

A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL) NO ENSINO SUPERIOR: O MODELO DA FACULDADE DE ENGENHARIA E AMBIENTE CONSTRUÍDO DA UNIVERSIDADE DE NEWCASTLE

Luis Roberto C. Ribeiro – luisrcr@iris.ufscar.br

Maria da Graça N. Mizukami – dmgn@power.ufscar.br

PPGE – Universidade Federal de São Carlos

Via Washington Luís, Km 235, São Carlos, SP, 13595-905

***Resumo:** Diferentemente das metodologias convencionais que colocam problemas de aplicação ao final da apresentação de um conteúdo, a Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (Problem-Based Learning) é uma metodologia instrucional que usa um problema para iniciar, motivar e focar a aprendizagem. Além de favorecer a aquisição de conhecimentos, pesquisas mostram que a PBL pode estimular o desenvolvimento de habilidades e atitudes consideradas importantes para a futura atuação profissional dos alunos. Este trabalho descreve e analisa a utilização da PBL na escola de arquitetura da Faculdade de Engenharia e Ambiente Construído da Universidade de Newcastle, NSW, Austrália, e traz algumas reflexões sobre a viabilidade de utilização deste modelo no ensino de engenharia no Brasil. Os dados deste trabalho derivam de observação participante de um ciclo completo da metodologia, de entrevistas não estruturadas com alguns atores do processo de ensino-aprendizagem e da análise de documentos produzidos pela escola e pelos alunos. Os resultados sugerem ser viável a implementação do modelo de PBL utilizado nesta instituição em currículos de engenharia, desde que as especificidades desta área de conhecimento e dos diferentes contextos educacionais e institucionais sejam consideradas.*

***Palavras-chave:** PBL, Aprendizagem baseada em problemas, Ensino de engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

Estudos recentes sobre os objetivos do ensino superior em geral e pesquisas sobre os atributos profissionais desejáveis de engenheiros parecem convergir para o desenvolvimento simultâneo de conhecimentos, habilidades e atitudes dos alunos. Por exemplo, Tynjälä (1999) traz um levantamento sobre a discussão atual sobre os objetivos do ensino superior, os quais incluem, de forma geral: (a) a capacitação profissional e a promoção da aprendizagem ao longo da vida, favorecendo-se a compreensão dos conhecimentos gerais e específicos, o pensamento crítico e a habilidade de pensar conceitualmente; (b) a preparação para o exercício profissional, integrando-se a teoria à prática, promovendo-se habilidades interpessoais e a capacidade de refletir sobre sua própria prática; e (c) a preparação para o mundo do trabalho em geral, desenvolvendo-se habilidades de comunicação oral e escrita, de refletir e de aprender a partir de situações práticas etc.

Estes objetivos são corroborados por pesquisas feitas junto a estudiosos, profissionais e empregadores de engenheiros (e.g. Moraes, 1999). Estas pesquisas apontam alguns atributos profissionais desejáveis, dentre os quais os mais citados são: (a) *conhecimentos*: em ciência e tecnologia, computação, administração de empresas, leis, impactos ambientais e sociais da tecnologia etc.; (b) *habilidades*: desenvolvimento de projetos, solução de problemas,

comunicação, trabalho em equipe, auto-avaliação e avaliação de pares etc.; e (c) *atitudes*: ética, integridade, responsabilidade para com colegas, sociedade e profissão, iniciativa, empreendedorismo, flexibilidade, motivação para o aprendizado autônomo e contínuo ao longo da vida etc.

Embora o mérito de uma formação integral possa ser percebido por muitas escolas de engenharia, permanece o desafio de operacionalizá-la de forma integrada. Isto é, como conseguir promover a aquisição de um corpo de conhecimentos crescente, complexo e mutável ao mesmo tempo em que se tenta desenvolver habilidades e atitudes gerais e específicas deste campo profissional? A resposta a este desafio não é uma tarefa simples e pode envolver mudanças estruturais amplas. Uma metodologia alternativa que pode responder a este desafio é a Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (*Problem-Based Learning*), conhecida, segundo Savin-Baden (2000), por oferecer aos alunos um meio de adquirir conhecimentos e desenvolver as habilidades e atitudes valorizadas na vida profissional sem a necessidade de disciplinas especialmente concebidas para este fim.

1.1 A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)

A PBL, originada na escola de medicina da Universidade McMaster, Canadá, nos anos 1960, é uma metodologia de ensino – diferentemente das metodologias convencionais que colocam um problema de aplicação ao final da apresentação de um conteúdo – que tem como característica principal um processo que utiliza problemas para iniciar e motivar a aprendizagem da teoria e promover o desenvolvimento de habilidades e atitudes necessárias à sua solução.

Embora concebida para o ensino de medicina, a PBL tem sido utilizada no ensino de outras áreas do conhecimento, inclusive engenharia (e.g. Hadgraft, 1993; Woods, 1996; Ribeiro et al., 2003), onde as especificidades de cada área e a natureza do trabalho futuro de seus alunos determinam os vários formatos da PBL. Além disso, embora originalmente implementada em todo o currículo, esta metodologia também tem sido utilizada como estratégia educacional parcial, isto é, em disciplinas isoladas dentro de um currículo convencional (e.g. Wilkerson & Gijsselaers, 1996; Ribeiro et al., 2003) ou mesmo em partes de disciplinas (e.g. Stepien & Gallagher, 1998).

Ainda que processo de solução de problemas varie de acordo com as especificidades da área ensino, todos os modelos de PBL têm em comum o fato de que o problema sempre antecede a teoria. O processo de solução original é composto do seguinte conjunto de atividades (Barrows, 2001; Engel, 1998): (a) apresenta-se um problema aos alunos que, em grupos, organizam suas idéias, tentam defini-lo e solucioná-lo com o conhecimento que possuem; (b) através de discussão, levantam os aspectos do problema que não compreendem; (c) priorizam então as questões levantadas pelo grupo e planejam quem, como, quando e onde estas questões serão investigadas para serem posteriormente compartilhadas; (d) quando se reencontram (dentro ou fora da sala de aula), exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema, e (f) depois de terminado o trabalho com o problema, avaliam a si mesmos e seus pares de modo a desenvolverem habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas

Mesmo pautada neste processo a PBL não objetiva somente a solução de problemas. Barrows (1996) sustenta que o objetivo desta metodologia não se reduz ao desenvolvimento de um processo eficaz e eficiente de solução de problemas, mas também inclui a aquisição de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas da vida real e a promoção de habilidades de trabalho em grupo e aprendizagem autônoma e atitudes tais como cooperação, ética, respeito pela opinião de outros etc.

De modo a atingir estes objetivos são necessárias mudanças em vários níveis, inclusive nos papéis dos alunos e do professor. Diferentemente do papel de transmissor de conhecimentos, na PBL o professor atua mais como tutor, orientador, facilitador e

coordenador do processo de ensino-aprendizagem e os alunos assumem um papel mais ativo, responsabilizando-se pela busca dos objetivos implícitos nesta abordagem instrucional.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Este trabalho descreve uma implementação da PBL no ensino de arquitetura na University of Newcastle, Austrália, analisa sua diferenciação com relação ao modelo original e reflete sobre a viabilidade de utilização deste modelo em currículos de engenharia no Brasil.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa, de natureza descritivo-analítica, foi realizada na School of Architecture da Faculty of Engineering and Built Environment da University of Newcastle, Callaghan, NSW, Austrália, durante quatro semanas nos meses de abril e maio de 2004. Este período compreendeu um ciclo completo da PBL, ou seja, da introdução de um problema até a discussão das soluções.

A turma continha 70 alunos de primeiro ano, dividida em grupos de 12 alunos supervisionados por um tutor (um docente da instituição ou profissional externo). Estes grupos permanecem os mesmos durante o semestre ou ano, havendo rotação de tutores. A formação dos grupos foi voluntária, após o primeiro problema (de indução à PBL) no início do curso. Os dados foram coletados através de observação participante (dos encontros gerais, i.e., entre a turma, coordenador e tutores, e entre um tutor e seu grupo), de entrevistas não estruturadas com os tutores e alunos e da análise de documentos produzidos para o curso, para o problema em questão e pelos alunos durante o processo de solução do problema proposto.

De forma a tornar clara a descrição que se segue, usaremos o termo 'tutor' para ser referir ao docente responsável por um grupo de alunos e 'coordenador' para designar o docente responsável pela concepção do problema em questão e pelo gerenciamento do processo como um todo (onde ele próprio atuou como tutor).

4. RESULTADOS

O texto que se segue descreve um ciclo da metodologia relacionado a um problema denominado *The Plan: Two Rooms*. Este problema faz parte de uma série de problemas (projetos) que são trabalhados dentro de um componente curricular denominado *Design Integration* (DI) que permeia todo o currículo da Escola de Arquitetura da Universidade de Newcastle (EA/UN). A importância deste componente dentro da grade curricular cresce na medida que os alunos progredem no curso. De qualquer forma, o ano letivo tem como ponto central estes problemas, concebidos de forma a cobrir um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes considerado importante pela instituição para o bom exercício profissional. A natureza e o formato do curso foram e são pautados em informações obtidas junto a arquitetos e empregadores destes profissionais na Austrália e negociados juntos aos órgãos responsáveis pela regulamentação e reconhecimento de cursos superiores na Austrália.

Estes problemas são inter-relacionados e diminuem em número e crescem em complexidade à medida em que se progride no currículo, culminando com um problema de grande porte no último ano. O conteúdo (conhecimentos, habilidades e atitudes) enfocados no DI pode variar durante o curso, porém este componente curricular contempla sempre trabalho autônomo na resolução de problemas em todos os anos. Os problemas ou projetos individuais são progressivamente revisados e discutidos em grupo, sob a supervisão de um tutor nos primeiros anos do curso. Nos anos posteriores são mais facilitados pelo tutor e no último ano, um tutor supervisiona cada projeto individualmente.

4.1 O trabalho com o problema

O primeiro encontro deste ciclo consiste da apresentação do problema, com a presença da turma e tutores em um espaço da escola denominado *Design Studio*, um amplo salão com um mezzanino, divisórias móveis, pranchetas, mesas, sofás, cadeiras etc. (de forma que o espaço pode ser rearranjado conforme as demandas das atividades), ocupado simultaneamente por alunos de todos os anos. O coordenador apresenta sucintamente o problema à turma e tutores, colocando seu objetivo: *“Promover a reflexão, a pesquisa e a proposição de um projeto esquemático para um ambiente de trabalho composto de dois cômodos em uma área rural, enfocando a relação entre os mesmos e entre eles e o ambiente circundante”*.

Após esta breve introdução o coordenador chama a ‘cliente’ (uma aluna do quinto ano fazendo as vezes de *“uma arquiteta atuante em Newcastle”*). Ela coloca as especificações do projeto e a forma de apresentação desejada (também disponibilizadas por escrito), que dão os contornos do problema e sinalizam os conteúdos (conhecimentos, habilidades e atitudes) a serem trabalhados neste ciclo. A ‘cliente’ também responde as perguntas mais específicas da turma, por exemplo: *“Que tipo de material você prefere?”* e *“Você tem alguma preferência com relação a cores?”*, improvisando ou deixando *“ao seu critério. Estou aberta a diferentes possibilidades e sugestões”*.

Terminada esta fase a ‘cliente’ se retira e o coordenador retoma o comando do processo, colocando algumas atividades e objetivos que a turma terá que cumprir durante este ciclo. Segundo um dos tutores, este problema faz parte do currículo do primeiro ano, embora sua contextualização difira, por exemplo: *“Ao invés do cliente ser uma arquiteta pode ser um dentista, algumas especificações e o local de construção também devem diferir...”* etc. Os conteúdos em cada problema derivam da negociação entre o coordenador do projeto e os professores das disciplinas (chamadas de *Sessions*) – os quais atuam como tutores e coordenadores de outros projetos em outros anos – que podem lhe indicar quais conhecimentos, habilidades e atitudes devem ser trabalhados em um dado projeto, tendo em vista os objetivos maiores do currículo. Portanto, a inclusão e integração de elementos dessas três categorias depende do estabelecimento e manutenção de um diálogo entre os docentes.

Este encontro termina com uma reunião entre os grupos e seus tutores. Neste momento o tutor retoma alguns pontos colocados pelo coordenador e a cliente, esclarece algumas dúvidas sobre conceitos a serem trabalhados neste ciclo e sobre as tarefas a serem cumpridas durante a primeira semana. Este procedimento se repete nos encontros subsequentes do DI, isto é, o tutor discute em grupo as idéias, estratégias, etc. dos alunos e esclarece suas dúvidas, em um processo contínuo de construção, desconstrução e reconstrução de seus projetos.

Embora nestes encontros o tutor e seu grupo discutam as produções individuais dos alunos, isto não compromete a originalidade e criatividade dos alunos, segundo o tutor: *“Mesmo assim os alunos acabam apresentando soluções bem distintas. Nestes anos todos de PBL eu tenho observado que, por exemplo, em um grupo de 12 alunos sempre tem mais ou menos quatro idéias bem diferentes entre si e as outras, devizações destas”*. À medida em que os alunos aprimoram seus projetos eles são discutidos mais detalhadamente, mas em todos os momentos, apesar de se certificar sempre de que determinados conceitos e especificações foram levados em consideração durante o processo de concepção dos *Two Rooms*, o tutor aceita a princípio todas as idéias, dando algumas indicações de implausibilidade ou dizendo: *“Tudo bem, mas você tem que estar preparado para justificar esta decisão”*. Na maior parte das vezes encoraja os alunos a correrem riscos, a serem criativos, a apostarem em idéias mais arrojadas – isto é, a aproveitarem o fato de ser um projeto de primeiro ano e, portanto, com menos limitações – mesmo quando contrariam alguns requisitos da ‘cliente’.

4.2 As atividades complementares

Durante as duas primeiras semanas do ciclo os alunos, em grupo, têm que cumprir algumas tarefas complementares (com prazos definidos e apresentação de trabalhos). Estas incluem uma pesquisa na biblioteca universitária e duas visitas externas na primeira semana. A pesquisa feita na biblioteca objetiva o conhecimento do trabalho de arquitetos contemporâneos famosos através de livros, monografias, meios audio-visuais ou eletrônicos, onde deverão anotar e re-desenhar plantas e modelos de cômodos feitos por eles.

A primeira visita externa consiste da ida dos grupos a escritórios de arquitetura em Newcastle (cada grupo a um escritório diferente sugerido pelo coordenador), já que os *Two Rooms* comporão um ambiente de trabalho para uma arquiteta: *“Como é o escritório? Como funciona? Quais são as atividades que lá acontecem? [...] O grupo deve observar as atividades, dimensões, equipamentos, necessidades de espaço, iluminação, relação entre os diversos ambientes do escritório...”*. Uma segunda visita é programada à propriedade rural nas cercanias de Newcastle onde os *Two Rooms* serão construídos, a qual deve ser explorada cuidadosamente pelos alunos de forma a escolherem, em grupo, o local da construção, caracterizando o terreno e o local escolhido (contornos, curvas de nível, vegetação, norte, ventos etc.).

Este ciclo ainda prevê algumas atividades de aprendizagem específicas, tais como o exercício de transposição: *“Baseando seu desenho em objetos, formas naturais, organismos...”*, o desenvolvimento de plantas e modelos esquemáticos, a concepção de *“16 idéias, rascunhos de plantas... podendo ser 16 idéias diferentes ou 4 idéias e 4 derivações destas etc. e a escolha justificada de 1 ou 2 delas...”*, a utilização de materiais de suporte, por exemplo: crayon, um dado tipo de papel etc.

4.3 As disciplinas de apoio

Além do DI a grade curricular dos alunos também é composta de algumas disciplinas de apoio cujos conteúdos versam sobre tópicos variados, por exemplo: desenho, estudos ambientais, ambiente urbano, habilidades de comunicação (relacionadas a projetos de arquitetura) etc. A alocação de tempo para essas disciplinas varia (e.g. em uma dada semana foram alocadas 4,5 horas ao DI e 7,5 horas às disciplinas), mas mantém-se dentro de um total de 12-15 horas de contato direto aluno-docente por semana. Este total, pequeno se comparado aos dos currículos de engenharia no Brasil, é fundamental para que os alunos/grupos tenham tempo para trabalhar em seus projetos e cumprir as tarefas propostas pelo coordenador do ciclo e docentes das disciplinas.

A natureza dos conteúdos das disciplinas e momento de sua inserção no currículo da EA/UN são pensados de modo a informarem os problemas em andamento, porém esta integração nem sempre é possível. Para o tutor: *“A disponibilização de conteúdos sob demanda [como ocorreria em um ambiente PBL ideal] seria impossível já que a administração da escola requisita um plano de atividades com pelo menos um ano de antecedência”*. Estas disciplinas podem ter a duração de um semestre ou mesmo um ano, mas sua quantidade e carga horária tendem a decrescer com a progressão no currículo. Os procedimentos didáticos e formas de avaliação utilizados nestas disciplinas variam, desde seminários e aulas expositivas a palestras com profissionais convidados e oficinas, ficando ao cargo de cada docente escolher aquele que melhor se adapta ao conteúdo de sua disciplina.

4.4 A avaliação do desempenho dos alunos

A avaliação dos alunos nesta implementação da PBL é articulada de forma que o desempenho dos alunos ao final do ciclo/semestre/ano seja avaliado através da soma de várias notas (0-100) dadas pelos docentes responsáveis pelas disciplinas e por aqueles recebidos nos projetos e relatórios das atividades complementares (com diferentes pesos). É importante

ressaltar que mesmo nas atividades em grupo os alunos apresentam seus trabalhos individualmente.

Esta forma de avaliação gera um total de “cerca de 12 notas individuais durante um semestre”, segundo um tutor, enfatizando que a avaliação nesta instituição não está ancorada na demonstração de habilidades ou memorização de conhecimentos. Especialmente com relação ao DI a avaliação é baseada na capacidade dos alunos de conceberem novas idéias, justificarem suas decisões (técnicas, ambientais, sociais, comerciais etc.), demonstrarem pensamento crítico, raciocínio etc.

Os critérios para esta avaliação são determinados pelo coordenador e tutores durante os primeiros anos, porém no quinto ano são concebidos pelos próprios alunos e negociados com os tutores e escola. A avaliação do projeto nos primeiros anos, como é o caso do *Two Rooms*, é feita por dois tutores, o tutor do grupo e um tutor de outro grupo. No último ano é feita por um painel de profissionais composto por um docente e o diretor da EA/UN, um docente de outra escola de arquitetura e de um arquiteto atuante.

O peso que a nota dada aos projetos tem na composição da nota final do aluno, em comparação com as notas de trabalhos de disciplinas etc., varia de acordo com o ano e a complexidade do mesmo. Segundo um tutor, no primeiro ano a nota de projeto compõe 25% da nota final, enquanto que no quarto ano esta proporção sobe para 50%. No último ano a avaliação do projeto compõe quase que a totalidade da nota do aluno.

5. DISCUSSÃO

Existem vários aspectos da abordagem PBL da EA/UN que podem ser discutidos à luz do modelo original e de uma possível implementação no ensino de engenharia no Brasil. Entretanto, é necessário enfatizar que a descrição acima não deve ser tomada como uma receita de implementação desta metodologia em escolas de engenharia, apesar de contemplar muitos dos requisitos colocados por Perrenet et al. (2000) para a utilização da PBL no ensino desta disciplina (e.g. maior direção por parte dos professores, uso de projetos de longa e curta duração etc.). Fica claro para os autores que este modelo de PBL responde somente às necessidades e particularidades do ensino dessa área de conhecimento nessa escola, visto que a PBL, mesmo quando utilizada em outras escolas da própria UN, o é de maneira diversa. Ademais, como este trabalho mostrou, esta abordagem não se caracteriza como um modelo pronto e acabado, já que apresenta aspectos que precisariam ser aprimorados.

Dois dos aspectos que diferenciam a abordagem PBL desta instituição do modelo original são o fato de ser centrado nos professores – já que são eles que concebem os problemas, definem os objetivos de aprendizagem e forma de apresentação dos resultados e aplicam os critérios de avaliação – e de ser respaldado por um conjunto pré-estabelecidos de disciplinas. Estes aspectos derivam tanto das especificidades desta área de conhecimento, onde a solução do problema é geralmente um projeto e não um diagnóstico, quanto da gênese da implementação da metodologia nesta escola em 1983/85.

Segundo um tutor, nessa época havia consenso sobre a necessidade de uma mudança (espelhada na adoção da PBL pela escola de medicina da UN), porém desejava-se que esta utilizasse os recursos e o potencial existentes. Assim, um dos procedimentos iniciais foi tornar a disciplina de desenvolvimento de projetos existente no currículo anterior, chamada *Design*, em um componente central do novo currículo e onde se daria a solução de problemas e a integração de conhecimentos. Para este fim foi-lhe alocada mais tempo, subtraído das outras disciplinas, que passaram a lhe dar de suporte.

Esta redução no conteúdo das disciplinas, segundo Kingsland (1993), não significou uma diminuição da qualidade de aprendizagem porque parte dos conteúdos foi transferido para o componente de integração e solução de problemas (DI). O importante para este autor é que foi disponibilizado tempo e espaço para que os alunos pudessem se dedicar aos projetos e os docentes conseguissem facilitar este processo. Assim, embora o tempo de contato direto e

avaliação dos alunos tivesse sido diminuído, os professores das disciplinas tiveram mais tempo disponível para atuar como tutores ou consultores dentro de suas áreas de especialidade.

Em muitos cursos de engenharia no Brasil, dependendo da instituição e especialidade, o trabalho com projetos só aparece no último ano, ficando ao critério dos alunos buscarem neste momento a integração de todos os conteúdos transmitidos anteriormente de forma compartimentada, não situada e dissociada da prática. Há também outros espaços nos currículos de engenharia em que se objetiva alguma integração, tais como os laboratórios, mas estes acabam se resumindo a momentos de aplicação e verificação de fórmulas e conteúdos estanques previamente ensinados. De fato, como acredita Salum (1999, p.113), a própria existência destes componentes curriculares e dos projetos de final de curso caracteriza “uma suposição de que, individualmente ou em pequenos grupos, os conhecimentos não têm sentido”.

De qualquer forma, parece que estes componentes presentes em muitos currículos de engenharia no Brasil, isto é, projeto de graduação e laboratórios, podem se constituir um componente de integração e solução de problemas em uma implementação da PBL, procedendo-se de forma similar à EA/UN. Pode-se valorizar o projeto de fim de curso e atribuir-lhe centralidade, alocando-lhe maior carga horária, trabalho em grupo etc., no último ano e, gradualmente, torná-lo presente nos anos anteriores, aproveitando os espaços das disciplinas de laboratório. No entanto, é necessário ressaltar que esta mudança gradual para a PBL não é consensual entre os professores da EA/UN: muitos acreditam-na difícil de ser atingida devido à inércia docente e institucional.

Entretanto, esta mudança curricular parece contar com várias dificuldades em cursos de engenharia. Primeiramente, a própria inexistência ou carência de laboratórios (locais de integração dos conteúdos e solução de problemas por excelência) frente ao número de alunos é considerada por Hessami e Gani (1993) como um obstáculo à implementação da PBL no ensino de algumas carreiras de engenharia (e.g. mecânica), quando se compara com a disponibilidade dos hospitais-escola no ensino de medicina. Mesmo assim esta dificuldade não desencoraja estes autores, que consideram a PBL mais interessante e motivadora, além de estimular a aprendizagem profunda, evitando o estudo somente às vésperas das provas, produzir engenheiros mais versáteis e dar a oportunidade aos alunos de entrarem em contato com problemas ‘reais’, preparando-os para a entrada na vida profissional e diminuindo os efeitos do ‘choque da realidade’.

Outra dificuldade está relacionada com os aspectos legais da mudança com relação à carga horária, que no ensino de engenharia no Brasil é entendida como horas de aula e laboratório. Este entendimento, segundo Salum (1999), está baseado em uma crença, comum à época da promulgação da Resolução 48/76, de que uma carga horária alta de contato direto preservaria a qualidade do ensino, já que muitas escolas não possuíam infra-estrutura capaz de respaldar o estudo independente do aluno (laboratórios, bibliotecas etc.). Porém, hoje, mesmo depois do crescimento das instituições de ensino superior (IES) e da publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia (MEC, 2002), que reforçam a necessidade de promover habilidades de estudo autônomo e de trabalho em grupo etc., a carga horária dos currículos continua alta.

Há pelo menos dois motivos aos quais se pode atribuir este *status quo*. Um deles é a difícil negociação entre grande parte das escolas ou departamentos de engenharia e os institutos ou departamentos que provêm o ensino das ciências básicas, o que não ocorre na EA/UN, cujas disciplinas sempre foram ministradas pelo seu próprio corpo docente. Outro obstáculo, interno às escolas, é conseguir convencer seus professores a reduzirem suas disciplinas, uma vez que muitos tendem a superestimar a relevância daquilo que ensinam. Assim, conseguir o comprometimento do corpo docente parece ser primordial nesta mudança.

O fato de esta metodologia de ensino demandar integração e diálogo entre os docentes também pode se configurar como uma dificuldade se consideramos a implementação da PBL

em cursos de engenharia, ou superiores em geral, no Brasil. Sabe-se que este diálogo é mal articulado neste nível educacional, haja vista que os docentes universitários via de regra concebem e ministram suas disciplinas isoladamente. De fato, observam-se poucas oportunidades e tentativas de comunicação entre os professores nas IES, mesmo quando pertencem à mesma escola ou departamento. As informações, quando compartilhadas, são geralmente pontuais e versam basicamente sobre o comportamento ou desempenho de determinados alunos ou turmas.

De qualquer forma, este diálogo por si só já seria um grande ganho para o ensino de engenharia, independentemente da metodologia adotada, na medida que, segundo Mizukami et al. (2002, p. 103), pode conduzir ao desenvolvimento profissional dos professores. A boa prática docente, segundo estas autoras, inclui, entre outros aspectos, saber “planejar – individualmente e em equipe – projetos curriculares, aplicar e desenvolver projetos, avaliar o ensino e tomar decisões tendo em vista sua melhoria, [...] desenvolver prática inovadora com os alunos, [...] e envolver-se permanentemente em atividades de conhecimento, melhoria e revisão da própria ação”.

A necessidade de atendimento de aspectos tais como o estabelecimento de diálogo etc. sinaliza que abordagens alternativas como a PBL podem demandar conhecimentos, habilidades e atitudes profissionais que não são inatos à maior parte do corpo docente, como sustentam Little e Sauer (1999). Estes atributos também não são normalmente exigidos e, conseqüentemente, pouco desenvolvidos em ambientes educacionais convencionais, indicando assim a necessidade de capacitação pedagógica inicial e contínua dos mesmos para atuarem eficazmente neste modelo. Isto é ainda mais relevante quando se pensa no contexto do ensino de engenharia no Brasil, onde quase a totalidade dos professores advém de bacharelados e programas de pós-graduação sem qualquer formação pedagógica. Estes professores geralmente pautam sua prática docente em suas vivências como alunos e experimentação (tentativa e erro), as quais podem gerar aprendizagens equivocadas.

A necessidade desses atributos ficou evidente neste trabalho quando se observou que, apesar de promover a discussão entre os alunos e entre eles e o tutor, a metodologia por si só não garante o envolvimento de todos alunos. Algumas vezes estabeleceu-se um diálogo entre o tutor e um aluno, mediado pelo seu projeto, sem a participação dos demais alunos nesta discussão. Outras vezes a discussão ficou limitada a uns trabalhos individuais porque alguns alunos não haviam atingido as etapas do projeto que seriam discutidas para aquele encontro. Sobretudo, é importante ressaltar que a PBL, como qualquer outra metodologia instrucional, não é uma panacéia para todos os males encontrados no ensino convencional: sempre haverá aqueles alunos que não participam por timidez, sobrecarga de trabalho ou mesmo desinteresse.

A falta de capacitação para gerenciar ou atuar nesta metodologia pode facilmente transformar um componente como o DI, apesar da disposição dos alunos em círculo etc., em uma aula expositiva, diminuindo os ganhos atribuídos à PBL. Mesmo pautada nas dúvidas do grupo – o que por si só já é uma vantagem significativa sobre as metodologias convencionais – essa exposição pode comprometer a obtenção de objetivos educacionais mais amplos implícitos na PBL, e.g. o desenvolvimento de habilidades interpessoais e comunicativas dos alunos, tais como trabalho em grupo, liderança, apreciação do trabalho de outros etc. Embora vistas como secundárias, estas habilidades são importantes para a atuação dos alunos de engenharia no longo prazo uma vez que é grande a probabilidade de estes profissionais assumirem posições administrativas dez anos após sua graduação (Hadgraft, 1993).

O mesmo se aplica às atividades e disciplinas de apoio, isto é, seu planejamento demanda grande interação entre os docentes. Embora seja possível encontrar visitas externas programadas em muitos cursos de engenharia, tais como visitas a fábricas, empresas, locais de construção etc., é necessário enfatizar que as visitas nesta abordagem demandam um planejamento mais cuidadoso, já que não são um fim em si mesmas, mas têm objetivos específicos associados à solução dos problemas.

Pode-se imaginar ainda que o diálogo entre os docentes também seja fundamental na articulação entre o componente de solução de problemas e as disciplinas de apoio. Apesar de os docentes das disciplinas na EA/UN terem que informar previamente o coordenador sobre quais conteúdos precisam ser trabalhados em um determinado ciclo para que haja a integração entre a teoria e a prática, a interação entre os docentes parece ser igualmente necessária durante todo o processo. Observou-se que em pelo menos um momento do ciclo os trabalhos pedidos pelos professores das disciplinas esvaziaram o DI. Este fato parece indicar que sem a visão compartilhada, e constantemente promovida, da centralidade deste componente e sem o diálogo entre a coordenação geral do curso e os docentes, o modelo PBL da EA/UN pode rapidamente retroceder a um processo de ensino-aprendizagem mais convencional.

A exigência da apresentação de muitos trabalhos além do projeto (relatórios de visitas, pesquisas em biblioteca, trabalhos das disciplinas etc.) também pode contribuir para este retrocesso na medida que os alunos podem vir a adotar estratégias de sobrevivência, buscando os fins independentemente dos meios. Estas estratégias foram observadas – apesar de restritas a alguns momentos do ciclo e com relação a alguns grupos – tanto pela baixa frequência dos alunos no DI quanto por demonstrarem nele maior interesse pelos requisitos de apresentação dos trabalhos e projeto do que na discussão do projeto em si. É desnecessário dizer que esta atitude, contrária ao princípio da PBL que valoriza o processo mais do que os resultados, pode acabar minando a importância do diálogo entre o tutor e o grupo, entre os alunos, entre a teoria e a prática favorecido durante este processo de construção e desconstrução dos projetos que se estabelece neste componente curricular.

Esta discussão também remete à forma de avaliação adotada por esta instituição. A avaliação dos alunos é um ponto bastante discutido na literatura sobre PBL, pelo fato de alguns autores considerem-na muito subjetiva. Aparentemente, a composição múltipla da nota final dos alunos da EA/UN, apesar de trabalhosa, concorre para a acuridade e objetividade da avaliação. Entretanto, embora facilite a avaliação do desempenho individual dos alunos, evitando a ocorrência de ‘caronas’, pode-se supor que a apresentação individual de projetos desestime o desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo (e.g. colocação e defesa de idéias, respeito por opiniões diversas, análise de alternativas, construção de consenso, tomada de decisões compartilhadas, auto-avaliação e avaliação de pares etc), atributos estes frequentemente citados em pesquisas de perfis desejáveis de engenheiros.

Dependendo do tipo de trabalho que se imagina para o futuro profissional, talvez seja interessante haver uma combinação de projetos individuais e coletivos (com grupos menores, 4-5 alunos). A forma de avaliação usada na EA/UN parece estar pautada em uma idéia de atuação centrada na imagem clássica do arquiteto-projetista trabalhando com projetos individuais mesmo quando associado a outros profissionais. Esta concepção pode coincidir com alguns contextos de atuação de um engenheiro civil, por exemplo, mas não corresponder ao trabalho normalmente realizado por engenheiros mecânicos ou de produção etc. no Brasil. O importante é entender que nesta metodologia todos os aspectos, desde o problema até a avaliação, devem ser pensados de forma a refletir a atuação profissional futura dos alunos.

6. CONCLUSÃO

Apesar de ter pontos que precisam ser aprimorados, a longa história da implementação da PBL na EA/UN atesta o sucesso de seu modelo. Este sucesso está relacionado à percepção compartilhada por docentes e administração, à época da implementação, de que uma mudança era necessária e, portanto, contou com o comprometimento destes atores desde o princípio. A valorização do ensino pelos docentes e administração também foi e continua sendo um fator importante de manutenção e aprimoramento da PBL nesta instituição. Este aspecto é particularmente relevante em contextos – tais como muitas instituições de ensino de engenharia no Brasil – nos quais a pesquisa é sobrevalorizada com relação ao ensino, talvez visto como um ‘mal necessário’.

De fato, a combinação desses dois fatores, isto é, percepção da necessidade de mudança e orientação para com o ensino por parte do corpo docente e administrativo, parece ser indicativa de sucesso na medida que pode contribuir para a superação das dificuldades da fase inicial da implementação e para a aderência aos princípios e procedimentos da metodologia em fases subseqüentes. Sem estes fatores, uma vez terminada a fase da novidade e confrontados com aumento de dedicação exigido pela PBL, é provável que os atores do processo (administradores, professores, alunos), por inércia ou outros motivos, tendam a retornar à sua prática anterior, acomodando-a à nova abordagem, que passa a existir somente no nível do discurso institucional.

Ademais, estes dois fatores parecem estar intimamente ligados entre si, ou seja, o descomprometimento com relação ao ensino pode levar à ausência de um processo de auto-avaliação sistemática por parte dos docentes e da instituição e, conseqüentemente, à percepção equivocada de que seu processo de ensino-aprendizagem não precisa ser melhorado. Esta percepção, além de demonstrar desequilíbrio no atendimento do princípio que rege as atividades de uma IES, isto é, a indissociabilidade entre ensino e pesquisa, também revela que o constante questionamento e aprimoramento, valorizado nas atividades de pesquisa através do método científico, está sendo negligenciado nesta função primária da universidade: o ensino.

Sobretudo, o sucesso da implementação da PBL ou de outras metodologias parece depender muito da capacitação dos atores para atuarem neste modelo. Inclue a preparação dos alunos, que geralmente vêm de um processo de escolarização baseada na transmissão e recepção passiva de conhecimentos, dos administradores e dos professores. Ou seja, o comprometimento intitucional para com o ensino, e para com a utilização de uma metodologia instrucional alternativa, também deve ser direcionado para a formação pedagógica inicial e contínua de seu corpo docente. Este trabalho parece mostrar que a atuação neste modelo por si não garante que um professor sem capacitação pedagógica vá atuar eficazmente dentro dos princípios desta metodologia instrucional.

De qualquer forma, embora não se apresentando como um modelo acabado, a abordagem à PBL da Escola de Arquitetura da Universidade de Newcastle parece ser passível de servir como modelo para cursos de engenharia. Afora algumas semelhanças entre o ensino dessas duas áreas de conhecimento, o que torna este modelo interessante para o ensino de engenharia no Brasil, ou no ensino superior em geral, é o fato ter sido concebido e implementado de modo a evitar estresse institucional e individual excessivo, partindo-se da estrutura curricular existente. Este é um bom argumento a ser usado numa atividade em que é preciso equacionar inúmeras expectativas, pressões e desafios à parcimônia no uso de recursos. Ademais, a riqueza dos projetos apresentados pelos alunos ao final do ciclo observado neste trabalho sugere que, apesar de suas falhas e dificuldades, esta abordagem.

Agradecimentos

Os autores são gratos aos professores Arthur Kingsland, John Roberts (a quem deve ser atribuída a concepção do problema e das atividades descritos neste trabalho), Michael Ostwald, Anthony Williams, Robert Cowdroy, Swee-Eng Chen, Mark Jones e demais membros do corpo docente e administrativo da Faculty of Engineering and Built Environment da University of Newcastle, NSW, Australia, por possibilitarem a realização desta pesquisa, e à CAPES pelo apoio financeiro, através do PDEE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROWS, H.S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). **Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice**. San Francisco: Jossey-Bass, p.3-12.

- BARROWS, H.S. (2001). **Problem-based learning (PBL)**. Disponível em: <<http://www.pbli.org/pbl/>>. Acesso em: 16/06/2001.
- ENGEL, C.E. (1998). Not just a method but a way of learning. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.). **The challenge of problem-based learning**. Londres: Kogan Page, p.17-27.
- HADGRAFT, R. (1993). A problem-based approach to civil engineering education. In: RYAN, G. (ed.). **Research and development in problem-based learning (v.1)**. Sidney: University of Sidney-Macarthur, p.29-39.
- HESSAMI, M.A.; GANI, R. (1993). Using problem-based learning in the mechanical engineering degree. In: RYAN, G. (ed.). **Research and development in problem-based learning (v.1)**. Sidney: University of Sidney-Macarthur, p.75-82.
- KINGSLAND, A. (1993). Problem-based learning: efficient, affordable, and stress-free implementation. In: RYAN, G. (ed.). **Research and development in problem-based learning (v.1)**. Sidney: University of Sidney-Macarthur, p.311-319.
- LITTLE, S.E.; SAUER, C. (1999). Organizational and institutional impediments to a problem-based approach. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.). **The challenge of problem-based learning**. Londres: Kogan Page, p.81-88.
- MEC (2002). **Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia**. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 20/06/02
- MIZUKAMI, M.G.N. et al. (2002). **Aprendizagem da docência: pesquisas e especificidades metodológicas**. São Carlos: EdUFSCar.
- MORAES, M.C. (1999). O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: VON LINSINGEN, I et al. (1999). **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica**. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, p.53-66.
- PERRENET, J.C. et al. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice, **Teaching in Higher Education**, v.5, n.3, p.346-360.
- RIBEIRO, L.R.C. et al. (2003). Uma experiência com a PBL no ensino de engenharia sob a ótica dos alunos. In: XXXI COBENGE, **Anais**, Rio de Janeiro, IME/UFRJ (CD-ROM).
- SALUM, M.J.G. (1999). Os currículos de engenharia no Brasil – estágio atual e tendências. In: VON LINSINGEN, I et al. (eds.). **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica**. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, p.106-116.
- SAVIN-BADEN, M. (2000). **Problem-based learning in higher education: untold stories**. Buckingham: Open University Press.
- STEPIEN, W.; GALLAGHER, S. (1998). Problem-based learning: as authentic as it gets. In: R. Fogarty, R. (ed.). **Problem-based learning: a collection of articles**. Arlington Heights, IL: SkyLight, p.43-49.
- TYNÄLÄ, P. (1999). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university, **Int. Journal of Educational Research**, v.31, p.357-442.
- WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (1996). **Bringing problem-based learning to higher education**. San Francisco: Jossey-Bass.
- WOODS, D. (1996). Problem-based learning for large classes in chemical engineering. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). **Bringing problem-based learning to higher education**. San Francisco: Jossey-Bass, p.91-99.

PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) IN HIGHER EDUCATION: THE MODEL OF THE FACULTY OF ENGINEERING AND BUILT ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY OF NEWCASTLE

Abstract: *Contrarily to conventional methodologies that place application problems after theories have been introduced, Problem-Based Learning (PBL) is an instructional approach that uses a problem to initiate, motivate and focus learning of content. Besides favouring the acquisition of knowledge, research shows that PBL may promote the development of skills and attitudes deemed as important to the students' future professional practice. This work describes and analyses the use of PBL in the school of architecture of the Faculty of Engineering and Built Environment, University of Newcastle, NSW, Australia, and offers some reflections on the feasibility of using this model in engineering education in Brazil. The data of this work derive from the participant observation of a complete cycle of the methodology, from unstructured interviews with the actors of the learning-teaching process and from the analysis of documents produced by the school and the students. The results suggest that it is viable to implement PBL model used in this institution in engineering education in Brazil provided that the specificities of this area of knowledge and of the different educational and institutional contexts are taken into account.*

Key-words: *PBL, Problem-based learning, Engineering education.*