

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE PBL NOS CURSOS DE ENGENHARIA

**Mariana Giannotti¹; Ana Claudia Neri²; Diego Silva³; Ivanice Schutz⁴;
José Aquiles Baesso Grimoni⁵; Osvaldo Shigueru Nakao⁶**

USP - Escola Politécnica
Av Prof Luciano Gualberto – travessa 3 - 380
CEP : 05508-970, São Paulo, SP

¹mariana.giannotti@gmail.com, ²anaclaudianeri@yahoo.com.br, ³diego_ecivil@yahoo.com.br,
⁴ivanice.schutz@terra.com.br; ⁵aquiles@pea.usp.br; ⁶osvaldo.nakao@poli.usp.br

Resumo: *Apresenta-se uma proposta de aplicação de PBL (Problem Based Learning) para cursos de Engenharia. A definição da proposta de aplicação de PBL foi desenvolvida a partir de levantamento de conceitos, entrevistas e reflexões a respeito do tema. Os conceitos da metodologia PBL foram levantados a partir de revisões bibliográficas e as experiências na sua aplicação foram conhecidas a partir de entrevistas com dois professores da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo -EACH no campus USP Leste que adotou essa metodologia. Como resultado chegou-se à conclusão que a aplicação do PBL no curso de engenharia auxiliaria no desenvolvimento de habilidades e competências compatíveis às exigidas pelo MEC, Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação de Engenharia (CNE/CSE 11/2002) e nas exigências do mercado de trabalho. Isto porque as principais habilidades desenvolvidas pelo PBL são: criatividade, senso crítico, auto-aprendizado e trabalho em equipe. Entretanto os maiores desafios para a implantação deste método são: altos custos, resultados em longo prazo e treinamento de professores e tutores.*

Palavras chaves: *Problem Based Learning(PBL),Curso de engenharia, Habilidades*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o mercado de trabalho vem exigindo mais do que, simplesmente, conhecimento técnico do profissional de engenharia. Habilidades como: criatividade, senso crítico, auto-aprendizado e trabalho em equipe são alguns dos requisitos demandados. Somada a isso, a evolução tecnológica promove a necessidade de uma atualização rápida de diversos conhecimentos a serem ministrados nas escolas de engenharia . Caminhando nessa direção a metodologia proposta, baseada no Problem Based Learning (PBL), procura desenvolver tais habilidades e a competência de se ter uma maior autonomia do estudante com relação ao conteúdo técnico que será exigido posteriormente no mercado de trabalho.

Acredita-se que algumas características do modelo educacional vigente, como: o currículo seqüencial, a fraca conexão entre disciplinas, o entendimento tardio sobre a relação entre disciplinas e o processo do projeto de engenharia, entre outros, não mais satisfazem às atuais necessidades educacionais.

Assim, para acompanhar essa crescente evolução do aprendizado na área da engenharia se faz necessário o desenvolvimento de novas técnicas ou métodos, que permitam um melhor acompanhamento dessas transformações.

O presente trabalho tem como intuito apresentar uma das metodologias utilizadas para auxiliar o processo de aprendizagem, conhecido como PBL (*Problem Based Learning*). Como o próprio nome diz, esta metodologia consiste no aprendizado baseado na resolução de problemas, sendo que tais problemas são criteriosamente escolhidos, levando-se em conta as particularidades de cada área do conhecimento na qual é implantada.

O PBL se desenvolveu inicialmente no ensino de medicina sendo que posteriormente se estendeu para outras áreas do ensino, incluindo a arquitetura, o direito, a administração, a educação e a engenharia (SAVERY e DUFFY, 1995).

Neste trabalho propõe-se um modelo de implantação de PBL para cursos de engenharia.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho envolveu as seguintes atividades:: a) breve revisão bibliográfica com vistas a conceitos, histórico, estrutura e principais características do PBL, b) entrevistas com dois professores da USP –Leste (Dr. Ricardo Uvinha e Dra. Ana Paula Fracalanza), c) proposta para a implantação do PBL em cursos de engenharia.

3. BASE CONCEITUAL

3.1 Conceitos

PBL é visto como uma abordagem para educar tanto pelo conteúdo programático constante dos currículos quanto pelo processo, onde problemas são cuidadosamente selecionados e desenvolvidos, demandando a aquisição de conhecimento crítico, proficiência em resolver problemas, estratégias de auto-aprendizado e habilidade para trabalhar em grupo. Os problemas devem reproduzir a abordagem de casos reais ajudando a enfrentar desafios que podem ser encontrados na vida real (BARROW e KELSON, 1992).

O PBL é uma estratégia pedagógica para contextualizar situações do mundo real, provendo recursos e base para o desenvolvimento de conteúdos e habilidades para solução de problemas (DUFFY e SAVERY, 1996).

3.2 Histórico

Esse modelo conhecido como PBL, foi inicialmente introduzido na *McMaster University Medical School*, do Canadá, no final dos anos 1960 e, em poucos anos, começou a espalhar-se por universidades de todo o mundo, principalmente em escolas de medicina. Uma característica geral dessas experiências na área médica é a idéia de um ensino centrado no próprio aluno, que muda o foco tradicional da relação em que o professor ensina e o aluno aprende. Assim a responsabilidade da aprendizagem passa a ser do aluno, tendo o professor o papel de orientador dos estudos.

Os mais conhecidos currículos estruturados em PBL são os dos cursos das áreas de saúde que por sua origem e as condições ideais de propagação pela natureza prática de tais cursos, existem desde a década de 1970. Nos últimos anos, porém, vêm aumentando consideravelmente a abrangência da literatura, que passa a discutir experiências de PBL em cursos de engenharia, ciências básicas, ciências sociais e humanas.

A divulgação do sucesso das experiências que utilizam os pressupostos do PBL vem levando as instituições e os autores comprometidos com esse modelo, a buscarem formas

mais abrangentes de definir os significados de uma educação baseada na resolução de problemas, que rompam com os sentidos tradicionais relacionados aos cursos de medicina, gerando um movimento de ampliação de seus significados que não permitam mais conceber apenas uma forma de se organizar os currículos por meio do PBL.

Na Europa, duas universidades criadas na década de 1970 organizaram seus currículos exclusivamente com base no PBL: as Universidades de Maastrich (Holanda) e Aalborg (Dinamarca). Hoje, decorridos trinta anos de sua implantação, tais instituições são referências internacionais desse modelo educativo, pela prática e experiência acumuladas nos vários campos de conhecimento.

Embora existam várias maneiras de adotar o trabalho com resolução de problemas, as bases teóricas e os princípios de aprendizagem são os mesmos: a ação do sujeito que aprende sobre os objetos de conhecimento e uma estrutura de ensino-aprendizagem que tem a experiência como base de sustentação.

3.3 Experiências Internacionais

Foi constatado durante o Congresso Internacional sobre PBL, realizado em julho de 2006 na cidade de Lima (Perú), que pelo menos 152 países apresentam cursos que utilizam a metodologia PBL.

HASSAN et al. (2004) fazem uma revisão sobre experiências de aplicação dessa metodologia em cursos de engenharia por vários países. Citam como exemplos os cursos na Inglaterra de engenharia química e eletrônica da University of College London (UCL) e da University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST); na Austrália em cursos de engenharia civil e mecatrônica; nos Estados Unidos e Canadá no programa de engenharia química da Mc Master University, e no curso de aeronáutica do Massachusetts Institute of Technology; na Dinamarca na Aalborg University; e na própria Malásia nas faculdades de química e engenharia de recursos naturais.

Durante a revisão de literatura foram encontrados 3 casos de aplicação da metodologia PBL no Brasil: na Faculdade de Medicina de Marília, na Escola de Engenharia da Universidade Federal de São Carlos e na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.. Além desses casos sabe-se que a Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (USP Leste) e a Pontifícia Universidade Católica - PUC de Campinas também utilizam a metodologia. A Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo estudou a possibilidade de implementá-la.

Pioneira na implantação da metodologia PBL para todo seu currículo no Brasil, a Faculdade de Medicina de Marília avaliou o desempenho de alunos dos 2º e 4º anos imediatamente após os ciclos de estudos sobre Nefrologia (ARAÚJO et al., 2001). Desses, 75 alunos de 2º ano, estavam utilizando a metodologia de ensino e aprendizagem baseado em PBL enquanto 82, do 4º ano, seguiam o modo tradicional. Apesar dos resultados, médias finais, apontarem para um desempenho superior dos alunos do 4º ano sob modo tradicional comparativamente ao de 2º sob PBL, não se constatou diferença significativa entre ambos os grupos com relação aos quesitos que mediram a profundidade do conhecimento adquirido, assim como quanto aos quesitos que mediram a capacidade de associação de conhecimentos entre diferentes áreas da medicina. Os autores apontaram para a categoria atualidade, como sendo a que mais influenciou negativamente para os alunos de 2º ano. Foi ainda constatado que este fato, pode sinalizar problemas relacionados à função tutorial, mais especificamente, à falta de indicação de periódicos muito utilizados pelos alunos do 4º ano. Somado a isso não se pode desprezar o fato que apesar da desvantagem de tempo de experiência dos alunos de 2º ano, sob a metodologia PBL, os mesmos apresentaram alguns níveis de competência similares.

NAKAO e FELÍCIO (2001) salientam a importância de se adotar estratégias de ensino pertinentes para o desenvolvimento de habilidades exigidas em um curso de engenharia. Neste artigo, os autores relatam uma experiência de aplicação de atividade baseada em resolução de problemas em um Instituto de Ensino Superior Privado localizado no estado de São Paulo. A atividade foi inspirada na experiência de alunos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e após a conclusão da tarefa, foi constatado o desenvolvimento de habilidades como: aumento de valorização técnica além de apresentarem maior capacidade de trabalhar em grupo e de conscientização social.

RIBEIRO E MIZUKAMI (2005), apresentam um estudo sobre a experiência de aplicação de PBL em estudantes de engenharia civil da Universidade Federal de São Carlos. Acreditando na capacidade da metodologia em contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades importantes para a prática profissional de engenheiros, o estudo, de natureza qualitativa, utilizou resultados de observação e questionário de avaliação final. Como resultado, os 51 alunos do 5º ano da Engenharia Civil, da Universidade Federal de São Carlos, avaliaram positivamente a metodologia PBL, principalmente com relação à promoção de desenvolvimento de habilidades para resolver problemas e trabalhar em equipes. Como dificuldade foi apontada a falta de tempo principalmente para o trabalho fora do horário de aula que deveria ser considerado no número de créditos da disciplina.

Avaliando a possibilidade de implantação da metodologia PBL para cursos na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, RODRIGUES E FIGUEIREDO (1996) concluíram que, para o sucesso de sua implantação, o PBL necessita de: espaço livre para o auto-aprendizado dos alunos com revisão do papel do docente no processo de ensino-aprendizagem; mudanças nos critérios de seleção dos alunos; investimentos financeiros em infra-estrutura; entre outros. E, portanto, caso fosse cogitada sua implantação para a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, seria recomendável que se restringisse a determinadas unidades, ou segmentos da estrutura curricular, para que posteriormente, a partir de uma avaliação criteriosa dos resultados, desse prosseguimento a ampliação da implantação da metodologia.

3.4 Estrutura e Dinâmica do PBL

O PBL pode ser caracterizado como um método onde uma seleção de problemas cuidadosamente construídos é apresentada a um pequeno grupo de estudantes (NORMAN & SCHMIDT, 1992).

Na área do conhecimento que se tem uma maior difusão do PBL, a da educação médica, geralmente parte-se da descrição dos problemas apresentados por um paciente, analisando suas queixas, histórico e sintomas. A tarefa do grupo de estudantes é discutir esses problemas e levantar possíveis explicações para o fenômeno, descrevendo cada um dos processos, princípios ou mecanismos.

Alguns pesquisadores consideram importante algum conhecimento prévio dos estudantes sobre o assunto que envolve o problema (NORMAN & SCHMIDT, 1992). Durante a discussão inicial, dilemas e questões que surgem podem ser usados como aprendizado (retro-alimentação do problema). Enquanto discutem o problema, o grupo é guiado por um tutor, geralmente um membro da faculdade, como por exemplo, um professor (NORMAN & SCHMIDT, 1992).

Contrário ao método convencional, que introduz problemas no processo de aprendizagem após os conceitos terem sido dados, o PBL utiliza o problema como motivação, foco e iniciativa de ensino.

Originalmente, o PBL é implementado em um currículo inteiro, guiado por um conjunto de problemas. Entretanto, existem alguns exemplos de sua implementação em disciplinas

isoladas em um currículo convencional, como é o caso da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo que a utiliza na disciplina *Introdução à Engenharia* em seu primeiro período letivo.

Assim, de maneira geral, na estruturação para a aplicação do método PBL é feita uma divisão em pequenos grupos, os quais são acompanhados por professores tutoriais. A partir da definição de assuntos relevantes é procedida uma divisão de tarefas na busca de fontes. Retorna-se ao problema tantas vezes quanto for necessário. Os conteúdos instrucionais são pré-estabelecidos e cumpridos de forma integrada. A forma de implantação pode ser plena ou por currículos paralelos ou em segmentos de grade curricular através de subgrupos de alunos.

BARROWS (2001) sintetiza os passos envolvidos na aplicação do método PBL, como sendo:

- ✓ Os alunos divididos em grupos discutem e delineiam as questões e aspectos do problema que não entenderam;
- ✓ Fazem uma priorização das questões e planejam quem, quando, onde e como as mesmas serão investigadas para posteriormente serem compartilhadas com o grupo;
- ✓ Quando os estudantes se reencontram, exploram o conhecimento adquirido e estabelecem novas questões conforme progredem na solução do problema;
- ✓ Depois de terminarem o trabalho, os estudantes se auto-avaliam e avaliam o processo como um todo;
- ✓ Problemas são baseados em casos reais;
- ✓ O problema deve ser introduzido antes de ocorrer o aprendizado;
- ✓ Estrutura adicional para o aprendizado é proporcional ao nível de experiência do estudante;
- ✓ Os grupos devem ser heterogêneos, facilitando assim a aquisição de dados múltiplos, possibilitando varias soluções possíveis para o problema apresentado.

3.5 Competências e habilidades requeridas e desenvolvidas

A seguir citamos algumas das competências e habilidades requeridas e desenvolvidas pela metodologia PBL:

- ✓ Capacidade de comunicação e relacionamento interpessoais;
- ✓ Maior facilidade em desenvolvimento e controle de processos;
- ✓ Capacidade de trabalhar em grupo;
- ✓ Maior facilidade de correlação do conhecimento adquirido com a realidade e com outras áreas do conhecimento;
- ✓ Desenvolvimento do senso crítico;
- ✓ Aprender a respeitar a opinião de outras pessoas;
- ✓ Desenvolvimento de habilidades emocionais e autoconhecimento.

3.6 Elaboração do Problema

No método do PBL, os problemas são cuidadosamente construídos e apresentados a um pequeno grupo de estudantes.

Geralmente o problema consiste na descrição de determinados eventos ou fenômenos observados, que necessitam de esclarecimento. No método PBL, os problemas devem replicar a abordagem de casos reais e ajudar a enfrentar desafios que podem ser encontrados na vida real (BARROWS E KELSON). Portanto, de forma resumida, seguem peculiaridades intrínsecas ao problema abordado em PBL.

- ✓ Problemas são baseados em casos reais;
- ✓ Problemas utilizados são complexos e devem apresentar múltiplos objetivos;

- ✓ O problema deve ser introduzido primeiro, antes de ocorrer o aprendizado;
- ✓ Procedimentos de aprendizado, fatos e concepções ocorrem com o contexto de encontrar-se uma solução para o problema;
- ✓ Estruturas do aprendizado são originadas a partir de questionamentos do tutor.
- ✓ O problema apresenta soluções que podem ser mutáveis durante o processo.
- ✓ Não há uma resposta fixa ou apenas uma resposta certa.
- ✓ Estudantes utilizam o processo para ganhar múltiplas perspectivas em soluções possíveis.
- ✓ O problema requer coleta de informações e reflexão.

3.7 Características do professor e do aluno

No PBL professores e alunos têm que se adaptar aos novos papéis que assumem, diferentemente do modelo convencional, onde o processo é centrado no aluno. Professores assumem o papel de facilitadores, guias, tutores, co-aprendizes e consultores profissionais. É também papel do professor incentivar os estudantes permitindo que participem ativamente do processo de aprendizagem, além de auxiliá-los a delinear os problemas, formular novas questões, explorar alternativas e tomarem decisões.

Por outro lado alunos devem ser responsáveis por sua aprendizagem que de acordo com WOODS (1995) envolve:

- ✓ Explorar o problema, gerar hipóteses, identificar e elaborar questões de aprendizagem;
- ✓ Tentar resolver o problema com o conhecimento atual e observar as impertinências do processo;
- ✓ Identificar o que sabem e o que precisam aprender para resolver o problema;
- ✓ Priorizar as necessidades de aprendizagem, estabelecer metas e determinar quais as tarefas cada membro do grupo irá cumprir.
- ✓ Efetivamente compartilhar o conhecimento a fim de que todos os membros absorvam o conhecimento adquirido pelo grupo;
- ✓ Aplicar o conhecimento para resolver o problema;
- ✓ Avaliar o novo conhecimento e o processo de solução utilizado, e refletir sobre o processo.

O método tradicional o aprendizado é centrado no professor, o conhecimento é adquirido de maneira gradual e a integração com o conhecimento é feita posteriormente; a exposição dos conhecimentos se faz de forma segmentada e eles são encadeados segundo proposta educacional previamente estabelecida, que evolui ciclo após ciclo.

Outra característica do método tradicional é que o aprendizado depende da motivação e auto-estima dos alunos, além de toda a responsabilidade do aprendizado estar centrada no professor.

Já a aprendizagem baseada em problemas o estudo é centrado no aluno, que é o sujeito ativo do processo com suas necessidades, sentimentos, problemas e expectativas. A vivência do aluno e a experiência prévia servem de instrumento facilitador do aprendizado para adquirir novos conhecimentos. Já o professor é um questionador neste processo, ao invés de só transmitir conhecimento e avaliar em seguida.

Na Tabela 1 são listadas algumas das vantagens, desvantagens e dificuldades da aplicação do método PBL.

Tabela 1. Vantagens e Desvantagens e Dificuldades do PBL

Vantagens		Desvantagens
Protagonismo do aluno		Tempo do processo (dinâmica longa)
Habilidades Desenvolvidas	Criatividade	Resultados mais a longo prazo
	Senso Crítico	Custos de implementação
	Auto-Aprendizado	
	Trabalho em Equipe	Dificuldades
Desafios associados a problemas reais da sociedade		Treinamento dos tutores
Introdução a metodologia científica		Sistema de avaliação

Na Tabela 2 segue uma comparação resumida entre os métodos PBL e tradicional.

Tabela 2. Métodos de Ensino-Aprendizagem: PBL X Tradicional

PBL		Tradicional
Centrado no Aluno (baseado no construtivismo)		Centrado no Professor
Aprendizagem	Conhecimento de Conteúdo	Conhecimento de Conteúdo
	Afetivo-Emocional	
	Habilidades	
	Atitudes e Valores	

Na Figura 1 apresenta-se o mapa conceitual sintetizando a metodologia PBL.

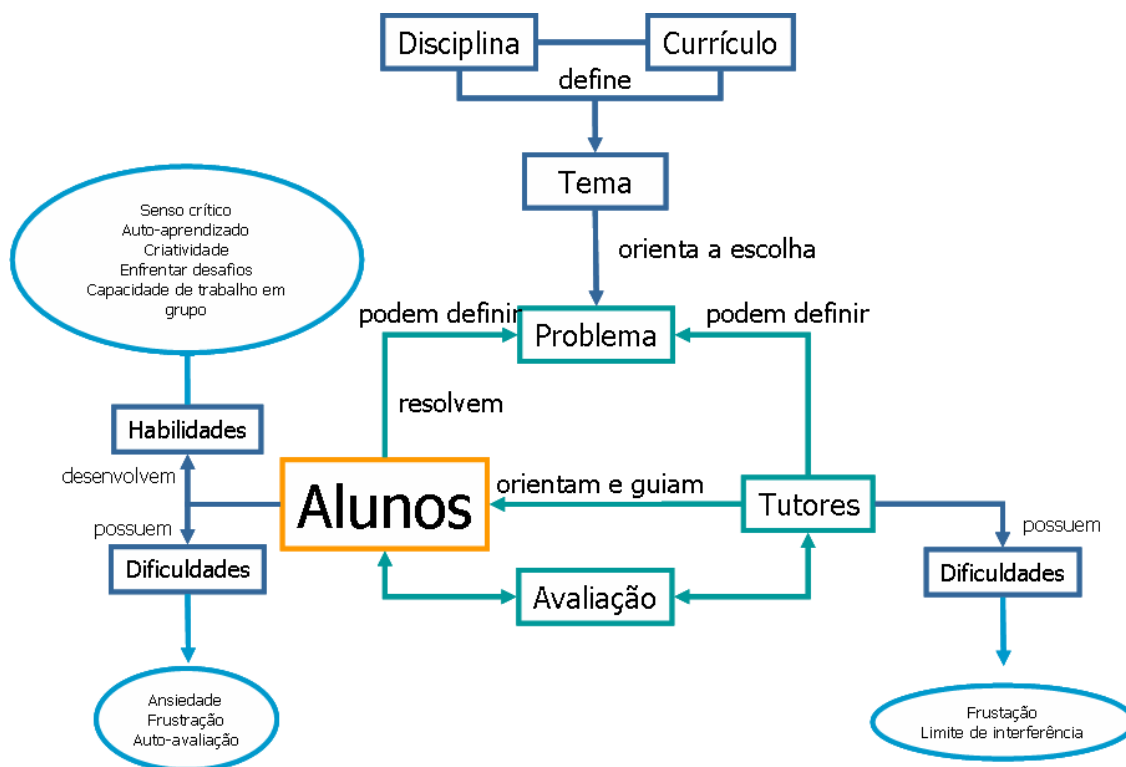


Figura 1. Mapa conceitual da metodologia PBL.

4. ENTREVISTAS

Foram realizadas duas entrevistas com professores da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH / USP Leste). Foram entrevistados:

1. Professor Dr. Ricardo Uvinha, da área de Turismo e Lazer, que teve experiência com PBL na Austrália quando realizou parte de seu programa de doutorado e foi coordenador e tutor da disciplina Resolução de Problemas da EACH / USP Leste.

2. A Professora Dra. Ana Paula Fracalanza, da área de Gestão Ambiental, que teve contato com PBL na EACH / USP Leste e participou como tutora em duas turmas da disciplina Resolução de Problemas.

Em ambas as entrevistas houve um esclarecimento geral do funcionamento da disciplina de Resolução de Problemas, parte integrante do ciclo básico dos cursos lecionados na EACH / USP Leste. Resumidamente todos os alunos, de todos os cursos da EACH / USP Leste, passam por um ciclo básico no primeiro ano envolvendo 3 disciplinas obrigatórias, dentre as quais a disciplina Resolução de Problemas (RP). Essa disciplina está presente nos dois primeiros semestres (RP 1 e RP2) sendo que a formação da turma, selecionada diretamente pelo Júpiter (sistema gerenciador de matrículas dos alunos da graduação da Universidade de São Paulo) conta com uma seleção interdisciplinar. Ou seja, em cada turma de 60 alunos existem pelo menos 12 alunos de cada curso, garantindo que no mínimo alunos de 5 cursos diferentes estejam alocados na mesma turma. Essa turma, após a escolha do tema a partir do qual será delineado o problema a ser estudado, é subdividida em 5 grupos. Cada grupo possui um orientador que é um professor de sua área. Esses 5 grupos podem ainda ser divididos, pelo tutor, em sub-grupos (dois por tutor), para facilitar o desenvolvimento e envolvimento no trabalho.

Com relação ao tema geral, a cada ano, são determinados pelo corpo docente três grandes temas, cuidadosamente escolhidos para abranger todas as áreas. São exemplos de temas gerais: i) prazer e diversidade, ii) valores e preconceito, iii) interatividade e sociedade (temas de 2006), ou ainda, i) qualidade de vida e ocupação espacial, ii) tecnologia e sociedade, iii) cidadania e desigualdades (temas de 2005). Para definir qual será, dentre estes, o tema geral adotado naquele ano há uma grande votação precedida de uma explicação, feita pelos professores tutores, sobre o que se trata cada tema. Após essa votação o tema vencedor é eleito o tema do ano que será seguido por todas as turmas e todos os grupos. Dentro desse tema “guarda-chuva” cada grupo e subgrupo deve então delinear seu problema, que deve ser correlato ao tema geral, mas que pode se especializar em algumas questões mais pertinentes ao interesse geral do grupo, de acordo com a formação que pretendem obter.

As tarefas que cada grupo tem que cumprir na disciplina compreende a entrega de textos e apresentação oral de acordo com as seguintes etapas:

1. A elaboração de um projeto, padrão Fapesp, que deve ser entregue e apresentado a uma banca em um prazo previamente determinado.

2. A elaboração de um relatório final, também padrão Fapesp, que deve ser entregue e apresentado não apenas para uma banca, mas sim para toda a comunidade convidada (incluindo membros de fora da universidade que participaram de alguma forma da pesquisa e são convidados para assistirem aos resultados do trabalho desenvolvido). Além disso, o resultado fica exposto na forma de poster para que possa ser posteriormente consultado.

A dinâmica de trabalho dos grupos é orientada pelos tutores para que prazos sejam respeitados de maneira que todos os grupos consigam cumprir as atividades necessárias, e a contento. A divisão de trabalho dentro dos grupos respeita uma hierarquia de cargos, cargos esses que são rotativos conforme o encaminhamento dos trabalhos. São três os cargos: i) líder, ii) 1º secretário e iii) 2º secretário. A rotatividade de cargos constitui uma oportunidade para que todos desenvolvam habilidades requeridas por cada cargo, como por exemplo,

liderança, capacidade de síntese e comunicação, responsabilidade de manter o grupo informado, entre outras.

Após o tema geral ter sido eleito e os grupos subdivididos os trabalhos passam a ser realizados em salas especiais para a dinâmica de trabalho requerida pela metodologia PBL, ou seja, há uma estrutura física própria para o desenvolvimento dos trabalhos. Cada grupo se aloca em uma sala, menor que a sala de aula convencional e adequada ao tamanho do grupo. Esta sala possui uma grande mesa de reuniões, apropriada para discussões e equipada com um computador com acesso à internet.

O método de avaliação da disciplina é composto por uma série de notas e sofreu ajustes nesses últimos anos de acordo com as necessidades apontadas pela experiência. Uma das alterações consistiu em diminuir o peso atribuído à auto-avaliação, segundo sugestão dos próprios alunos que sentiam uma homogeneização das notas da forma a qual estava sendo calculada. Basicamente são 5 avaliações: i) auto-avaliação, com peso x_1 ; ii) avaliação do tutor ao aluno, com peso x_{10} ; iii) avaliação do tutor ao grupo, com peso x_{10} ; iv) avaliação do grupo ao aluno, com peso x_1 ; e, v) avaliação da banca ao grupo, com peso x_3 . Essa composição de notas é distribuída pelos dois momentos, projeto e relatório, sendo 30% e 70% a contribuição de cada um, respectivamente.

Somados a esses comentários gerais alguns comentários específicos de cada entrevista merecem ser ressaltados. O Professor Ricardo Uvinha, por exemplo, mencionou o congresso internacional de PBL que aconteceu em 2006 no Peru onde 52 países participaram. Comentou ainda que a questão do método de avaliação constitui uma das dificuldades mais comentadas nesse congresso juntamente com a questão da falta de orçamento específico tanto para a estrutura física como para os trabalhos de campo. Em outras universidades a avaliação por vezes está centrada na medida de outras habilidades desenvolvidas e não especificamente o projeto, ou seja, a nota do projeto é menos relevante comparativamente a outras notas relacionadas a comportamento, por exemplo, o que enfatiza a preocupação centrada mais no processo do que no resultado final materializado pelo projeto. O delineamento do problema também difere para cada universidade, sendo em alguns mais fechado enquanto em outros muito aberto. Ele classificou a situação da EACH / USP Leste como um meio termo desses dois casos. A resistência do aluno ao método e sensação de frustração do professor são comuns não apenas ao caso brasileiro, mas também nas experiências no exterior.

Especificidades da entrevista da professora Dra. Ana Paula Fracalanza referiram-se mais a visão das dificuldades de quem se deparou pela primeira vez com o método e necessidade de implementá-lo. Um dos pontos mais ressaltados em sua entrevista referiu-se a questão da interferência do professor. Dado que não houve um treinamento prévio, que os professores apenas receberam um material de referência explicando de forma geral o que era o PBL, e tiveram a oportunidade de discutir sobre o método em algumas reuniões, foi no momento da implantação, que as dúvidas de condução da disciplina surgiram, e tiveram que ser ajustadas conforme o caminhar das atividades.

A orientação inicial que os professores/tutores receberam foi de não intervir na discussão dos alunos, ou intervir o mínimo. O problema é que diferentes professores interpretaram esse mínimo de intervenção de forma diferente. Isso foi constatado na primeira apresentação da primeira disciplina de resolução de problemas, quando houve uma grande diferença entre o nível do projeto de cada grupo, o que gerou um desconforto enorme tanto para professores quanto para os alunos.

Diagnosticando o problema concluiu-se que alguns professores levaram a fundo à instrução da não intervenção e se seguraram, enquanto outros, entendendo que o trabalho não se desenvolveria caso não houvesse um direcionamento das atividades, realmente influenciaram no andamento das atividades. No primeiro caso, da extrema não-intervenção, o projeto apresentado não possuía nem a estrutura básica de um projeto científico com

objetivos, metodologia, resultados esperados, cronograma de atividades e bibliografia, contrastando fortemente com outros projetos em que o tutor não apenas conduziu as discussões como também explicou como era um projeto, quais eram os requisitos necessários, ou até mesmo definindo alguns termos para que os alunos se familiarizassem como, por exemplo, o que significa a hipótese de um trabalho.

Diante disso, professores se reuniram e em consenso concordaram que para chegar a um nível mínimo de qualidade, dentro do prazo e número de horas disponível, seria necessário estabelecer uma diretriz mínima aos alunos para o desenvolvimento do trabalho.

Outras peculiaridades interessantes citadas nesta entrevista com relação ao desenvolvimento dos trabalhos referiram-se a possibilidade de considerar-se a mesma área de estudo para todos os grupos, ou seja, a convergência da área de estudo respeitando a individualidade da temática do problema de cada grupo que deve ser correlata apenas ao tema geral. Fato que proporcionou uma maior integração entre os grupos e resultados mais interessantes comparativamente à turma cuja área de estudo não foi pré-determinada. Além disso, as diferenças de evolução dos grupos diante da composição de membros com maior ou menor experiência que impulsionavam ou retardavam o desenvolvimento dos trabalhos.

Para a professora, a proposta de aplicação da metodologia PBL que inicialmente era uma aposta sem muita expectativa do que seria o resultado, ao final do primeiro ano já parecia ser bem recebida, de forma geral, pelos colegas professores que assumiram papel de tutores. Uma das conseqüências desse fato se deu na propagação dessa metodologia de ensino-aprendizagem para outras disciplinas em outras etapas de alguns cursos, como o de Gestão Ambiental, por exemplo.

Questionado sobre a fragilidade dessa questão da intervenção do tutor, o professor Ricardo Uvinha comentou que, para ele, a condução da discussão deveria ser feita de forma a direcionar os alunos para a conceituação correta, sem, no entanto, apresentar definições aos alunos sem que antes eles mesmos fossem investigá-las. Em outras palavras, o mediador, não deveria promover o conhecimento e sim condições para busca. Ilustrando novamente com o exemplo da definição do que é uma hipótese, o tutor poderia indicar livros e referências de onde se pode encontrar o que é uma hipótese, os responsáveis por essa procura devem então trazer ao grupo o resultado da pesquisa feita, o grupo deve debater e se posicionar com relação ao entendimento de cada um diante do que foi colocado e o tutor apenas direciona a discussão para que a conceituação correta seja alcançada.

Para concluir as entrevistas, pontos que convergiram de forma geral entre as duas entrevistas com pequenas diferenças com relação à prioridade em que foram citadas referiram-se aos objetivos da disciplina Resolução de Problemas e às dificuldades encontradas. Foram citados como objetivos, nessa ordem de importância, durante a primeira entrevista realizada: i) introdução ao método científico; ii) integração dos alunos; iii) desenvolvimento do protagonismo do aluno. Já na segunda entrevista os objetivos foram citados na seguinte ordem: i) promover a iniciação acadêmica e científica; ii) desenvolver habilidades (trabalho em grupo, protagonismo, etc); iii) promover aos alunos a possibilidade de participar de um trabalho de extensão com a comunidade. Dentre as dificuldades foram citados na primeira entrevista: i) a diferença entre professores na interpretação do método (grau de intervenção); ii) a administração de conflitos entre os alunos e iii) a forma de avaliação. Já na segunda entrevista foram citados: i) falta de infraestrutura, como biblioteca com amplo acervo e referências de apoio.

5. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PBL EM CURSOS DE ENGENHARIA

A partir dos conceitos, experiências e reflexões acima citados segue uma proposta de disciplina, baseada na metodologia PBL, a ser aplicada ao primeiro ano de escolas de engenharia.

Objetivo da disciplina: desenvolver habilidades importantes para a formação do engenheiro segundo demandas do atual mercado de trabalho, quais sejam: protagonismo, liderança, capacidade de trabalhar em grupo, criatividade, desenvolvimento de senso crítico, habilidade para produzir projetos de pesquisa científica e responsabilidade social.

Cada turma seria subdivida em grupos e subgrupos de alunos, cada qual orientado por um tutor, sendo um desses tutores responsável pela coordenação geral da turma e dos grupos de trabalho.

Em cada grupo seriam definidos cargos rotativos de trabalho, dentre os quais: 1 líder, responsável por distribuir e gerenciar a execução de tarefas; 1 redator, responsável por documentar todas as discussões, decisões e assegurar a edição final de projeto e relatórios; 1 relator, porta-voz do grupo que deve comunicar as decisões perante a turma e apresentar os resultados obtidos no trabalho.

Os tutores devem receber um treinamento, proporcionado por profissionais que já tenham essa experiência de trabalho com a possibilidade de um monitoramento constante, com reuniões de acompanhamento durante o desenvolvimento do trabalho para a discussão dos resultados das avaliações realizadas e as dificuldades enfrentadas durante no transcorrer da disciplina.

O problema deve ser delineado dentro de temas gerais correlatos a problemas da sociedade (Exemplos para a engenharia: avaliação do transporte público, fontes alternativas de energia, etc).

Os produtos esperados de cada grupo seriam: 1 projeto com especificação de materiais, métodos, cronograma de execução e resultados esperados; e 1 relatório final, entregue em formato de texto e oralmente através de apresentação para uma banca avaliadora, composta por um professor interno, um representante externo e o coordenador da turma, sendo esta ainda aberta para a comunidade

As avaliações de alunos devem ser periódicas dentro de uma composição de notas envolvendo: auto-avaliação; avaliação do tutor ao aluno; avaliação do tutor ao grupo; avaliação do grupo ao aluno; avaliação da banca avaliadora ao aluno.

Outra possibilidade seria a adoção do utilizado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e relatado por NAKAO e BRINATTI (2007a) e (2007b).

6. CONCLUSÕES

O método PBL consiste na formulação cuidadosa de um problema (caso real) e sua aplicação em um grupo de alunos para solução do mesmo. A base desta metodologia é: o “conhecimento centrado no aluno” e a mesma pode ser aplicada em disciplinas individuais ou na totalidade de um curso de graduação.

A justificativa da disseminação desta metodologia em cursos de engenharia está baseada na insatisfação com o método tradicional, onde o conhecimento está centrado no professor, e na possibilidade de desenvolver habilidades e competências compatíveis às exigidas pelo MEC, expressas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação de Engenharia (CNE/CSE 11/2002) e nas expectativas do mercado de trabalho.

As principais habilidades desenvolvidas pelo PBL são: criatividade, senso crítico, auto-aprendizado e trabalho em equipe. Enquanto que os maiores desafios para a implantação

deste método são: altos custos, resultados em longo prazo e treinamento de professores e tutores.

Depois de uma reflexão do tema e contato com a realidade da implantação do PBL conclui-se que os resultados da aplicação do método têm sido positivos e que o mesmo apresenta uma alta eficácia e eficiência quanto ao desenvolvimento das habilidades e competências exigidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação de Engenharia (CNE/CSE 11/2002) do MEC, e pelo mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I.M.; ARAÚJO, R.C.T.; GRÁCIO, M.C.C. **Avaliação do aproveitamento do aluno em nefrologia**: estudo comparativo entre o método expositivo tradicional e o método de aprendizado baseado em problemas, v. 25; n. 3; p. 44-55, 2001.

BARROWS, H.S. Disponível em www.pbl.org. e acessado em 20 de agosto de 2006. CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção1, p.32.

DISTLEHORST, L.H.; DAWSON, E.; ROBBS, R.S.; BARROWS, H.S. Problem-based learning outcomes: the glass half –full. **Academic Medicine**, v. 80; n. 3; p. 294-299, 2005

HASSAN, M.A.A.; YUSOF, K.M.; HAMID, M.K.A.; HASSIM, M.H.; AZIZ, A.A.; HASSAN, S.A.H. A review of problem-based learning application in engineering education. In: CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, 2004, Kuala Lumpur. **Proceedings**. p. 18-20, 2004

NAKAO, O.S.; FELÍCIO, J.R.D. Como despertar a capacidade de resolver problemas, a habilidade de trabalho em equipe e a responsabilidade social em alunos do primeiro ano de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO EM ENGENHARIA, 29, 2001. **Anais**. Porto Alegre: PUC-SP, 2001. CD-ROM.

NAKAO, O.S.; BRINATTI, H.L. Como incorporar e explorar processos de avaliação em sintonia com as novas perspectivas pessoais e profissionais, em disciplinas de um curso de Engenharia In: Marcos Tarciso Masetto. (Org.). **Ensino de Engenharia** - técnicas para otimização das aulas. São Paulo: Avercamp, 2007a.

NAKAO, O.S.; BRINATTI, H.L. Evaluation Processes in Tune with New Personal and Professional Perspectives. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, 2007, Coimbra. **Proceedings**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2007.

NORMAN, G.R.; SCHMIDT, H.G. The Psychological Basis of Problem-based Learning: A Review of the Evidence. **Academic Medicine** v. 67 (9) p. 557-565. 1992.

RIBEIRO, L.R.C.; MIZUKAMI, M.G.N. Student Assessment of a Problem-Based Learning Experiment n Civil Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**. p. 13-18. 2005.

RODRIGUES, M.L.V.; FIGUEIREDO, J.F.C. Aprendizado centrado em problemas. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 29; p. 396-402. 1996.

SAVERY, J.R.; DUFFY, T. (1996). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. In B. Wilson (Ed.), **Constructivist learning environments: Case studies in instructional design** (pp. 135-148). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

A PROPOSAL FOR PBL APPLICATION IN ENGINEERING COURSE

Abstract: *This paper presents a proposal for implementing PBL (Problem Based Learning) for Engineering courses. The definition of the proposed PBL implementation was developed from a survey of concepts, interviews and reflections about the theme. The concepts of the PBL methodology were raised from literature reviews and interviews from practical application at the Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo - EACH - USP Leste. The results led to the conclusion that the PBL application in engineering courses would help the development of abilities and skills compatible to those required by MEC, National Curricular Guidelines for Graduate Engineering Courses (CNE / CSE 11/2002) and the market's requirements. This due to the main skills developed by PBL: creativity, critical judgment, self-learning and teamwork. However the biggest challenges for the implementation of this method are: high costs, results in long-term and training of teachers and tutors.*

Key-words: *PBL (Problem Based Learning), engineering course, skills*