



## UMA EXPERIÊNCIA COM A PBL NO ENSINO DE ENGENHARIA SOB A ÓTICA DOS ALUNOS

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

UFSCar, PPGE, Departamento de Metodologia de Ensino  
Via Washington Luiz, Km 235, São Carlos, SP

**Edmundo Escrivão Filho** – edesfi@prod.eesc.sc.usp.br

USP, EESC, Departamento de Engenharia de Produção  
Av. do Trabalhador Sancarlense, 400, São Carlos, SP

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

UFSCar, CECH, Departamento de Metodologia de Ensino  
Via Washington Luiz, Km 235, São Carlos, SP

***Resumo:** Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (Problem-Based Learning) é uma abordagem educacional que, ao contrário do modelo convencional que coloca um problema de aplicação ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo, usa o problema para iniciar e motivar a aprendizagem. Além de promover a eficácia do processo ensino-aprendizagem, facilitando a aquisição dos conhecimentos necessários para a atuação em engenharia, esta metodologia pode também contribuir para o desenvolvimento das habilidades e atitudes apontadas como desejáveis para o futuro engenheiro, em sua vida profissional e social. Este trabalho discute a implementação da PBL em uma disciplina de um curso de engenharia à luz do alcance simultâneo de três objetivos instrucionais: conhecimentos, habilidades e atitudes, a partir das avaliações dos alunos ao final do semestre.*

***Palavras-chave:** ensino superior, ensino de engenharia, PBL, Aprendizagem Baseada em Problemas.*

### 1. INTRODUÇÃO

Vivemos em um contexto social e econômico em constante transformação. Um aspecto frequentemente apontado como sendo uma das principais causas destas transformações é a recente revolução tecnológica, liderada pelos grandes avanços nas áreas de comunicações e da computação. A educação, uma atividade humana essencial em todas as épocas, não poderia estar imune a este processo de mudanças, o qual afeta particularmente o ensino de engenharia devido ao fato de a engenharia abrigar grande parte do conhecimento com aplicação tecnológica imediata. Dois efeitos desse processo no ensino de engenharia é que ele acarreta uma grande expansão do corpo de conhecimento e torna obsoleto em poucos anos muito do conhecimento ensinado nas escolas, obrigando os engenheiros a continuamente reaprenderem sua profissão.

Além disso, há outros fatores que têm impacto sobre a área de conhecimento da engenharia. Um deles é o próprio campo de atividade do engenheiro, que passou de um inventor, em sua origem, a um profissional que atua nas diversas áreas das organizações produtivas, i.e., em pesquisa e desenvolvimento, finanças, marketing, produção, serviços ao consumidor etc. Outro aspecto é o mercado de trabalho atual, ao mesmo tempo exigente, competitivo e instável, influenciado por um modelo produtivo que contribui para o

desemprego estrutural, diminuindo indiscriminadamente a oferta de empregos em todas as áreas, incluindo-se a área das engenharias. Há ainda o aspecto dos modelos de gestão da produção, que têm concorrido para o achatamento da pirâmide organizacional, afetando principalmente os níveis hierárquicos médios onde tradicionalmente os engenheiros atuam. A soma destes aspectos confere uma grande probabilidade do engenheiro vir a mudar de emprego e posição dentro das empresas, a trabalhar em diferentes empresas, inclusive em sua própria, e setores produtivos diversos durante sua vida. Isto requer deste profissional adaptabilidade e capacidade de aprender, muitas vezes de forma autônoma, novos conhecimentos.

É possível imaginar que este quadro tenha importantes implicações para o ensino de engenharia, já que responder aos desafios que ele coloca é particularmente crucial nos dias de hoje. O contexto atual do campo de trabalho dos engenheiros demanda que as escolas, além de fornecerem-lhes uma preparação técnica sólida, atentem para o desenvolvimento de atributos que contribuam para uma boa atuação em sua vida profissional futura. Nesta direção, várias escolas de engenharia em todo o mundo recorrem a pesquisas voltadas ao levantamento de perfis profissionais desejáveis, principalmente junto a empregadores, especialistas e engenheiros que atuam na área.

Há muitas dessas pesquisas na literatura (e.g., VASILCA, 1994; BAILEY & BENNETT, 1996; VON LINSINGEN et al., 1999), sendo que alguns autores dividem os atributos mais citados em três categorias: (a) *conhecimentos*: domínio dos princípios fundamentais da engenharia (ciência e tecnologia), além de conhecimentos em computação, administração de empresas, lucros, impacto da tecnologia no meio ambiente e nas pessoas etc.; (b) *habilidades*: desenvolvimento de projetos, análise de problemas, síntese de soluções referenciadas a práticas em uso, comunicação e relacionamento interpessoal, orientação para o trabalho em equipes, como líder e liderado, gestão de recursos, visão sistêmica etc.; e (c) *atitudes*: ética, integridade e responsabilidade para com a sociedade e para com a profissão, preocupação com o meio ambiente, iniciativa, capacidade empreendedora, capacidade de adaptação a mudanças constantes, disposição de procurar especialistas quando necessário, motivação e interesse pela aprendizagem ativa e contínua durante suas carreiras, criatividade etc.

Embora reconhecendo a importância do desenvolvimento desses atributos, haja vista que no Brasil muitos deles já estão contemplados nas diretrizes curriculares para cursos de engenharia (MEC, 2002), a questão que sempre se colocou às universidades e departamentos de engenharia é como incorporar um corpo crescente de conhecimentos e como desenvolver as habilidades e atitudes necessárias à boa atuação profissional sem sobrecarregar os currículos ou estender os cursos. Alguns autores, tais como ZABALA (1998), propõem que se trabalhe estas três categorias simultaneamente em sala de aula. Uma das formas de conseguir isto seria através da utilização de metodologias de ensino tais como a PBL, já que esta abordagem educacional é reconhecida, segundo SAVIN-BADEN (2000), por oferecer aos alunos um meio de adquirir conhecimentos e desenvolver as habilidades e atitudes valorizadas na vida profissional no contexto escolar de uma forma integrada, ou seja, sem a necessidade de disciplinas ou cursos especialmente concebidos para esta finalidade.

## **2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)**

A PBL, em seu nível mais fundamental, é um método caracterizado pelo uso de problemas do mundo real para encorajar os alunos a desenvolverem pensamento crítico e habilidades de solução de problemas e adquirirem conhecimento sobre os conceitos essenciais da área em questão. A PBL originou-se, como proposta metodológica, em 1969 na McMaster University, Canadá, para o estudo de medicina, mas é possível encontrar exemplos de implementação da PBL em todo o sistema educacional. No ensino superior tem sido bem

sucedida em áreas diversas, tais como no ensino de administração de empresas (e.g., STINSON & MILTER, 1996), engenharia (e.g., WOODS, 1996, 2000; HADGRAFT & PRPIC, 1999) etc.

Apesar de ter sido sistematizada há pouco mais de trinta anos, a PBL não é uma abordagem nova. Muitos de seus elementos norteadores já foram contemplados anteriormente por educadores e pesquisadores educacionais do mundo todo, tais como Ausubel, Bruner, Dewey, Piaget e Rogers (DOCHY et al., 2003). No Brasil, alguns de seus princípios podem ser encontrados, embora tenham sido mais tarde negligenciados, nas intenções dos fundadores da Universidade de São Paulo na década de 30, como mostra MASETTO (1996): a colocação do aluno em contato com a realidade profissional desde o primeiro ano; a superação dos requisitos teóricos para se partir para a prática; a aquisição do conhecimento de forma não necessariamente lógica e seqüencial; a construção do conhecimento em rede, não linear; e a responsabilização dos alunos por seu desenvolvimento profissional e por seu comportamento ético com relação aos colegas, professores e sociedade.

No entanto, a PBL pode ser considerada inovadora na medida em que consegue incorporar e integrar conceitos de varias teorias educacionais e operacionalizá-los na forma de um conjunto consistente de atividades. GIJSELAERS (1996) acredita que a PBL contempla três princípios fundamentais sobre a aprendizagem, a saber: (1) *a aprendizagem é um processo construtivo e não receptivo* – o conhecimento é estruturado em redes de conceitos relacionados entre si e conceitos novos são aprendidos na medida que são relacionados a redes preexistentes, sendo, portanto, importante ativar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto em questão de modo a conseguir a aprendizagem de novos conceitos relacionados a ele; (2) *a metacognição afeta a aprendizagem* – habilidades tais como o estabelecimento de objetivos (o que vou fazer?), a seleção de estratégias (como vou fazer?) e avaliação dos resultados (funcionou?) são consideradas essenciais à aprendizagem; e (3) *fatores contextuais e sociais influenciam a aprendizagem* – o contexto em que o ensino se dá favorece ou inibe a aprendizagem, assim, a aprendizagem é otimizada quando o conteúdo ensinado está próximo do contexto profissional futuro dos alunos e quando os alunos compartilham responsabilidades e visões diferentes sobre uma mesma questão, o que leva os alunos a aprofundarem seu questionamento sobre o assunto e a desenvolverem habilidades tais como senso crítico, aceitação de opiniões diferentes, construção de consenso etc.

Em vista do que foi exposto, muitas atividades educacionais poderiam ser consideradas PBL, tais como projetos e pesquisas. Porém, a principal diferença entre a PBL e outros métodos de ensino-aprendizagem, tais como a aprendizagem ativa, em equipes ou centrada nos alunos é o fato de o problema direcionar e motivar a aprendizagem. Um problema nesta abordagem é, segundo BARROWS (2001), de fim aberto, ou seja, não comporta uma única solução correta, mas uma (ou mais) melhor solução dadas as restrições impostas pelo próprio problema ou pelo contexto de aprendizagem em que está inserido, tais como tempo, recursos etc. Ademais, o problema na PBL promove a integração dos conceitos e habilidades necessários para sua solução, o que requer um processo de solução de problemas e o comprometimento com a aprendizagem autônoma por parte das equipes (HADGRAFT & PRPIC, 1999).

## **2.1 O processo PBL**

Em sua forma original, a PBL é implementada em todo o curso, orientado por um conjunto de problemas que formam a espinha dorsal de seu currículo, o que implica alguma ou total reestruturação dos currículos e dos processos educacionais e administrativos dos departamentos, escolas e universidades. Entretanto, existem relatos de aplicação bem sucedida da PBL como uma estratégia educacional parcial, i.e., em partes de disciplinas (e.g.,

STEPIEN & GALLAGHER, 1998) ou em disciplinas isoladas dentro de um currículo convencional (e.g., WILKERSON & GIJSELAERS, 1996).

As diferentes aplicações da PBL têm em comum um processo que pode ser resumido no seguinte conjunto de atividades (BARROWS, 2001; SAMFORD UNIVERSITY, 2000): (a) apresenta-se um problema aos alunos que, em equipes, organizam suas idéias, tentam solucioná-lo com o conhecimento que já possuem, avaliando seu conhecimento e definindo a natureza do problema; (b) através de discussão, os alunos levantam e anotam questões de aprendizagem (*learning issues*) sobre os aspectos do problema que não compreendem e definem o que sabem e, sobretudo, o que não sabem a respeito do problema; (c) os alunos priorizam as questões de aprendizagem levantadas pelo grupo e planejam quando, como, onde e por quem estas questões serão investigadas para serem posteriormente compartilhadas com o grupo; (d) quando os alunos se reencontram (em sala de aula ou fora dela), exploram as questões de aprendizagem anteriores, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema, podendo vir a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredem na solução do problema; e (e) depois de terminado o trabalho com o problema, os alunos avaliam seus pares e a si mesmos de modo a desenvolverem habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas, imprescindíveis para uma aprendizagem autônoma eficaz.

## 2.2 O papel do professor e dos alunos na PBL

Este conjunto de atividades não só acarreta mudanças no processo de ensino-aprendizagem como também coloca desafios para alunos e docentes. A PBL implica em diferentes papéis para estes atores, quando comparados àqueles associados ao ensino convencional (Tabela 1). Segundo GIJSELAERS (1996), o papel primordial do professor nesta metodologia é o orientar os grupos, dando apoio para que a interação entre os alunos seja produtiva e ajudando os alunos a identificarem o conhecimento necessário para solucionar o problema.

Em contrapartida, os alunos devem se responsabilizar por sua aprendizagem, concebendo-a de modo a satisfazer suas necessidades individuais e aspirações profissionais. BARROWS (2001) acredita que a delegação da responsabilidade pela aprendizagem (*empowerment*) ensina os alunos a aprenderem por toda a vida – uma habilidade extremamente útil já que se acredita que grande parte do conhecimento adquirido na escola estará desatualizada quando os alunos estiverem iniciando sua vida profissional, particularmente no campo das ciências aplicadas como a engenharia.

Responsabilizar-se pela própria aprendizagem implica, segundo WOODS (2000), que os alunos desempenhem as oito tarefas seguintes: (1) explorar o problema, levantar hipóteses, identificar e elaborar as questões de investigação; (2) tentar solucionar o problema com o que se sabe, observando a pertinência do seu conhecimento atual; (3) identificar o que não se sabe e o que é preciso saber para solucionar o problema; (4) priorizar as necessidades de aprendizagem, estabelecer metas e objetivos de aprendizagem e alocar recursos de modo a saber o que, quanto e quando é esperado e, para a equipe, determinar quais tarefas cada um fará; (5) planejar, delegar responsabilidades para o estudo autônomo da equipe; (6) compartilhar o novo conhecimento eficazmente de modo que todos os membros aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe; (7) aplicar o conhecimento para solucionar o problema; e (8) avaliar o novo conhecimento, a solução do problema e a eficácia do processo utilizado e refletir sobre o processo.

É importante ressaltar que, mesmo sendo baseada na aprendizagem através da solução de problemas, a PBL não é meramente uma técnica para resolver problemas. Técnicas de solução de problemas são fundamentais nesta abordagem educacional, porém a PBL não se resume nelas. HADGRAFT e PRPIC (1999) enfatizam que a principal atividade dos alunos em um

ambiente educacional PBL é a aprendizagem – identificando o que precisam saber, investigando, ensinando uns aos outros e aplicando os novos conhecimentos – e não a mera compleição da tarefa. Nesta metodologia o conhecimento construído na busca da solução dos problemas e as habilidades e atitudes desenvolvidas neste processo são mais relevantes que a solução per si. É esta uma das características que tornam a PBL interessante para instituições de ensino superior: a possibilidade de se atingir objetivos educacionais mais amplos, ou seja, não só a aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, mas o desenvolvimento de habilidades e atitudes que lhes serão úteis em sua vida profissional futura.

Tabela 1: Principais diferenças entre a abordagem de ensino convencional e a PBL (adaptada de SAMFORD UNIVERSITY, 2000).

Abordagem Convencional	PBL
Docente assume o papel de especialista ou autoridade formal.	Papel do docente é de facilitador, orientador, co-aprendiz, mentor ou consultor profissional.
Docentes organizam os conteúdos na forma de palestras pautadas no contexto da disciplina. Alunos são vistos como <i>tabula rasa</i> ou receptores passivos de informação.	Docentes concebem cursos baseados em problemas com fraca estruturação, delegam autoridade com responsabilidade aos alunos e selecionam conceitos que facilitarão a transferência de conhecimentos pelos alunos. Docentes aumentam a motivação dos alunos por meio da colocação de problemas do mundo real e da compreensão dos problemas dos alunos.
Alunos trabalham isoladamente. Aprendizagem é individualista e competitiva.	Alunos interagem com o corpo docente de modo a fornecer <i>feedback</i> imediato sobre o desempenho do curso com a finalidade de melhorá-lo continuamente. Alunos trabalham em grupos para solucionar problemas. Aprendizagem ocorre em um ambiente de apoio e colaboração.
Alunos absorvem, transcrevem, memorizam e repetem informações para realizarem tarefas de conteúdo específico. Alunos buscam a “resposta correta” para obter sucesso em uma prova.	Alunos identificam, analisam e resolvem problemas utilizando conhecimentos de cursos e experiências anteriores, ao invés de simplesmente lembrá-los. Alunos adquirem e aplicam o conhecimento em contextos variados. Alunos encontram seus próprios recursos e informações, orientados pelos docentes. Docentes desencorajam a “resposta correta” única, mas ajudam os alunos a delinear questões, formular problemas, explorar alternativas e tomar decisões eficazes.
Desempenho avaliado com relação a tarefas de conteúdo específico. Avaliação de desempenho escolar é somativa e o docente é o único avaliador.	Alunos avaliam suas próprias contribuições, além das de outros membros e do grupo como um todo.

### 3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho faz parte de um estudo sobre a implementação da PBL em uma disciplina de um curso de engenharia. Aqui a investigação enfoca *como os alunos de graduação avaliam esta abordagem de ensino, suas vantagens e desvantagens e sua capacidade de alcançar os objetivos propostos pela disciplina, i.e., conhecimentos, habilidades e atitudes.*

### 4. METODOLOGIA

Esta pesquisa de natureza qualitativa, podendo ser considerada uma pesquisa-intervenção, adotou uma abordagem colaborativa (COLE & KNOWLES, 1993), na medida em que o planejamento, a implementação e a análise dos resultados da intervenção, durante e após esta, foram um trabalho conjunto do professor e pesquisadores. Para responder à questão de

pesquisa a metodologia PBL foi desenvolvida junto a uma disciplina sobre a Teoria Geral da Administração (TGA) oferecida a uma turma de 28 alunos (24 homens e 4 mulheres, com idade aproximada de 19-20 anos) da graduação em engenharia de produção de uma universidade pública de São Carlos, SP, no primeiro semestre de 2002.

A coleta de dados envolveu entrevistas, observação participante e questionários. Os dados apresentados neste trabalho derivam principalmente de observações em sala de aula e de um questionário de final de semestre, respondido por 26 alunos, no qual lhes foi pedido que, individualmente e por escrito, avaliassem a metodologia utilizada, apontassem suas vantagens e desvantagens, dessem sugestões de melhoria e opinassem sobre sua eficácia quanto ao atendimento aos objetivos propostos pela disciplina.

#### **4.1 A intervenção**

A intervenção foi baseada no conjunto de atividades e nos princípios norteadores da PBL. No primeiro encontro foi entregue aos alunos uma ementa da disciplina, onde constavam – além de um texto explicativo sobre a metodologia, seus princípios e procedimentos – os objetivos quanto aos conhecimentos (os movimentos do pensamento administrativo, as teorias de administração etc.), às habilidades (habilidades de comunicação oral e escrita, de solução de problemas, habilidades relacionais etc.) e às atitudes (respeito aos outros e às opiniões de outros, ética, respeito a regras estabelecidas pelo grupo, cooperação etc.).

A disciplina era constituída de uma aula semanal de 100 minutos durante 15 semanas, onde foram apresentados 12 problemas (um por semana) enfocando tópicos diferentes da TGA. Os alunos dividiram-se espontaneamente em grupos de 4 ou 5, nos quais assumiram, alternando-se a cada problema, papéis de líder, redator, porta-voz e membros participantes. Na segunda metade da disciplina, estes grupos originais foram re-arranjados pelo professor de modo a encorajar relações mais impessoais entre os alunos, fomentar a troca de experiências com relação ao trabalho coletivo e promover sua eficácia.

Um ciclo completo da metodologia consistia de várias fases e iniciava-se na segunda metade do encontro semanal com a apresentação do problema, seguida da discussão em grupo. Nesta discussão os alunos analisavam o problema e suas possíveis causas, listavam os conceitos, ou seja, as questões de aprendizagem, que poderiam ajudar em sua resolução e planejavam sua estratégia de trabalho em grupo durante aquela semana. No encontro seguinte cabia aos redatores entregarem um relatório final com os resultados das pesquisas, uma síntese dos conceitos utilizados e as soluções propostas pelos grupos, que eram apresentados oralmente pelo porta-voz. Os resultados foram apresentados na forma de seminários, pôsteres e dramatizações com a participação de todos os grupos. As apresentações dos grupos eram seguidas por um fechamento coletivo, i.e., um debate entre os alunos e o professor, e uma síntese deste sobre o tópico em questão. Finalizando o ciclo, os grupos avaliavam o problema e o processo educacional e os líderes avaliavam, separadamente, seu próprio trabalho e o dos demais membros de seu grupo.

### **5. RESULTADOS**

De modo geral, a avaliação da maioria dos alunos sobre a implementação da metodologia de ensino utilizada foi boa, como mostram os seguintes relatos: *“A metodologia utilizada é no mínimo diferente das outras que já tive. Considero a metodologia boa pois incentiva o aluno a ter iniciativa própria para pesquisar sobre o assunto proposto, que vem em forma de problemas”* (A06); *“Achei que ela é muito boa por fazer com que busquemos o conhecimento e discutamos em seguida aquilo que aprendemos”* (A03); *“A metodologia, a partir do momento em que foi assimilada, funcionou muito bem, pois [...] favorecia competências além*

da técnica” (A04). Somente três alunos questionaram a adequação da metodologia, na forma e no contexto em que foi implementada, como indica A05: “A metodologia é funcional em parte. Infelizmente a parte dos conhecimentos foi prejudicada por esse método não ser 100% efetivo (já que alguns alunos podem não se interessar pela matéria)”.

### 5.1 Sobre as vantagens e desvantagens da abordagem utilizada

As vantagens mais frequentemente apontadas pelos alunos foram relacionadas à capacidade da metodologia de promover a pesquisa e a aprendizagem autônoma: “As vantagens são que os alunos não recebem todo o material pronto e por isso são obrigados a pesquisar e portanto aprendem mais” (A01); “Um dos pontos positivos é que através da pesquisa podemos apresentar as soluções para os problemas, ao contrário se o professor apenas apresentasse na aula os conceitos” (A12); com o que concordam A03, A05, A14, A16, A17; A22 e A25.

Uma outra vantagem atribuída à metodologia é o fato de ela ter favorecido a aproximação entre a teoria e a prática, entre o conhecimento escolar e a atuação profissional futura, como mostram os relatos: “[As vantagens são:] contato ‘prático’ (simulações de situações reais) com a disciplina e discussão em grupo (consenso do grupo), que permitem assimilar mais facilmente os conhecimentos” (A08); “Fazendo-nos pesquisar, como no mundo real, encontramos conhecimento necessário para nossos trabalhos e para nós mesmos” (A09); “As vantagens são a interação com problemas práticos e discussões” (A11) e “Suas vantagens foram a integração dos alunos, a melhoria do processo de aprendizado e a possibilidade de aplicar a teoria à prática” (A04).

A maior integração entre os alunos, apontada por A04, e o desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo também foram indicados por seus colegas: “A metodologia é excelente pois o trabalho em grupo estimula o aluno a estudar através da cobrança dos companheiros de grupo” (A13) e “A metodologia é muito boa, pois explora os trabalhos em grupo” (A16). A capacidade da metodologia de manter o envolvimento dos alunos no decorrer do semestre também foi mencionada pelos alunos: “Podemos citar como vantagem principal o envolvimento dos alunos com a disciplina” (A17); “Gostei muito da metodologia pois estamos em contato contínuo com a matéria e sempre nos atualizando” (A23); “Pois os alunos tinham obrigações semanais a cumprir utilizando-se dos mais diversos métodos de aprendizagem” (A26) e “A metodologia nos fez nos comprometermos a trabalhar e na maior parte do tempo nos motivou a isto” (A10). Ainda uma outra vantagem, indicada por A14, refere-se à forma de avaliação: “O aluno é avaliado pelo seu comportamento e pelo que sabe, não pela nota de uma prova”.

Entretanto, estes mesmos pontos foram vistos como possíveis desvantagens por alguns alunos. O fato de a metodologia demandar uma maior participação dos alunos e responsabilizá-los pela aprendizagem autônoma e, portanto, depender de seu interesse pela matéria também foi considerada uma limitação: “Depende muito da vontade do aluno de buscar o conhecimento. Isso pode ter feito com que a turma tenha saído com um nível de conhecimento muito heterogêneo, de acordo com o empenho dado por cada aluno” (A03); “Porém o aprendizado depende da motivação do aluno em relação ao grupo de trabalho” (A15); “Aluno desmotivado impede que este aprenda pois conforme a matéria evolui mais distante torna-se o processo de aprendizado” (A07); e “A metodologia usada é boa, mas precisa de uma melhor participação dos alunos [...] pois as pessoas tem visões diferentes em relação ao mesmo assunto e é de grande importância uma discussão dentro do próprio grupo” (A24).

Similarmente, algumas dificuldades foram atribuídas ao trabalho em grupo: “Eu tive que me virar para achar as respostas, porém várias vezes eu ficava apenas encarregado de um

*tópico e acabava não me preocupando com o resto do trabalho” (A19); “A metodologia é ótima mas deveria haver aulas em que não há grupos, e sim um grande fórum. O grupo pode ocultar opiniões próprias relevantes ao assunto, mas que por serem polêmicas entre os membros dos grupos não são trazidos à tona” (A21); “Desvantagens, é que como sempre, num grupo, uns trabalham bem mais que os outros” (A22); e “Uma pequena desvantagem é a não conciliação de horário entre alguns membros das equipes” (A26).*

Contudo, a desvantagem mais citada pelos alunos, decorrente da necessidade de comprometimento semanal dos alunos colocado pela metodologia, foi o aumento no tempo dedicado à disciplina: *“A desvantagem é o elevado número de horas que são necessárias” (A06); “Deveria ter mais créditos” (A10); “Fazer um trabalho por semana às vezes fica difícil porque é difícil reunir o grupo e o tempo para pesquisar é pequeno” (A14); “Porém é uma metodologia que requer muito tempo dos alunos” (A16) e “Considero uma metodologia interessante porém os trabalhos constantes fogem ao controle do grupo que tem mais disciplinas para correr atrás” (A20).* Esta limitação da metodologia também é indicada por A04, A08, A12, A13, A18 e A25.

Em vista dessas dificuldades os alunos colocaram como sugestões de melhoria: o aumento do tempo de aula e dos créditos correspondentes (A05, A13, A15, A25); o uso de menos problemas, e.g. um problema a cada duas semanas, de forma a permitir um maior aprofundamento (A02, A04, A20); a mudança do dia do encontro, e.g. de segunda-feira para outro dia da semana, para facilitar o trabalho dos grupos fora da sala de aula (A20, A26); uma maior rotatividade de grupos para evitar a formação de ‘panelinhas’ (A02); mais tempo de debate entre todos os alunos e o professor (A01); a presença de um coordenador (tutor) para cada grupo de modo a garantir a participação de todos (A07); uma maior utilização do tempo em sala de aula para o trabalho em grupo (A14); entre outras.

## **5.2 Sobre o atendimento aos objetivos da disciplina (conhecimentos, habilidades e atitudes)**

A grande maioria dos alunos avaliou que, em geral, os objetivos da disciplina foram alcançados, como ilustram os relatos: *“Os objetivos foram alcançados pois embora a matéria tenha sido trabalhosa, o método de ensino é excelente” (A13); “Imagino que sim, pois o que aprendi considero de grande proveito para minha carreira e até minha vida” (A23); “Sim, pois aprendemos como reagir a determinados problemas existentes dentro de uma empresa, em que lugar procurar a melhor maneira de solucionar esse problema e como agir frente aos empregados” (A24); “Pelo curto período de tempo em que foi ministrado (deve-se lembrar que um curso de Administração é dado em 4 anos, no mínimo) o curso alcançou os objetivos na medida em que mobilizou todos os alunos” (A26).* Entretanto, alguns alunos foram mais reticentes: *“Acredito que os objetivos foram alcançados sim, claro que dentro das possibilidades. Quero dizer que a teoria é muito complexa, e ao mesmo tempo interessante, para ser ministrada em apenas dois créditos semanais” (A18) e “Nem todos, porém grande parte. Eu aprendi várias coisas interessantes sobre a matéria em si e sobre organização e funcionamento de um grupo. Porém eu somente consegui uma visão ampla da situação (não específica). Eu não saberia resolver inúmeros problemas dentro de uma empresa ou classificá-los” (A19).*

Quanto aos conhecimentos, grande parte dos alunos consideraram que os objetivos foram alcançados: *“Creio que sim. Uma vez que a alta demanda de teorias foram vistas por um número de créditos baixos. Acredito que os objetivos foram alcançados” (A02); “Sim, os objetivos foram atingidos. Os conhecimentos, como deveriam ser adquiridos através de pesquisa, eram melhores assimilados que uma simples aula” (A04) e “Creio que os objetivos tenham sido alcançados. Os conhecimentos foram adquiridos pelos alunos de tal forma que*

fez surgir a atitude de buscar conhecimento e a habilidade de pesquisar e criar. O conhecimento não foi apenas passado, mas conquistado” (A15). Alguns alunos sinalizaram que os conhecimentos podem ter sido prejudicados ou que foram aprendidos superficialmente: “A exploração dos assuntos é superficial” (A02), “Os conhecimentos foram a parte menos favorecida” (A05); “Eu sinto que aprendi muita coisa mas não tenho a sensação clara e organizada do que aprendi, em suma achei que faltou tempo para a filtragem do conhecimento” (A10).

Com relação ao desenvolvimento de habilidades, a maioria dos alunos mencionou aquelas relativas à solução de problemas, como mostra A21: “Mais do que aprender a teoria de cada fase do pensamento administrativo, nós aprendemos onde buscar a solução para os problemas, como analisar as soluções e julgá-las”. Porém, foram também anotadas as habilidades de pesquisa e busca de recursos diversos: “Sim, pois temos capacidade de buscar em fontes bases para a solução de um determinado problema que eventualmente ocorra no futuro em nossa profissão” (A25) e “Os alunos passaram a ter uma maior atitude de pesquisar os assuntos em livros, na Internet, sempre em busca de uma melhor solução para os problemas” (A01); relacionais: “Foi importantíssimo o trabalho em grupo” (A07); de comunicação oral e escrita: “No primeiro trabalho todos pareciam perdidos [...], mas nas últimas aulas era fácil perceber o progresso da turma, que baseada em conhecimentos anteriormente acumulados produziram melhores trabalhos e sentiam-se mais seguros para apresentá-los” (A17); de estudo autônomo: “Apesar de meio a contragosto acabamos tendo que pesquisar e aprender sozinhos, e isso é importante” (A22); entre outras.

Com respeito às atitudes, a maioria dos alunos não foi específica em suas respostas ou não as diferenciou das habilidades: “As habilidades e atitudes, que nem seriam abordadas a fundo na metodologia convencional, foram favorecidas” (A04) e “Habilidades e atitudes: esses tópicos foram muito bem explorados, devido aos trabalhos em grupo” (A16). Mesmo assim, como mostra a fala de A16, o trabalho em grupo também pode ter contribuído para promover algumas atitudes: “Os alunos [...] adquiriram a habilidade de discussão em grupo, trabalho em grupo, respeitar as opiniões de outras pessoas” (A01).

## 6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Muitos autores, tais como BOUD e FELETTI (1997), sustentam que a PBL seja capaz de fornecer um meio de equacionar alguns desafios da educação profissionalizante até agora considerados intratáveis, tais como: “Ligar a formação inicial à prática profissional, incluindo as habilidades profissionais no currículo de uma forma significativa e capacitando os alunos a desenvolver uma visão holística da prática para a qual estão sendo preparados” (p.11). Guardadas as limitações devidas à forma como a metodologia foi implementada, as vantagens apontadas pelos alunos neste estudo – i.e., a promoção da aprendizagem autônoma, a aproximação entre a teoria e a prática e entre o conhecimento aprendido na escola e a vida profissional futura, a integração entre os alunos, o desenvolvimento de habilidades através do trabalho em grupo e o envolvimento contínuo dos alunos durante todo o semestre – parecem apontar nesta direção.

A maioria das desvantagens colocadas pelos alunos pode ser atribuída principalmente a dois fatores. Primeiramente, o contexto em que se deu a intervenção – i.e., em uma única disciplina com carga horária reduzida, correspondente a horas-aula e horas para estudo independente, dentro de um currículo convencional com grande número de créditos – parece ter limitado o alcance da metodologia. Assim, foi observado, pelos pesquisadores e alunos, que a metodologia aumenta a carga de trabalho, de uma forma contínua durante todo o semestre, e isto pode ter sobrecarregado os alunos, não só pela maior demanda de tempo de dedicação, como também pela disponibilidade de horários para encontros fora da sala de aula.

O segundo aspecto pode estar relacionado com a mudança de papel dos alunos. Muitas das desvantagens por eles apontadas, tais como necessidade de comprometimento constante, dependência da participação e motivação dos alunos para seu bom funcionamento, dificuldades derivadas do trabalho em grupo etc., parecem refletir sua escolarização em um ambiente educacional mais diretivo, centrado no professor. LITTLE (1997) acredita que mesmo que os alunos enxerguem a relevância e os benefícios da PBL, às vezes a realidade da metodologia pode entrar em conflito com seus hábitos e expectativas de aprendizagem, especialmente daqueles alunos recém advindos do ensino secundário, agravado neste estudo pelo fato de esta ter sido a única disciplina a adotar uma abordagem de ensino não convencional. Esta autora e BRIDGES e HALLINGER (1996) sugerem que seja dada aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades de estudo autônomo e trabalho em grupo, tais como habilidades de planejamento, solução de problemas, gerenciamento de encontros, construção de consenso etc., logo no início do curso para amenizar os efeitos do período de transição. Apesar de isto não ter sido feito nesta intervenção, devido ao fato de demandar um tempo já bastante breve, foi possível observar o progresso dos alunos com relação a este aspecto durante o semestre.

As sugestões de melhoria apresentadas pelos alunos parecem igualmente refletir estes dois aspectos. Embora válidas, as sugestões por mais tempo de debate entre todos os alunos e o professor e a presença de um coordenador para cada grupo de modo a garantir a participação de todos podem também estar sinalizando, ao pedirem por mais direção da parte do professor, uma dificuldade dos alunos em assumir maior responsabilidade pela aprendizagem. Por outro lado, sugestões tais como mais tempo de aula, maior uso do tempo de aula para trabalho em grupo etc. ilustram bem as limitações colocadas pelo contexto em que a PBL foi implementada. Mesmo considerando estas limitações, a sugestão pelo uso de menos problemas de forma a permitir um maior aprofundamento, largamente indicada na literatura, esbarra em um dilema que é colocado ao ensino de todas as disciplinas, independentemente da metodologia adotada, i.e., abrangência versus profundidade, particularmente em uma disciplina com um caráter panorâmico como a deste estudo.

Quanto aos conhecimentos, o caráter panorâmico da disciplina mais o fato de a metodologia responsabilizar o aluno pela construção do conhecimento podem ter causado a impressão em alguns alunos de que ficaram prejudicados ou de que sua aquisição foi superficial. A aquisição de conhecimentos seja uma questão controversa, já que algumas meta-análises, tais como a de DOCHY et al. (2003), creditam uma pequena diferença na aprendizagem de conhecimentos a favor das metodologias expositivas. No entanto, alguns autores, como STINSON e MILTER (1996), contestam esta diferença por estar pautada em resultados de testes objetivos padronizados que medem apenas a capacidade dos alunos de recordarem conceitos descontextualizados ou por demonstrar mais fraquezas da implementação do que da própria PBL, o que pode ter ocorrido neste estudo. Mesmo assim, é importante registrar que, apesar desta diferença, os mesmos resultados da análise de DOCHY et al. (2003) indicam que os alunos que aprenderam em ambientes PBL se lembram mais dos conhecimentos adquiridos e têm uma base de conhecimento melhor estruturada.

Já com relação às habilidades a literatura aponta para ganhos significativos, e.g. DOCHY et al. (2003) sustentam que a PBL tem “*um efeito positivo robusto nas habilidades dos alunos*” (p.16). Este efeito foi também notado pelos alunos, que indicaram o desenvolvimento de algumas habilidades encontradas nas pesquisas sobre atributos profissionais desejáveis para os engenheiros, tais como habilidades de solução de problemas, de pesquisa, relacionais, de estudo autônomo etc. Embora seja mais complexo promover mudanças em atitudes do que em habilidades, devido ao fato das primeiras terem raízes sociais e culturais profundas e à dimensão restrita desta intervenção, algumas atitudes, tais como respeito às opiniões dos outros parecem ter sido promovidas. Atitudes negativas tais como a falta de participação no

trabalho do grupo, a ocorrência de ‘caronas’ e a formação de ‘panelinhas’ também foram observadas, o que demandou a intervenção do professor, re-arranjando os grupos, oferecendo-lhes a oportunidade de estabelecer suas próprias regras de funcionamento e lembrando os alunos da importância da auto-avaliação e avaliação dos pares para suas futuras carreiras. Num ambiente educacional PBL mesmo as experiências negativas são usadas para gerar novas aprendizagens.

Concluindo, é possível afirmar que os aspectos explicitados nas avaliações dos alunos são consoantes com a literatura. A avaliação positiva da maioria dos alunos neste trabalho espelha a avaliação de alunos encontrada na literatura, ou seja, a forma inovadora, a capacidade de promover a aprendizagem autônoma através da solução de problemas e de favorecer o desenvolvimento de competências além da técnica etc. são características que contribuem para a boa receptividade da metodologia. Portanto, apesar dos limites deste trabalho, as falas dos alunos parecem apontar para a viabilidade da utilização da PBL no contexto estudado, contanto que alguns aspectos da implementação, tais como tempo, número de créditos, números de problemas etc., sejam repensados e redimensionados .

### **Agradecimentos**

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da CAPES.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BAILEY, D.; BENNETT, J.V. The realistic model of higher education. **Quality Progress**, Milwaukee, EUA, p.77-9, Nov. 1996.
- BARROWS, H. Problem-based learning (PBL). Disponível em: University PBL Web Site. <<http://www.pbli.org/pbl>>. Acesso em: 16 jun. 2001.
- BOUD, D.; FELETTI, G. **The challenge of problem-based learning**. Londres, GB: Kogan Page, 1997.
- BRIDGES, M.E.; HALLINGER, P. Problem-based learning in leadership education. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). **Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice**. San Francisco, EUA: Jossey-Bass, 1996, p.53-61.
- COLE, A.L.; KNOWLES, J.G. Teacher development partnership research: a focus on methods and issues. **American Educational Research Journal**. Washington, EUA, v.30, n.3, p.473-495, 1993.
- DOCHY, F. et al. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. Disponível em: Journal of Learning and Instruction. <<http://www.elsevier.com/locate/learninstruc>>. Acesso em: 04 jun. 2003.
- GIJSELAERS, W.H. Connecting problem-based practices with educational theory. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). **Bringing Problem-based learning to higher education**. San Francisco, EUA: Jossey-Bass Publishers, 1996, p.13-21.
- HADGRAFT, R.; PRPIC, J. The key dimensions of problem-based learning. In: 11<sup>th</sup> Annual Conference and Convention of the Australasian Association for Engineering Education, **Anais**. Adelaide, Australia, 26-29 Setembro, 1999. CD-ROM.
- LITTLE, S. Preparing tertiary teachers for problem-based learning. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.) **The challenge of problem-based learning**. Londres, GB: Kogan Page, 1997, p.117-124.
- MASETTO, M. A aula na universidade. In: VIII ENDIPE, **Anais**. Florianópolis, 1996, v.2, p.323-330.
- MEC. **Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia**. Disponível em: <[www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)>. Acesso em: 19 out. 2002.



- SAMFORD UNIVERSITY. **Center for Problem-Based Learning Research and Communications**. Disponível em: <<http://www.samford.edu/pbl.html>>. Acesso em: 24 abr. 2000.
- SAVIN-BADEN, M. **Problem-based learning in higher education: untold stories**. Buckingham, GB: Open University Press, 2000.
- STEPIEN, W.; GALLAGHER, S. Problem-based learning: as authentic as it gets. In: FOGARTY, R. **Problem-based learning: a collection of articles**. Arlington Heights, EUA: Skylight, 1998, p.43-49.
- STINSON, J.E.; MILTER, R.G. Problem-based learning in business education: curriculum design and implementation issues. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). **Bringing Problem-based learning to higher education**. San Francisco, EUA: Jossey-Bass, 1996, p. 33-42.
- VASILCA, G. Engineers for a new age: how should we train them? **International Journal of Engineering Education**, Dublin, Irlanda, v.10, n.5, p.394-400, 1994.
- VON LINSINGEN et al. (eds.) **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, p.13-27, 1999.
- WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H.. **Bringing Problem-based learning to higher education**. San Francisco, EUA: Jossey-Bass, 1996.
- WOODS, D. 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, EUA: Jossey-Bass Publishers, 1996, p.91-99.
- WOODS, D. Problem-Based Learning: how to get the most out of PBL. Disponível em: <[http://www.biology.iupui.edu/Biology?HTML\\_Docs/biocourses/k345/PBL\\_Web\\_Page](http://www.biology.iupui.edu/Biology?HTML_Docs/biocourses/k345/PBL_Web_Page)>. Acesso em: 06 nov. 2000.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## AN EXPERIMENT WITH PBL IN ENGINEERING EDUCATION ACCORDING TO THE STUDENTS

***Abstract:** PBL (Problem-Based Learning) is na instructional approach that contrarily to the conventional model, which places an application problem after a concept or content has been presented, uses the problem to initiate and motivate learning. Besides promoting effectiveness in the teaching-learning process by facilitating the acquisition of the knowledge needed in the engineering profession, this methodology may further contribute to the development of the abilities and attitudes indicated as beneficial to the future engineer's career and social life. This work discusses the application of PBL in an engineering curriculum subject as regards the simultaneous accomplishment of three instructional objectives: specific knowledge, abilities e attitudes, according to the students' points of view.*

***Key words:** higher education, engineering education, problem-based learning.*