do laboratório. As disciplinas que mais o utilizavam eram as que continham “treinamentos” em sistemas específicos, como as de pesquisa operacional e o ensino do uso de *software* de gestão de projetos. As disciplinas de caráter “projetal”, em que o sistema é um recurso para a solução de problemas, faziam pouco uso dos sistemas.

3. ETAPAS PARA A MONTAGEM DO LABORATÓRIO

Observa-se, inicialmente, que a Pró-Reitoria de Graduação da USP possui o Programa de Valorização do Ensino de Graduação que, por sua vez, coordena o Programa de Reequipamento de Laboratórios Didáticos (PROGRAMA, 2004).

Com base nos prazos estabelecidos pela Pró-Reitoria de Graduação da USP, professores e técnico do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP reuniram-se para elaborar o projeto de “Reequipamento do Laboratório de Apoio Computacional ao Ensino de Graduação em Engenharia de Produção” (SANTOS *et al.*, 2002).

A estrutura do projeto de “Reequipamento do Laboratório de Apoio Computacional ao Ensino de Graduação em Engenharia de Produção” constou de:

- Disciplinas de graduação a serem atendidas pelo Laboratório de Apoio Computacional;
- Reformulação dos programas das disciplinas, com a inclusão de aulas “projetais”, das disciplinas de graduação envolvidas (Tabela 1);
- Softwares necessários ao ensino de graduação em Engenharia de Produção (Tabela 2);
- Hardware e equipamentos necessários ao ensino de graduação em engenharia de produção
- Orçamento do Reequipamento do Laboratório de Apoio Computacional ao Ensino de Graduação em Engenharia de Produção.

Em julho de 2002, este projeto foi encaminhado à Presidência da Comissão de Graduação da EESC-USP. Em reunião da Comissão de Graduação da EESC-USP, realizada em julho de 2003, aprovou-se o repasse de recursos financeiros para o reequipamento do referido laboratório.

É relevante observar que a atualização dos programas das disciplinas com a inclusão de aulas “projetais” e laboratoriais é a parte principal da “Mudanças na estrutura curricular da habilitação de Engenharia de Produção Mecânica para o ano de 2005” (COMISSÃO, 2004). Essa atualização ocorreu para 20 das 29 disciplinas obrigatórias oferecidas pelo Departamento de Engenharia de Produção para o curso de Engenharia de Produção Mecânica (Tabela 1).

Tabela 1 - Disciplinas atualizadas com aulas “projetais”.

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. Avaliação de Projetos de Investimentos2. Controle de Qualidade3. Controle Estatístico da Qualidade4. Estágio Supervisionado5. Fundamentos de Economia |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

6. Gerenciamento de Projetos
7. Gestão da Qualidade I
8. Gestão da Qualidade II
9. Identificação e Solução de Problemas em Engenharia de Produção
10. Logística Integrada
11. Pesquisa Operacional I
12. Pesquisa Operacional II
13. Planejamento e Controle da Produção
14. Planejamento e Programação da Produção
15. Processo de Desenvolvimento do Produto
16. Projeto da Fábrica
17. Sistemas de Apoio à Decisão
18. Sistemas de Informação
19. Trabalho de Conclusão de Curso I
20. Trabalho de Conclusão de Curso II

No que se refere ao hardware, foram adquiridos 10 microcomputadores Pentium 4 com Monitores de 17", 2 impressoras e 1 Projetor Multimídia.

Tabela 2 - Softwares a serem utilizados nas disciplinas com aulas "projetuais".

ARENA
AUTOCAD
GAMS
LINDO
LINGO
MAPLE
MATLAB
MATLAB
MS PROJECT
SOLID EDGE
SQL SERVER
STATA 7
STATISTICA
STELLA
TEMPO (EX - PREACTOR)

4. PRINCÍPIOS PEDAGÓGICOS

As várias discussões aqui realizadas permitiram a identificação de um conjunto de princípios pedagógicos que nortearam este projeto.

4.1 Oferecer ao aluno a possibilidade de solução de problemas dentro do campo de atuação profissional da Engenharia de Produção, reais ou tão próximos quanto possível da realidade

Dois conceitos que têm se tornado cada vez mais relevantes nas discussões sobre didática dentro do ensino superior são o ensino baseado em competências e a abordagem das inteligências múltiplas. Ambos têm colocado em evidência a importância de se instaurar processos de ensino que possam ir além da oferta de informações e dados específicos aos alunos. Eles propõem um processo educacional capaz de oferecer um conjunto de conhecimentos e um conjunto de habilidades que juntos permitam ao aluno desenvolver-se por si próprio e solucionar problemas práticos relacionados com um determinado campo de atuação, enfim, dar a esse aluno uma determinada competência em um campo específico. Na área de engenharia e de disciplinas projetuais como arquitetura e *design*, entre as quais se insere a Engenharia de Produção, isto é ainda mais evidente. É reconhecidamente impossível formar competências em áreas de projeto sem oferecer ao aprendiz a oportunidade de

solucionar problemas reais ou próximos da realidade. Um dos requisitos do Laboratório de Projetos foi é possibilitar recursos suficientes para a criação de situações onde os alunos possam enfrentar problemas ligados ao campo de atuação profissional em Engenharia de Produção com a necessária e imprescindível orientação de um professor. Mais ainda, aonde esses tipo de atividade didática possa ser complementada com atividades de ensino tradicionais como, seminários e apresentações em sala de aula.

4.2 Interdisciplinaridade

Favorecer e incentivar a interdisciplinaridade, por meio das seguintes estratégias: realização de práticas que exijam dos alunos conhecimentos e habilidades desenvolvidas em disciplinas distintas, como por exemplo, qualidade e projeto do trabalho, projeto da fábrica e projeto do trabalho, PCP e projeto do trabalho entre outras; pela realização de aulas-práticas conjuntas entre disciplinas distintas no mesmo semestre e que sirvam para mais de uma disciplina de graduação; pelo aumento do convívio dos alunos de graduação com professores e funcionários, por meio da comunhão do espaço físico.

4.3 Abordagem Sistêmica

A área de administração da produção é classicamente um “locus” de encontro de várias ciências humanísticas e exatas. A solução de problemas requer o embasamento teórico mínimo nessas diferentes disciplinas tais como a economia, matemática, sociologia e tecnologias em geral. Para que o uso de conceitos ligados a diferentes áreas do saber seja efetivo, os profissionais dessa área empregam intensivamente o raciocínio sistêmico. Essa é uma característica distintiva dessa modalidade de engenharia, que deve ser privilegiada na formação do aluno. O laboratório vem estimular práticas que exijam a caracterização de problemas envolvendo diferentes áreas do saber; proporcionar a oportunidade dos alunos realizarem trabalhos de sínteses de modelos ou teorias de diferentes disciplinas acadêmicas; realização de práticas e atividades baseadas em modelos teóricos (modelos de referência/metodologias de intervenção) especialmente desenvolvidos e que sintetizam conhecimentos de diferentes disciplinas acadêmicas.

4.4 Flexibilidade e dinamicidade

Um outro princípio é que dentro de um laboratório de ensino nessa área faz-se necessário a constante revisão e aprimorando das práticas; na mesma intensidade com que empresas, tecnologias e abordagens renovam-se nesse campo. Nesse contexto, a flexibilidade entendida como a facilidade de se alterar, incluir ou excluir práticas laboratoriais, é fundamental. A capacidade de apoiar atividades de naturezas distintas, mais ou menos participativas, faz parte dessa flexibilidade também. Da flexibilidade espera-se nascer a dinamicidade, isto é, que os usos, práticas e recursos do laboratório estejam em constante melhoria e evolução.

4.5 Facilidade de manutenção e operação do laboratório

O financiamento dos recursos dedicados à graduação é sabidamente um tema importante de discussão dentro da comunidade acadêmica da USP. Uma das questões fundamentais do debate é justamente a limitação de verbas para a manutenção da infra-estrutura de graduação. Assim, esse aspecto foi considerado como restrição do projeto, de forma a se procurar um conceito que permitisse um custo reduzido de manutenção do laboratório e da realização das práticas.

4.6 Aproximação de graduação e extensão

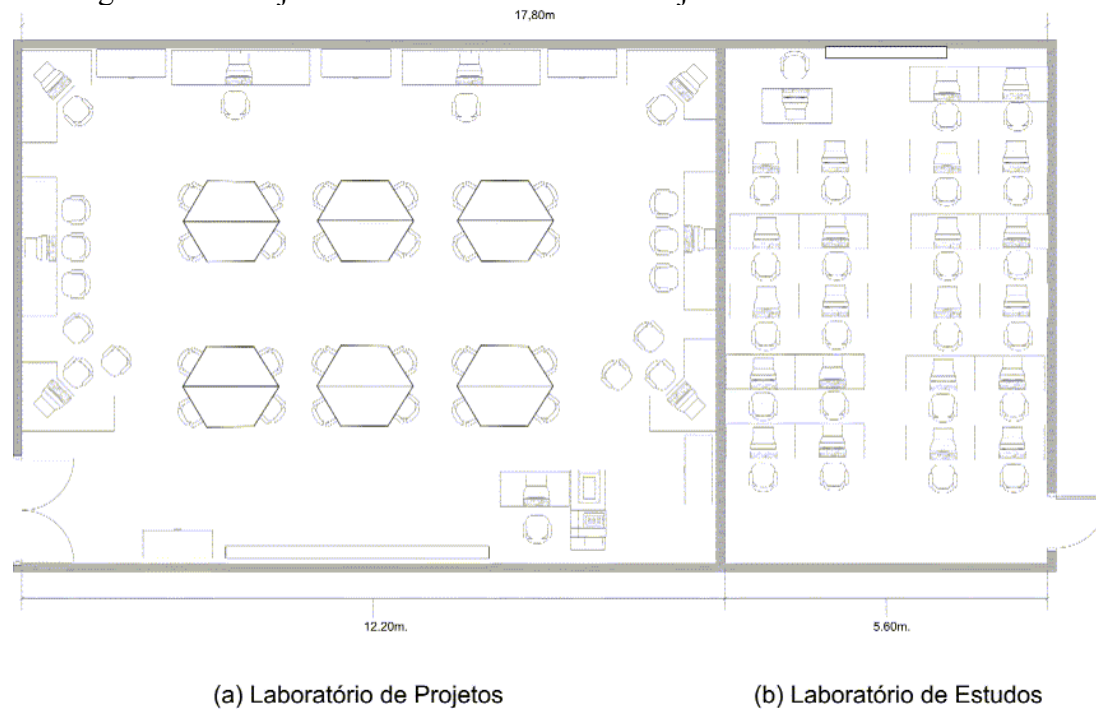
As atribuições da universidade, sintetizadas no tripé ensino, pesquisa e extensão, são necessariamente indissociáveis. Quando o objetivo é aproximar alunos do objeto de trabalho, salta aos olhos, no ensino de engenharia, o pouco cuidado com a interação entre as atividades de graduação e extensão. Essa união pode enriquecer sobremaneira a formação do aluno, ao

mesmo tempo em que a universidade reverte para a sociedade parte do conhecimento gerado, auxiliando empresas carentes de suporte profissional na área de engenharia de produção. Em áreas do saber ligadas a saúde esse é um procedimento comum, adotado amplamente na formação dos profissionais, até mesmo exigido como prerrogativa para o funcionamento dos cursos. Em engenharia essa prática é distante. Um princípio seguido na montagem do laboratório é fazer com que ele possa no futuro suportar intervenções em pequenas empresas onde os alunos possam acompanhar o professor na realização e implementação de projetos reais, complementando o aprendizado. Por exemplo, a realização de um trabalho prático, dentro de disciplinas como Segurança do Trabalho, onde alunos preparassem análises e medições de riscos sob a supervisão de professores. Ou então com a realização de projetos de desenvolvimento de novos produtos para pequenas empresas, na disciplina Projeto do Produto, também envolvendo alunos de graduação. O professor seria responsável por analisar e elaborar o projeto com o apoio dos alunos, os quais poderiam executar tarefas adequadas ao seu nível de maturidade profissional. Nesse caso, o Laboratório de Projeto poderia ser utilizado como base operacional, garantindo os recursos mínimos para o trabalho conjunto.

5. DESCRIÇÃO DOS LABORATÓRIOS

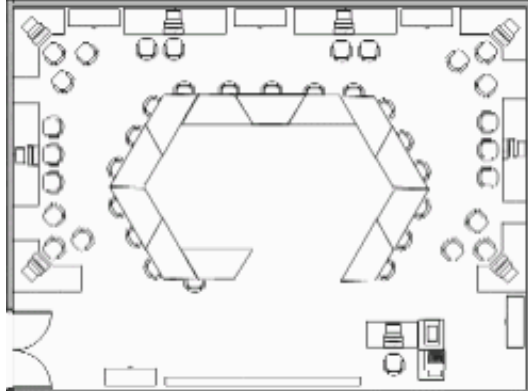
A solução encontrada para responder aos requisitos apresentados no item anterior foi a criação de dois espaços distintos e complementares, cuja planta-baixa é esquematizada na Figura 2. Os ambientes foram denominados de Laboratório de Projetos (a) e Laboratório de Estudos (b).

Figura 2 - Arranjo Físico do Laboratório de Projetos e Sala de Ensino Informatizado.

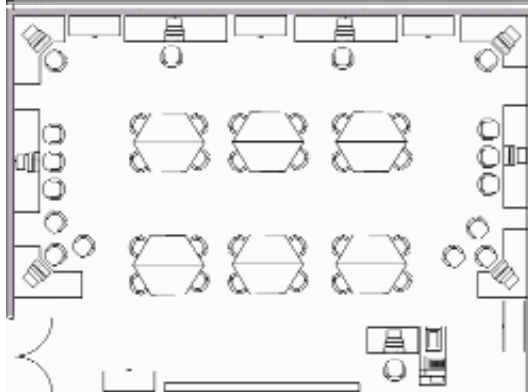


O Laboratório de Projetos é o espaço reservado para a realização das aulas de caráter “projetual”. Ao redor do Laboratório de Projetos encontram-se estações de trabalho para os grupos. Atualmente o laboratório conta com 10 estações, mas, há espaço para a ampliação futura com 10 pontos adicionais de redes disponíveis e espaço físico sobrando. Há também armários para alocar materiais e bolsas dos alunos. No espaço central há mesas para trabalhos manuais que podem ser dispostas em diferentes configurações, conforme apresentado na Figura 3.

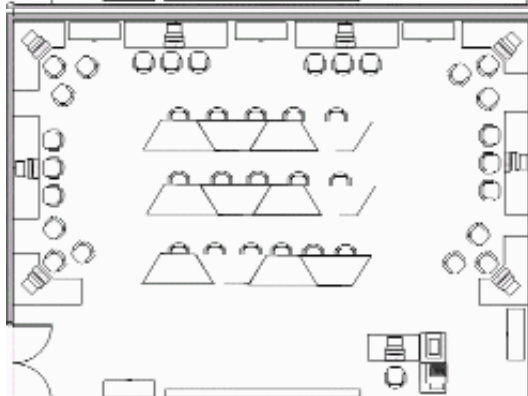
Figura 3 – Diferentes Tipos de Arranjos Físicos.



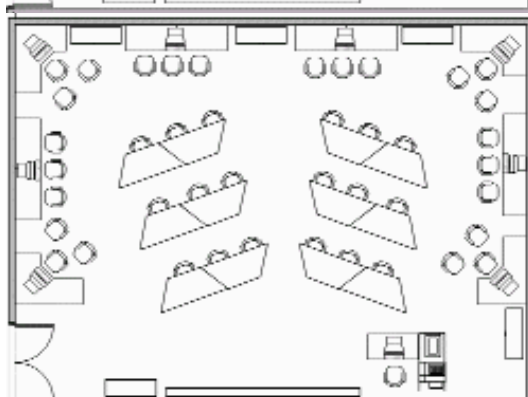
Configuração 1 – Mesa Redonda: ideal para discussões e debates ao final ou início de atividades.



Configuração 2 – Células para trabalho em grupo.



Configuração 3 – Sala de aula tradicional.



Configuração 4 - Sala de aula espinha de peixe.

A Figura 4 apresenta uma foto do Laboratório de Projetos preparado na configuração 2.

O Laboratório de Estudos (Figura 2b) é um espaço dedicado ao estudo complementar, fora do horário de aula, independente da presença de monitores ou não. Nesse caso é uma sala tradicional de microcomputadores, serve de apoio para que os alunos finalizem trabalhos iniciados nas aulas, realizem tarefas específicas solicitadas pelos professores ou exercitem sua curiosidade expandindo o uso do software e consultando a internet. Deve-se destacar que esse ambiente, embora mais tradicional, tem um papel importante para o convívio dos alunos, especialmente o convívio entre turmas de diferentes anos.

Figura 4 - Foto do Laboratório de Projetos.



O projeto previu ainda uma sala de servidores para oferecer espaço em disco aos alunos regularmente matriculados, com procedimentos de segurança e *back-up*, para armazenar arquivos eletrônicos em uso nas disciplinas. A idéia é diminuir a perda de tempo de preparação dos alunos durante as aulas na Sala de Projetos. Nas aulas que exigirem um arquivo preparado previamente pelo aluno na Sala de Ensino Informatizado (Figura 1b), o aluno poderá simplesmente baixar o arquivo de sua área no servidor, sem necessidade de trazer os arquivos em disquete. Deve-se contar também com uma impressora para os alunos, compartilhada por um sistema de cotas. Esse laboratório não está adequadamente equipado ainda, devido à falta de recursos. Os servidores e serviços de impressão estão prontos, mas os computadores são antigos, de tecnologia ultrapassada, dificultando o uso de softwares mais pesados. Espera-se nos próximos anos investir continuamente até que essa sala seja equipada suficientemente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E NOVOS DESAFIOS

A experiência relatada neste artigo deverá ter repercussão significativa para melhoria da infra-estrutura do curso de graduação da EESC. Sabe-se, entretanto, que ela é apenas o começo. Existem grandes desafios a serem trilhados para aprimorá-la e expandi-la.

O primeiro deles é a consolidação das mudanças realizadas. Um conjunto de 20 disciplinas já tiveram suas ementas modificadas pela inclusão de aulas práticas com o uso do Laboratório de Projetos. Um exemplo é a de Projeto de Produto, que passou a conter 10 práticas e está utilizando a Sala de Projetos em todas as aulas. Porém, considerando que do total de 29 disciplinas oferecidas pelo departamento, uma parte significativa possui caráter de formação específica, portanto projetuais, estima-se que há um potencial de uso do laboratório para uma quantidade significativamente maior de disciplinas, o que deverá acontecer a medida que os professores identificarem a utilidade desses recursos e se dedicarem a reestruturar suas matérias.

Deve-se realizar aprimoramentos na infra-estrutura física. Já foram identificados vários aspectos passíveis de melhoria, entre eles: instalação de uma tela para projeção e escrita móvel; instalação de rodízios nas mesas para facilitar as mudanças de layout; a aquisição de cadeiras giratórias e com rodas; e o aumento no número de computadores até atingir-se um micro para cada dois alunos.

O segundo desafio é a criação de um banco de metodologias – padrão e de atividades e material didático, permitindo o compartilhamento de experiências e material entre os professores. Esse é um aspecto fundamental, pois, indo além da infra-estrutura física, um grande desafio na introdução de novas formas de didática, conforme postulado no início deste trabalho, é o tempo para preparação de material didático, entre eles, atividades, casos, modelos preparados em softwares como exemplos e outros. Essas atividades exigem grande dedicação do docente. Bancos de exemplos e viabilização de monitores para as disciplinas são meios importantes viabilizar a produção desses materiais.

O terceiro desafio é o trabalho com os alunos no sentido de envolvê-los continuamente com essas disciplinas e o departamento. A mudança de atitude e envolvimento dos alunos é fundamental para que o ambiente “ganhe vida” transformando-se em um novo tipo de aula, nas quais os problemas práticos sejam o centro das atenções. Além dos recursos sofisticados e computadores, é preciso “quebrar” a forma tradicional do aluno lidar com o professor e o

conteúdo. Esse comprometimento dos alunos com o projeto certamente terá que se basear em uma relação de proximidade maior da que ocorre normalmente nas aulas tradicionais. Assim, será preciso criar mecanismos para motivá-los e fazê-los entender a importância dessa mudança. Além disso, é preciso que eles zelem pela infra-estrutura e auxiliem no seu aprimoramento e melhoria.

O quarto desafio está relacionado com um ponto específico das diretrizes utilizadas para a criação do Laboratório de Projeto, ainda não foi atendido. É a integração entre o ensino de graduação e extensão. Uma vez que se consolide uma forma de trabalhar com projetos nas disciplinas, com apoio do laboratório, e que metodologias-padrão estiverem consagradas e bem definidas, haverá espaço para se introduzir problemas de empresas reais. Espera-se criar sistemáticas para selecionar empresas “carentes”, isto é, em dificuldade financeira para a contratação de serviços especializados em Engenharia de Produção, ou Organizações Não-Governamentais que se ofereçam como exemplo nas disciplinas. Assim, os alunos poderiam realizar serviços especializados para essas empresas, sob orientação e responsabilidade dos professores. Seria uma escola de engenharia melhorando a qualidade da formação profissional e contribuindo com o desenvolvimento regional, consecutivamente, por meio da aproximação entre ensino de graduação e extensão.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores e alunos do Departamento de Engenharia de Produção da EESC que contribuíram com várias idéias para este projeto, em especial, aos professores Reginaldo Teixeira Coelho, Edson Walmir Cazarini, João Vitor Moccellini, Fábio Müller Guerrini e Marcel Andreotti Musetti, responsáveis por várias soluções definidas neste projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTO, O. B. **Parecer sobre a Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP para o ano de 2002**: Processo 2001.1.872.18.3. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Anteprojeto da Resolução sobre Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia da Secretaria de Ensino Superior - SESu/MEC de 05 de maio de 1999**. <http://www.mec.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2000.
- , Ministério da Educação - Conselho Nacional de Educação - Câmara de Ensino Superior. **Resolução CNE/CES, de 11 de março de 2002, que institui Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação em Engenharia**. Brasília: Ministério da Educação, 2002a. Disponível em <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: 23 dez. 2002.
- COMISSÃO Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP. **Mudanças na estrutura curricular da habilitação de Engenharia de Produção Mecânica para o ano de 2002**. São Carlos: EESC, 2001.
- , **Mudanças na estrutura curricular da habilitação de Engenharia de Produção Mecânica para o ano de 2004**. São Carlos: EESC, 2003.
- , **Mudanças na estrutura curricular da habilitação de Engenharia de Produção Mecânica para o ano de 2005**. São Carlos: EESC, 2004.
- aprovou-se o para o reequipamento do referido laboratório (, 2003).
- PROGRAMA de reequipamento de laboratórios didáticos**. São Paulo: USP, 2004. Disponível em: < <http://naeg.prg.usp.br/siteprg/>>. Acesso em: 13 abr. 2004.
- SANTOS, F. C. A. Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP. **Projeto Pedagógico do curso de graduação em Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP**. São Carlos: EESC, 2001.
- SANTOS, F. C. A., MOCCELLIN, J. V., AMARAL, D. C., KALATZIS, A. E. G., FERREIRA, L. F. **Projeto de reequipamento do laboratório de apoio computacional ao ensino de graduação em Engenharia de Produção**. São Carlos: EESC-USP, 2002.

***LABORATORY OF PROJECTS IN PRODUCTION ENGINEERING
AS SUPPORTIVE OF THE COMPETENCE APPROACH FOR
AN UNDERGRADUATE COURSE MANAGEMENT***

Abstract: This article presents the experience of the transformation of a traditional laboratory into two distinct laboratories, which are named Laboratory of Projects and Laboratory of Studies, in the Department of Production Engineering of Engineering School of São Carlos. They were conceived as an environment to support the teaching based on practical projects in production engineering in order to accomplish a strategy of planning, following and evaluation based on competences, as it is established by Curricular Guidelines. Initially the historical of this laboratory is presented, from the moment it was used after the classes and mainly by scientific initiation and pos-graduate students, until the current moment when it is used in practical and project classes in the obligatory subjects of the undergraduate course of Mechanical Production Engineering of EESC. Important changes follow the re-structuring of the laboratories: (1) the inclusion of laboratory classes in the subjects of this undergraduate course, (2) the acquisition of the main pieces of software in Production Engineering to be used in the execution of projects, (3) the acquisition of hardware compatible with this software, (4) a layout which make possible both the creative and collaborative teaching and learning methodologies, and the identification and resolution of problems in Production Engineering, (5) a positioning within the Department of Production Engineering which allows the students an interaction of the students of the undergraduate course with lecturers, employees and pos-graduate students. Finally, the requisites of the physical infra-structure to support the classes of specific subjects are discussed.

Key-words: undergraduate course, production engineering, laboratory, competences, curricular guidelines, teaching and learning methodologies.