

PROJETO LAPIN: UM CAMINHO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO APRENDIZADO BASEADO EM PROJETOS

Marcos A. da Silveira¹ ; José A. R. Parise ²; Reinaldo C. Campos³; Nival N. Almeida⁴

¹PUC-Rio; Departamento de Engenharia Elétrica
Rua Marquês de São Vicente, 225
22453-900 - Rio de Janeiro – RJ
marcos@ele.puc-rio.br

²PUC-Rio; Departamento de Engenharia Mecânica
Rua Marquês de São Vicente, 225
22453-900 - Rio de Janeiro – RJ
parise@puc-rio.br

³PUC-Rio; Decanato do CTC
Rua Marquês de São Vicente, 225
22453-900 - Rio de Janeiro – RJ
rccampos@ puc-rio.br.

⁴UERJ; Departamento de Engenharia Elétrica
R. São Francisco Xavier, 524
20550-900 - Rio de Janeiro – RJ
nivalnunes@puc-rio.br

Resumo: Neste artigo apresentamos os fundamentos do projeto LAPIN, em desenvolvimento no curso de engenharia da PUC-Rio, com a finalidade de criar uma linha de disciplinas usando a metodologia de aprendizado baseado em projetos, que possa, mais tarde, nuclear este curso. Os fundamentos teóricos e a descrição do aprendizado baseado em projetos são apresentados sumariamente. Discute-se em maior profundidade a estratégia de implementação para fazer frente à resistência de professores habituados à pedagogia tradicional.

Palavras-chave: *Aprendizado baseado em projetos, Aprendizado baseado em problemas, Formação de professores, Educação em engenharia*

1. INTRODUÇÃO

Desde 1996, o aprendizado baseado em projetos vem sendo utilizado no curso de engenharia da PUC-Rio. Inicialmente de forma exploratória, na disciplina Introdução à Engenharia (DA SILVEIRA ET AL. 1998.), a utilização desta metodologia pedagógica foi levada a algumas outras disciplinas, sempre com dificuldade (DA SILVEIRA ET AL. 1998b). Verificou-se que, em muitos casos, a aprendizagem baseada em problemas era a metodologia pedagógica mais apropriada (DA SILVEIRA 2001). Dados a experiência já adquirida pela equipe da PUC-Rio que estuda esta metodologia, o sucesso do curso de arquitetura e urbanismo da PUC-Rio, centrado no aprendizado baseado em projetos, e a compreensão maior desta metodologia no ambiente internacional, resolveu-se tentar ampliar sua utilização no curso de engenharia. Este esforço ganha dimensão institucional com o projeto do Laboratório de Aprendizado de Inovação (LAPIN), financiado pelo programa

MCT/FINEP/PROMOVE (segundo edital), idealizado a partir do programa INOVA (IEL 2006).

Buscando atingir um conjunto maior de professores que aplicam a metodologia tradicional (aulas expositivas, testes em classe, laboratórios demonstrativos), e que se aproximam do ABPj apenas ao orientar atividades de iniciação científica e tecnológica ou em trabalhos de fim de curso, mostrou-se necessário:

- esclarecer (sucintamente) o significado e a operação destas metodologias,
- estabelecer uma estratégia para o convencimento destes professores, considerando a sua praxis pedagógica e visão do risco de alterar a metodologia pedagógica a que estão habituados.

No presente trabalho serão estudadas as dificuldades na introdução do aprendizado baseado em projetos no currículo oficial e a estratégia para resolver este problema desenvolvida em torno do projeto LAPIN.

2. NOVAS METODOLOGIAS PEDAGÓGICAS

A **aprendizagem baseada em questões** (*inquiry based learning*) busca estimular a curiosidade dos estudantes e dirigi-los para a pesquisa. A direção seguida pelo estudante não é crucial. O mais relevante é a forma de questionamento, não o conhecimento utilizado. É muito usada nos níveis elementares e nas ciências básicas.

O **estudo de casos** (*case study*) é uma metodologia pedagógica onde casos típicos do exercício profissional são apresentados (se possível pelos personagens reais) e discutidos em grupo, buscando ou criticando soluções. O estudo de casos é muito utilizado em Medicina, Direito e Administração.

O **aprendizado baseado em problemas** – **ABP** (*problem based learning* - PBL) é uma metodologia pedagógica consistindo em expor um grupo de estudantes a uma seqüência de situações problemáticas complexas, sem que todos os conhecimentos necessários à sua resolução tenham sido previamente adquiridos, eventualmente organizando o trabalho por equipes (equipes competitivas ou colaborativas). Os problemas submetidos podem se aparentar (idealmente) ou apenas se referir (quando no início da formação) àqueles encontrados na prática profissional – no caso presente à prática da engenharia.

O problema a ser tratado deve ser um “problema aberto”, isto é, identificado por um objetivo a ser alcançado, e não pelos meios a serem utilizados. O enunciado inicial pode ser apresentado com objetivos contraditórios ou com condições de contorno nebulosas (imprecisas), exigindo estudos e considerações pertinentes para completar ou ajustar sua formulação. O problema pode admitir uma ou várias soluções, ou mesmo nenhuma, o que exigirá a reformulação de seus objetivos ou a relaxação de algumas de suas restrições.

Portanto, mais que a busca de soluções completas, espera-se a obtenção de soluções significativas que contextualizem e motivem os estudantes para conhecimentos de interesse.

Esta metodologia é muito utilizada em medicina (Walsh 2005), chegando-se, nos estágios de clínica médica, a tratar problemas reais, em equipe comandada por um professor. Uma caracterização interessante pode ser observada no seriado de TV “House” (Universal Channel) a exemplifica pelo método de tratamento dos pacientes (e não o de ensino-aprendizagem), ali considerado “nada ortodoxo”.

No **aprendizado baseado em projetos** – **ABPj** (*project based learning* - PjBL) os problemas são substituídos por projetos de engenharia, o que pressupõe uma contextualização mais precisa e vivenciada, e uma maior amplitude nas considerações a serem feitas e nas tarefas a serem realizadas. De certa forma, espera-se um aprendizado em situação, onde as competências gerais da engenharia são diretamente exigidas pela complexidade do problema,

os conhecimentos sendo procurados à medida de sua necessidade e em função dos objetivos do projeto, igualmente para o desenvolvimento das habilidades necessárias. Contudo, o projeto em si não deve ser confundido com a atividade pedagógica necessária à formação, mesmo que os estudantes não percebam esta distinção. Não é imperativo que o cliente aprove o resultado ou venha a usá-lo, mas os *feedbacks* do cliente (e do júri de avaliação), quer durante sua concepção, quer após a apresentação final da solução projetada, são essenciais para o trabalho reflexivo da equipe de estudantes – e assim para o aprendizado de cada estudante.

Um problema de engenharia é caracterizado pela existência de um “cliente”, cujos interesses e limitações estão na origem do problema a ser tratado, por restrições e condições de contorno que limitam as soluções e as ferramentas a serem utilizadas, e pela consideração dos impactos das soluções sobre o mundo concreto. A equipe de estudantes deve ser colocada em contexto apropriado, isto é, começando pelo reconhecimento e formulação do problema de engenharia, organizar sua descrição, discutir a viabilidade de sua solução e os possíveis caminhos para tal, buscar, estudar e desenvolver o que for necessário (conhecimentos, habilidades e técnicas) para resolver o problema, cuidar da gestão do projeto e dos processos de fabricação, estudar riscos e conseqüências, preparar e apresentar a documentação pertinente, e simular ou implementar um protótipo.

Um problema de engenharia é mais estruturado que um problema genérico, como os tratados em ABP. Ele é sempre relacionado a contextos concretos, quer situações econômicas e/ou sociais, quer questões técnicas. Neste caso, “projeto” é a concepção de uma solução e o planejamento de sua implementação, havendo ainda as etapas de implementação e gerenciamento. Na aprendizagem baseada em projetos não se exige estas duas últimas etapas. Ou, de uma forma sintética:

observação → modelagem → concepção → otimização → simulação →
implementação ou implantação → validação → comunicação.

Ou ainda, em uma seqüência pedagógica viável em condições escolares: contato com o cliente, definição inicial do problema, estudo da viabilidade técnica e econômica, montagem (escolha de soluções, planejamento e estudos de marketing), concepção (estudos e primeiros ensaios), apresentação e documentação, crítica do cliente (e do júri da disciplina), renegociação dos objetivos e restrições, estudo dos riscos e impactos (humanos, técnicos, econômicos, ambientais, condições legais e normativas, etc.), concepção detalhada (técnica e econômica, produto e processo de fabricação), realização, realimentação final com o cliente, preparação da documentação e apresentação final ao júri.

3. AS RAZÕES DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

A lista de razões para a aplicação da aprendizagem baseada em projetos é extensa. Boa parte dessas razões foi trazida à realidade dos cursos de engenharia apenas nos últimos vinte anos, apesar das propostas anteriores de SCHÖN (1987), e de uma experiência já antiga nos cursos de arquitetura e de artes plásticas. Talvez a grande dificuldade seja separar o aprendizado baseado em projetos do:

(a) aprendizado baseado em problemas – proposto, ao menos, desde o início do século XX (DEWEY 1933; KILPATRICK 1919), e implementado em profundidade no ensino de matemática (POLYA 1945) e, bem mais tarde, nos cursos de medicina (WALSH 2005);

(b) instrução técnica, “mãos na massa”, onde a resistência dos materiais físicos a serem manipulados e os protocolos rígidos são o grande problema, metodologia pedagógica nascida com o desenvolvimento das primeiras técnicas pela espécie humana e discutida

conscientemente desde Aristóteles, ao menos, e muito utilizada nos cursos técnicos (SENAI, CEFETs, por exemplo).

Já os elementos novos que trouxeram a ABPj ao foco das atenções dos cursos de engenharia foram:

- A mudança constante da tecnologia e dos problemas a serem tratados, isto é, o conhecimento científico e tecnológico sempre novo e ampliado, tornando mais importante o aprender a aprender que o domínio aprofundado de algumas teorias (DA SILVEIRA e SCAVARDA DO CARMO 1999; VEST 2006). Este ponto de vista foi lançado por Dewey (1933) na virada do século XIX para o século XX, mas tem se tornado muito mais importante ao correr dos anos.
- Novos problemas em que o conteúdo tecnológico, trazido pelo uso intensivo da informática, das telecomunicações e das redes de informação, e a necessidade de considerar múltiplas restrições e impactos (econômicos, ambientais, etc.) e de quantificá-los (ao menos para efeito comparativo), passaram a exigir modelagem matemática e procedimentos formalizados de análise e avaliação.
- A conseqüente ampliação do papel social do engenheiro, tratando problemas que agora transcendem a esfera técnica (DA SILVEIRA 2005; VEST 2006); e a conseqüente ampliação do público atingido – donde a necessidade de justificação diante de uma audiência cada vez maior – isto é, os engenheiros sendo chamados a assumir um novo e mais importante papel político e administrativo.
- A necessidade de trabalhar em equipes multidisciplinares, compreendendo e explicando-se a parceiros com outras formações, em um trabalho onde as diferentes esferas de atuação necessitam interagir profundamente.
- As mudanças no processo econômico e as exigências em torno do aumento do bem-estar geral levando à necessidade de formar engenheiros inovadores e empreendedores.
- A conseqüência educacional dos fatores anteriores sendo traduzida na forma de competências e atitudes a serem adquiridas ao longo da formação universitária, agora no centro da própria definição profissional (DA SILVEIRA 2005; MEC 2002),

As competências assinaladas atualmente transcendem de longe a formação do engenheiro tecnicista (que ainda tem seu lugar na indústria), chegando, inclusive, a tratar da formação de visão sistêmica e de visão de mercado, além de raciocínio estratégico. Por outro lado, a colocação em contexto – cuja função não se restringe à motivação dos alunos – é inexistente na metodologia tradicional.

O ensino tradicional, por conferências e exercícios acadêmicos, considera diretamente apenas conhecimentos, sendo organizado por conteúdos a serem explicados. Baseia-se na crença de que uma exposição clara das teorias e métodos, organizada segundo a lógica interna do conhecimento a ser adquirido, é suficiente para o aprendizado e a posterior utilização dos conteúdos ministrados. Baseia-se na ilusão de que a organização lógica do conteúdo é suficiente para que ele seja transmitido para os estudantes e absorvido por estes, isto é, a ilusão do ensinar o conteúdo à imagem da compreensão que o professor tem dele, resultado de toda a sua educação e experiência pessoal. As pesquisas educacionais, assim como nossa experiência como professores, afirma o contrário: cada estudante compreende de sua maneira, a partir de suas possibilidades e de suas concepções prévias, visando os seus próprios objetivos – em geral desalinhados com os do professor (BACHELARD 1998; BARUK 1985; BRUNER 1996; DEWEY 1933; DUVAL 1995; PIAGET 1995; SCHÖN 1987; WENGERS 1998).

Pedagogicamente falando, o aprendizado não pode ser projetado ou controlado, no máximo podemos facilitá-lo ou frustrá-lo. Da mesma forma, competências não se transferem nem se ensinam, são desenvolvidas pelos estudantes em resposta a contextos e desafios

apropriados, desde que o ambiente e os meios postos à disposição o propiciem. Esta é a essência da aprendizagem baseada em problemas e projetos.

A instrução não causa o aprendizado, apenas cria um ambiente no qual ocorre aprendizado (não necessariamente o desejado pelo instrutor). Isto é, aprendizado e ensino não estão necessariamente ligados: cada um deles pode ocorrer sem o outro, e nem sempre o que se ensina é o que é aprendido. Ou seja, o aprendizado não é um resultado direto do ato de ensinar, mas uma resposta a ele. Em verdade, é possível, apenas, criar condições favoráveis à construção das competências.

Por isso, as metodologias aqui discutidas (ABP e ABPj) só propõem a criação de arcabouços que sustentem o ambiente onde ocorrerá o aprendizado – e este será conduzido pelo próprio estudante: são métodos de aprendizado ativo. O caminho tomado pelo aprendizado de cada estudante não é controlável ou completamente previsível, cada um partindo de diferentes concepções prévias e plataformas (ou repositórios) de conhecimento próprias, e seguindo associações e interesses individuais. Assim, o professor deve agir de forma oportunista, aproveitando as chances abertas pelos estudantes, ouvindo dúvidas, acompanhando ações, e reagindo conforme o que aparece na situação de aprendizado. Não apresentar respostas a perguntas que não foram feitas: elas serão logo esquecidas por não parecerem significativas para os estudantes naquele momento – ou, como no caso de teorias muito abstratas, destituídas de significado.

Aprende-se por questionamento, reestruturação e correção (ou adaptação) de um conhecimento anterior (BACHELARD 1998). Aprender é inerente à natureza humana. Aprender é, antes de tudo, a capacidade de negociar novos significados diante das situações que nos exigem, em função de nossos interesses (WENGER 1998). No aprendizado emergem novas estruturas: a compreensão e as competências desenvolvidas ao longo da experiência. Ou melhor, o aprender é o emergir destas estruturas, mudando nossa capacidade de participar, de pertencer (de identificar-nos com grupos e papéis sociais), de negociar significados.

Negocia-se com a estrutura (lógica ou não) dos próprios conhecimentos, e negocia-se com a sociedade, representada pela comunidade de aprendizado (o que inclui o professor). Negocia-se um conhecimento diante de um novo objetivo que seja significativo e significativa para o estudante e para a comunidade de aprendizado (WENGER 1998). Mas trazer este processo e seu resultado à consciência é essencial para a sua integração ao conhecimento e à formação das competências. Daí a exigência das realimentações e das etapas de reflexão consciente, individual e em grupo. Só um “profissional reflexivo” pode enfrentar os problemas abertos (como definido acima) e reestruturar seu conhecimento para enfrentar novos problemas (SCHÖN 1987).

As metodologias pedagógicas ABP e ABPj dão mais importância à capacidade de reconhecer problemas e de saber onde procurar (ou como desenvolver) e de estudar os conteúdos e protocolos necessários para sua resolução. Faz parte desse conhecimento a capacidade de representação dos problemas e de orientação da busca de novas informações, mas não todo o conteúdo previsto na metodologia tradicional. Não há a pretensão de estabelecer uma lista completa de utilidades para o futuro.

Pesquisadores trabalham com esta última concepção de conhecimento (DA SILVEIRA E SCAVARDA DO CARMO 1999). São poucos aqueles que pretendem conhecer profundamente tudo, mesmo em sua área. Pelo contrário, é mais comum um certo desinteresse pelos assuntos que não afetam diretamente o tema de pesquisa atual do profissional. Esta economia de esforços é natural - só estudamos profundamente o que achamos que iremos necessitar adiante. No entanto, tendemos a achar importante para todos os estudantes o conteúdo que ensinamos ou que já utilizamos em nossos projetos ou pesquisas no passado. Portanto, devemos preparar os estudantes não para o nosso passado, mas para o seu futuro profissional!

Com o aumento e a mudança contínua do arsenal de técnicas e teorias à disposição dos engenheiros, o aprendizado tradicional chega a um limite, e precisa de uma mudança radical de ponto de vista (DA SILVEIRA 2001; DA SILVEIRA E SCAVARDA DO CARMO 1999). Esta é a proposição das metodologias pedagógicas ABP e ABPj: organizar o aprendizado a partir de problemas contextualizados, colocando os estudantes na situação concreta para sua resolução, onde as competências descritas acima tornam-se necessárias, entre elas a capacidade de busca das informações devidas.

4. DESAFIOS AO APLICAR A METODOLOGIA ABPj

A montagem de cursos completamente organizados em torno de projetos, seja a experiência radical da Universidade de Aalborg (DA SILVEIRA 2005), ou a organização do curso em torno de uma linha central de disciplinas de projeto, já foi realizada em algumas instituições de ensino. Por exemplo, o curso de arquitetura e urbanismo da PUC-Rio, o curso da Ecole Centrale de Lille, o curso da Université Laval (Canadá) (VALLIM 2008; DA SILVEIRA 2005). Nestes exemplos, houve a determinação da escola e um conjunto completo de professores organizando as disciplinas por projeto, algumas escolas contratando novos professores especialmente para esta tarefa. Disciplinas isoladas já foram organizadas (VALLIM 2008; DA SILVEIRA ET AL. 1998b), mas a grande dificuldade é o envolvimento dos professores tradicionais, em especial dos professores-pesquisadores (LAVAL 1997; DALLE ET AL. 2003; DA SILVEIRA ET AL. 2008).

A reação destes professores se origina de um conjunto de fatores diversos:

- Interpretação da ABPj como o uso de estágios internos ou aulas de laboratório convencionais (demonstrativas ou com roteiros pré definidos). Isto é, não chegam a compreender o novo paradigma pedagógico ou as novidades da metodologia inovadora. Os novos conceitos, como “competência”, são vistos como mero rephraseamento do que sempre foi feito.
- Desacordo político ou ideológico com as novas competências ou com a nova imagem da engenharia. Quer por serem contrários à “globalização”, quer por acreditarem que o apregoado novo papel do engenheiro é uma questão de moda (DA SILVEIRA E GAMA 2002). Notar que esta opinião usa como respaldo no fato de que os engenheiros mais tecnicistas formados até aqui estão empregados e continuam sendo necessários no mercado de trabalho.
- Dúvidas sobre a eficiência da nova metodologia. Afinal, os métodos tradicionais parecem funcionar na maioria dos casos: bons engenheiros parecem ser formados nas escolas atuais. As atitudes intuitivas que tomam em sala de aula parecem funcionar em boa parte dos casos, mesmo reconhecendo que as críticas ao ensino tradicional se aplicam a parte dos alunos ou quanto às novas exigências (competências, etc.). Diante desta percepção, é razoável considerar alto demais o risco de abandonar controles pedagógicos que lhes parecem eficientes, e grande demais o trabalho de adaptação a uma nova metodologia de resultados que lhes parecem dúbios.
- Dúvidas ainda mais fortes porque ainda não há experiências conclusivas sobre a nova metodologia, avaliando-a comparativamente com as formações tradicionais. As pouquíssimas avaliações existentes usam critérios que lhes são estranhos. Afinal, trata-se de uma mudança de paradigma sobre o que é conhecimento relevante (Silveira 1999) e sobre a atuação do engenheiro no momento atual e no futuro – a mudança apontada não sendo nem completa nem já estabelecida totalmente (DA SILVEIRA ET AL 2008b).
- Dificuldade psicológica de trabalhar dentro de uma estrutura que contradiz a própria formação. Esta dificuldade não é trivial, e assombrou e assombra ainda a maioria dos

professores dedicados a ABPj – não é fácil mudar formas de ensinar, sempre muito intuitivas, a não ser por um grande esforço intelectual transformado em mudanças da atitude psicológica.

- Dificuldade em abrir mão do espaço central que o professor ocupa na metodologia tradicional. Este espaço confere poder, controle e satisfação psicológica, ao mesmo tempo em que minimiza o risco de o professor se ver frente às suas próprias dificuldades.
- O aprendizado baseado em projetos conduz a equipes de professores, que devem interagir entre si mais fortemente que no caso de vários professores ministrando os mesmos assuntos. Professores, em geral não estão habituados a este tipo de trabalho.

Professores de engenharia, usualmente, não receberam formação pedagógica. Possivelmente poderiam aprofundar suas reflexões sobre o que se ensina de fato ou sobre a relação entre o que pensam ensinar e o que é de fato aprendido. Usam uma epistemologia implícita, conduzida pelo seu envolvimento profissional específico. Em universidades de pesquisa, a identificação principal do professor é com o papel de pesquisador e consultor ultra-especializado, não como engenheiro trabalhando em ambiente industrial/empresarial, que será a realidade futura da maioria absoluta de seus estudantes.

A avaliação do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) continua exigindo dos estudantes o domínio de conteúdos e a resolução de problemas acadêmicos em avaliações tradicionais. Isto é, a escola de engenharia será avaliada pela resposta tradicional. Qual será o resultado de expor alunos formados “por competências”, e tendo estudado as técnicas mais atuais para resolução de problemas, a um exame escrito que ignora a ambas?

Além disso, o sistema de avaliação de pesquisadores pelas agências de fomento não leva em consideração o eventual esforço pedagógico, ainda mais quando este envolve mudança de paradigma pedagógico.

As dificuldades inerentes ao aprendizado baseado em projetos ainda são grandes: dificuldade de avaliação individual, necessidade de trabalhar com equipes heterogêneas, abertura a um contexto não-acadêmico, mudanças na atitude pessoal (tutor no lugar de professor, não fornecer as respostas cedo demais, questionar no lugar de responder, tratar de problemas que não domina completamente), facilidade comparativa da metodologia tradicional (as aulas são organizadas anteriormente e à revelia dos estudantes reais, baseadas apenas na capacidade de comunicação do professor).

A passagem de uma metodologia a outra representa uma mudança na epistemologia pessoal (intuitiva) do professor, o que transcende a especificação de novos perfis de formação para engenheiros. O valor do conhecimento é definido pela sociedade, de forma sempre ambígua e externa à academia. Professor e escola resistem como um todo, dados que seus valores ainda são diferentes.

5. UMA METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO

Uma das idéias centrais do projeto LAPIN é partir dos laboratórios de pesquisa e aprendizado já existentes na universidade para a criação de disciplinas de projeto, integradas ao mesmo tempo ao curso de engenharia e às atividades dos laboratórios. E, com isso, organizar uma cadeia de formação de engenheiros inovadores (o que supõe novas competências), desde calouros até mestres e doutores.

Explicitamente, o projeto consta de:

- Estabelecimento de uma rede de laboratórios de inovação na PUC-Rio, que seja lugar de formação de engenheiros inovadores, desenvolvimento de inovações industriais,

divulgação da engenharia e despertar de vocações, teste de metodologias pedagógicas e currículos inovadores.

- A quase totalidade dos laboratórios integrantes do projeto já se encontra em funcionamento, devendo apenas ser equipado para abranger as funções acima descritas. Os temas de trabalho dos laboratórios os colocam no caminho de formação de boa parte dos alunos do curso de engenharia. Planeja-se, no futuro, estender a todos os alunos a abrangência do projeto.
- Nos laboratórios, alunos de graduação e de pós-graduação, técnicos e professores trabalham lado a lado, em torno de seus projetos disciplinares, sua iniciação científica e tecnológica, seus trabalhos de fim de curso, suas dissertações e teses, e de projetos inovadores para a indústria (de responsabilidade dos laboratórios).
- O laboratório deve ser um lugar de encontro entre os interesses da indústria, da pesquisa científica e dos alunos de graduação e de pós-graduação, constituindo uma cadeia de formação do calouro ao engenheiro inovador.
- Todos os trabalhos devem ser documentados e reunidos em um “berçário de idéias”, aberto à comunidade acadêmica através de um *site* apropriado (exceto os relatórios reservados sobre os produtos desenvolvidos para fins industriais).
- Em torno das atividades do laboratório serão organizadas as disciplinas de projeto aplicando o aprendizado baseado em projetos. O trabalho será apoiado nas atividades normais do laboratório, em especial a busca de temas apropriados para as disciplinas. Todos já abrigam turmas de Introdução à Engenharia (calouros) e estudantes de iniciação científica e tecnológica – sendo ao mesmo tempo dedicados ao desenvolvimento e pesquisa na sua área de competência.
- Montar uma estrutura de apoio pedagógico para instrutores e professores, formando equipes contando com a participação dos professores envolvidos e dos poucos já habilitados a trabalhar com ABP e ABPj. O laboratório passa a ser o lugar de desenvolvimento de novas táticas e estratégias pedagógicas e de formação (e elaboração) pedagógica.
- Uma cadeia de produção de inovações, do berçário de idéias aos produtos de interesse industrial.

Os problemas centrais são organizar as atividades de tantos níveis diferentes em um só ambiente – o que exige coordenação e equipe, a geração do sistema de documentação – cujo poder demonstrativo é essencial para o convencimento de todos e para a propaganda das idéias e princípios, e a formação pedagógica dos professores e instrutores. Para organizar estas tarefas e equipar os laboratórios para a diversidade de funções está sendo importante o aporte do projeto financiado pela FINEP. No mais, a PUC-Rio conta com experiência estabelecida, em especial a do Laboratório de Automação e Controle, que já atingiu a extensão desejada de suas atividades – repertoriadas, do ponto de vista pedagógico, nos artigos citados nas referências.

Evidentemente, o prestígio concedido pelo financiamento do projeto pelo programa FINEP/PROMOVE está sendo importante no convencimento dos professores participantes. Espera-se que os resultados obtidos venham a ser eficientes no convencimento futuro de todos os professores, se bem que serão resultados trabalhados e modificados – adaptados à realidade local – em relação à proposta teórica explicitada acima.

Estrategicamente, o projeto LAPIN não propõe a modificação do currículo de engenharia, nem apresenta grandes pretensões iniciais. Politicamente, começa com a transformação de algumas disciplinas existentes – e já integradas no currículo atual – e a criação de muito poucas novas disciplinas aplicando o aprendizado baseado em projetos. A novidade é sua

integração em laboratórios de pesquisa e desenvolvimento – concebidos como ambientes abertos à livre experimentação – e o caráter integrador das novas disciplinas. Isto porque, ao tratar problemas concretos de engenharia, as disciplinas de projeto precisarão fazer referência a conteúdos de muitas outras disciplinas, integrando-as em torno dos projetos e fomentando o raciocínio multidisciplinar.

Espera-se, assim, diminuir a resistência às novas metodologias (ABP e ABPj), ao mesmo tempo em que se abre tempo e espaço para desenvolvê-las no seio das atividades acadêmicas habituais. O seu sucesso e a sua adequação abrirá a possibilidade a futuras expansões, até uma articulação do currículo em torno de disciplinas de projeto.

A formação de engenheiros inovadores deve ser consequência do ambiente em que estarão imersos e do hábito de propor e buscar problemas de interesse industrial ou social.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação do LAPIN está ainda em seu início, com a maioria das tarefas específicas sendo delineadas no momento em que este artigo está sendo preparado. A principal novidade deste artigo é a estratégia de implementação buscando resolver eventuais resistências de professores, pouco a pouco, e a mudança do aprendizado dos estudantes pela transformação de atividades internas já existentes no curso de engenharia da PUC-Rio. Portanto, a idéia do convencimento dos professores é o trabalho coletivo por meio de equipes interdisciplinares e colaborativas, conforme o espírito das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do MCT e da FINEP através do edital PROMOVE Laboratórios de Inovação 06/2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1998.

BARUK, S. **L'Âge du Capitaine**. Paris: Éditions du Seuil, 1985.

BRUNER, J. **The culture of education**. Cambridge, MAS: Harvard University Press, 1996.

DALLE, D., DENIS, G., LACHIVER, G., HIVON, R. BOUTIN, N. E BOURQUE, S. **L'apprentissage par problèmes et par projets en ingénierie**. Sherbrooke, Canadá: Université de Sherbrook, 2003.

DA SILVEIRA, M. A. Conceitos, Sentido e Competências: Aplicando o Ensino Concorrente. **Revista Brasileira de Ensino de Engenharia** (ABENGE), v.20, n.2, dez. 2001, pp. 15-25.

DA SILVEIRA, M. A, COSTA, T., SCAVARDA DO CARMO, L. C. e PARISE, J. A. A Hand's-On Course for 500 Students: "Introduction to Engineering" in PUC-Rio. *In: Proceedings of the ICEE98*, CDROM. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1998. Disponível em www.ctc.puc-rio.br/icee-98.

DA SILVEIRA, M.A., GAMA, S.Z. Da Técnica à Análise de Custos: Moda ou Deslocamento Histórico da Engenharia?, *In: Anais do CBA2000*, CDROM. Florianópolis: UFSC, 2000.

DA SILVEIRA, M. A., PARISE, J. A. e CAMPOS, R. C. Project-Based Learning (PBL) Experiences at PUC-Rio and Brazil. *In: Proceedings PBL Research Symposium* (Preconference for SEFI2008), 2008. Disponível em <http://www.ucpbl.net>.

DA SILVEIRA, M. A. e SCAVARDA DO CARMO, L. C. Sequential and Concurrent Teaching: Structuring Hands-On Methodology. **IEEE Trans. Education**, Vol. 42, n. 2, pp. 103-108, May 1999.

DA SILVEIRA, M. A., SCAVARDA DO CARMO, L. C. e SILVA, E. M. **Inovação, engenharia e produção de conhecimento**. Apresentado para publicação, 2008.

DA SILVEIRA, M. A, DA SILVA, M. S., DE FREITAS, M. R. e KELBER, C. R. Interacting Example in Hand's-On Course with Electric Componentes and Equipment Industry. *In: 1998 Session Papers de la 37^{ème} Session de la CIGRÉ* (Conference International des Grands Reseaux Electriques à Haute Tension), CDRom, Volume "Links Universidades – CIGRÉ". Paris, França: CIGRÉ, 1998.

DUVAL, R. **Sémiosis et pensée humaine**. Berna, Suíssa: Peter Lang, 1995.

DEWEY, J. **How we think**. Lexington: D. C. Heath Co., 1933.

IEL (Instituto Euvaldo Lodi). **Inova engenharia: propostas para a modernização da engenharia no Brasil**. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 2006. Disponível em www.cni.org.br > publicações.

KILPATRICK, W. H. The project method. **Teachers College Report** (New York), Vol. XIX, n. 4, setembro 1918, p. 319-335.

LAVAL. **Sur le développement de la formation en conception et design dans les programmes de génie électrique et génie informatique**. Rapport d'étape du groupe ad-hoc de design du Department de Génie Electrique et Génie Informatique. Quebec, Canadá: Université Laval, 1997. Disponível em www.gel.ulaval.ca/~poussart/design.

MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia**, Resolução CNE/CED 11 de 11/03/2002, publicada no DO da União de 09/04/2002, Seção 1, p. 32, disponível em www.mec.gov.br.

OLSEN, O. **Projeto Engenharia, Brasil do futuro**. Apresentação na Iª Reunião Plenária do INOVA Engenharia, São Paulo, 23 de abril de 2007.

PIAGET, J. **Abstração Reflexionante**. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 1995.

POLYA, G. **How to solve it**. Princenton, MA: Princenton University Press, 1945.

PRADOS, J. Engineering education in the United States: past, present and future, ICEE-98 Keynote Address, **Proceedings of the ICEE98**, CDROM. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1998.

SCHÖN, D. A. **Educating the reflective practitioner**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1987.

VALLIM, M. B. R. **Um modelo reflexivo para a formação de engenheiros**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFSC, 2008.

VEST, C. M. Educating engineers for 2020 and beyond. *In* NAE/NSF, **Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century**. Washington, DC: NSF, 2006. Disponível em www.nap.edu/catalog/11338.html, 2006.

WALSH, A. **The tutor in problem based learning: a novice's guide**. Hamilton, Canadá: MacCaster University, 2005.

WENGER, E. **Communities of practice**. New York: Cambridge University Press, 1998

LAPIN: A PROGRAM FOR THE IMPLEMENTATION OF PROJECT BASED LEARNING

***Abstract:** In this paper we present the fundamentation of LAPIN program, which is in development at PUC-Rio engineering course. Its goal is the creation of a set of project based learning disciplines, a futur kernel for the entire course. The theoretical foundations and the description of project based learning are sketched. A deeper discussion about the implementation strategy is presented, considering faculty resiliency due to tradicional pedagogy habitudes.*

***Key-words:** Project based learning, Problem based learning, Faculty formation, Pedagogy of engineering*