

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL):  
UMA IMPLEMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM  
ENGENHARIA NA VOZ DOS ATORES**

LUIS ROBERTO DE CAMARGO RIBEIRO

**ORIENTADORA:** PROFA. DRA. MARIA DA GRAÇA N. MIZUKAMI

*Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação (concentração em Metodologia de Ensino) da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação.*

**SÃO CARLOS**

**2005**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

R484ab

Ribeiro, Luis Roberto de Camargo.

A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores / Luis Roberto de Camargo Ribeiro. -- São Carlos : UFSCar, 2005.  
209 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Métodos de ensino. 2. Ensino superior. 3. Aprendizagem baseada em problemas. I. Título.

CDD: 371.332 (20<sup>a</sup>)

À FORÇA-QUE-AGE, PORQUE A ELA  
PERTENCEM OS RESULTADOS DAS  
AÇÕES.

AO PROFESSOR, POIS SUA  
GENEROSIDADE POSSIBILITOU E SEU  
IDEALISMO SUSTEVE AS AÇÕES AQUI  
DESCRITAS.

AOS MEUS PAIS, PELO APOIO  
CONSTANTE ÀS MINHAS AÇÕES.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro durante os anos de doutorado e durante o estágio (PDEE) realizado na Universidade de Newcastle, Austrália.

À professora Maria da Graça N. Mizukami, pela orientação e estímulo para que este trabalho se concretizasse.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação, especialmente a Maria Helena Ninelli, pela paciência e disponibilidade.

Aos professores do Departamento de Metodologia de Ensino, por tudo que aprendi nestes anos de convivência dentro e fora das salas de aula.

Aos docentes e funcionários da Universidade de Newcastle – em particular ao diretor Michael Ostwald e ao professor Arthur Kingsland da escola de arquitetura – pela acolhida e possibilidade de observar diferentes implementações da aprendizagem baseada em problemas.

Aos professores Aline Maria R. Reali e Renato V. Belhot, pelas importantes contribuições quando do exame de qualificação.

Aos meus colegas do PPGE, em especial a M. Elizabete S. Couto, Alvanize F. Ferenc e Heloísa R. Herneck, pela amizade nos bons momentos e apoio nos difíceis.

Aos meus amigos e familiares, por entenderem meus momentos de ausência e, particularmente, a Luiz Claudio Godoy, pela revisão deste texto e sugestões.

“A mente não é um vaso a ser preenchido, mas uma chama a ser acesa”.  
(Plutarco)

“Para mim a única esperança de salvação humana encontra-se na educação”.  
(George Bernard Shaw)

## APRESENTAÇÃO

A gênese deste trabalho remonta a quase dez anos atrás quando, de volta a São Carlos e empregado na indústria depois de muitos anos trabalhando na área da educação, matriculei-me em um dos cursos de pós-graduação *lato sensu* oferecidos por esta instituição, na área de Gestão da Produção. Para minha surpresa conheci vários egressos de cursos de engenharia que estavam, em seu dizer, fazendo o curso porque ainda não haviam conseguido colocação no mercado de trabalho, apesar de formados há algum tempo. Minha identificação com esses colegas foi imediata, tendo eu mesmo passado por situação semelhante, agravada pelas incontáveis crises econômicas que se seguiram à minha formatura em meados dos anos 1980.

Naquele momento, influenciado pelo conteúdo que estava sendo apresentado no curso, surgiram algumas inquietações. Na linguagem da Gestão da Qualidade elas assim se revelaram: haja vista que a formação daqueles engenheiros parecia ser bastante sólida, portanto a ‘qualidade do produto’ estava assegurada, qual seria a razão de seu desemprego? Estariam as escolas de engenharia trabalhando dentro do paradigma da produção em massa, ou seja, formando engenheiros na confiança de que a sociedade iria absorvê-los? Os conhecimentos aprendidos durante o período de formação respondiam aos requisitos da atuação profissional e às demandas da sociedade? Ademais, quando estes profissionais viessem a ser necessários, seus conhecimentos em tecnologia e ciência já não estariam defasados? Por que não eram capazes de iniciar seus próprios empreendimentos e, assim, depender menos das flutuações do mercado de trabalho?

Em suma, minha preocupação estava centrada na adequação do processo educacional e de ensino-aprendizagem das escolas de engenharia, a qual me levou a ingressar no programa de mestrado em engenharia de produção. Nesse momento, motivado pelas inquietações acima, busquei estudar e refletir sobre uma possível aplicação dos princípios da Gestão da Qualidade ao ensino de engenharia.

Guardadas as grandes diferenças entre os contextos da produção industrial e da educação superior e ciente da polêmica que este tema levanta nas

áreas das ciências humanas, confesso que algumas lições foram aprendidas. Talvez a mais cara delas seja a idéia, defendida pelos teóricos da Gestão da Qualidade, de que devemos sempre nos concentrar no processo quando da busca da correção, adequação e melhoria dos produtos (bens ou serviços). A idéia de que os atores são responsáveis por apenas 15% das disfunções no processo ou na má qualidade do produto parecia ser válida para qualquer processo, inclusive o de ensino-aprendizagem em engenharia.

Outras contribuições oferecidas pela Gestão da Qualidade pareciam também ser aplicáveis na área da Educação, a saber: o princípio de que a qualidade de um produto deve começar no projeto, devendo a instituição, portanto, ter uma missão e objetivos definidos em termos de formação profissional e para a cidadania, um processo que os coloque em prática e uma sistemática de avaliação que os garanta e promova seu aprimoramento contínuo. De acordo com Deming, um dos teóricos da Gestão da Qualidade, esta melhoria contínua pode ser conseguida por meio da aplicação contínua do ciclo PDCA (planejamento, execução, avaliação, ação corretiva), um procedimento semelhante àqueles propostos por alguns educadores e pesquisadores educacionais, especialmente aqueles que trabalham na perspectiva de uma prática profissional pautada na reflexão (e.g., Schön e Shulman).

No processo de aprimoramento constante da Gestão da Qualidade a voz dos atores é fundamental, como também seu *empowerment*, isto é, é importante que lhes seja delegada autoridade e que assumam responsabilidade pelo processo. Além disso, diferentemente do paradigma da produção em massa, a Gestão da Qualidade encoraja o trabalho coletivo e a cooperação, o que, em conjunto com os outros princípios, pode resultar em crescimento para ambos, atores e organização, segundo a literatura especializada.

Em minhas leituras verifiquei que muitos autores haviam se debruçado sobre este tema, ou seja, a utilização da Gestão da Qualidade no ensino superior, especificamente nas escolas de engenharia, já que isto poderia ser uma maneira de seus administradores e docentes aplicarem na sua prática os princípios que ensinavam. Alguns desses autores sugeriam o uso de métodos alternativos para operacionalizar esses princípios, sendo um dos mais citados a Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem-based Learning* (PBL), que acabou por inspirar o tema deste trabalho.

O término do meu programa de mestrado, como é comum acontecer, deixou muitas questões em aberto e acrescentou novas inquietações. Concluí então

que deveria continuar nesta busca pela compreensão da educação em engenharia, porém sob outra perspectiva. Durante o mestrado olhei para a educação a partir da engenharia. No programa de doutorado queria fazer o contrário: investigar o ensino de engenharia a partir da educação, tendo como eixo a PBL. Sobretudo, queria oferecer contribuições mais concretas que as que propus na minha dissertação de mestrado e, também, continuar em minha busca pessoal por uma síntese entre minha formação em engenharia e minha experiência como educador.

É desnecessário dizer que este percurso foi ao mesmo tempo árduo e gratificante, tanto em termos profissionais como pessoais. Tendo sido eu um educador que se capacitou (ao menos tentou) na prática, com uma limitada formação em educação, este trabalho configurou-se, ele próprio, em uma aprendizagem baseada em problemas. A socialização nesta área de conhecimento, com o estudo de referenciais tão diversos quanto PBL, ensino de engenharia e formação de professores nem sempre foi tranqüila. Na verdade, os desafios decorrentes de sua abrangência e multiplicidade foram fonte tanto de crescimento quanto de angústia.

De qualquer forma, aqui se encontra a descrição e os resultados desse percurso. Na INTRODUÇÃO faço uma breve contextualização do trabalho com relação à presente atuação do engenheiro e ao ensino de engenharia, justifico a escolha do método de ensino, isto é, a PBL, e coloco as questões de pesquisa e os objetivos deste trabalho. No capítulo A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA faço uma contextualização sucinta da educação em engenharia, colocando o modelo educacional mais utilizado pelas escolas (traduzido em currículos e métodos de instrução convencionais) e alguns fatores institucionais, culturais e individuais que concorrem para a manutenção deste *status quo*. Em A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS discorro sobre este método instrucional, seus fundamentos, aplicações e os diferentes papéis que cabem aos alunos e docentes. Este capítulo também traz um exemplo de implementação deste método instrucional, o modelo utilizado pela escola de arquitetura da Universidade de Newcastle, Austrália, e alguns resultados de pesquisas nesta área de conhecimento. No capítulo A METODOLOGIA DA PESQUISA encontram-se os participantes e a metodologia escolhida para este trabalho, sua justificativa e procedimentos e alguns aspectos da intervenção a ela associada. Em CONHECENDO O CONTEXTO coloco e analiso os dados colhidos durante a fase da pesquisa que antecedeu à implementação da PBL, ou seja, alguns aspectos institucionais, culturais e individuais que contribuem para o formato da aula do professor participante da pesquisa antes da intervenção e ajudam a entender o contexto onde a implementação

da PBL se deu. No capítulo IMPLEMENTANDO E AVALIANDO descrevo a implementação, para depois colocar e analisar as avaliações dos principais atores do processo de ensino-aprendizagem: alunos e professor. No capítulo A VISÃO DO PESQUISADOR complemento os capítulos anteriores com dados e análises sobre a utilização da PBL no ensino de engenharia e a respeito da implementação em questão, seus efeitos sobre o trabalho discente e docente. Também coloco dados e analiso as relações entre o delineamento da pesquisa e o desenvolvimento profissional docente e, finalmente, discuto o modelo da Universidade de Newcastle. Um breve fecho do trabalho encontra-se em CONSIDERAÇÕES FINAIS, onde também indico algumas possíveis continuações.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
▫ AS QUESTÕES DE PESQUISA.....	8
▫ OS OBJETIVOS DA PESQUISA.....	9
A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA.....	10
▫ A INSTITUIÇÃO, A CULTURA E O INDIVÍDUO.....	11
▫ OS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA.....	19
▫ A AULA NA ENGENHARIA.....	21
▫ A DOCÊNCIA NA ENGENHARIA.....	26
▫ A CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES DE ENGENHARIA.....	28
A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	32
▫ OS FUNDAMENTOS DA PBL.....	33
▫ OS OBJETIVOS EDUCACIONAIS DA PBL.....	36
▫ A CARACTERIZAÇÃO DA PBL.....	37
▫ O PROCESSO PBL.....	40
▫ O PROBLEMA NA PBL.....	43
▫ O PAPEL DOS ALUNOS NA PBL.....	47
▫ A PBL E A DOCÊNCIA.....	50
▫ VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PBL.....	52
▫ A PESQUISA SOBRE A PBL.....	54
▫ UM EXEMPLO DE IMPLEMENTAÇÃO CURRICULAR DA PBL.....	59
A METODOLOGIA DA PESQUISA.....	63
▫ A INTERVENÇÃO.....	65
▫ A PESQUISA.....	67
▫ OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	68
▫ A COLETA DE DADOS.....	68
▫ A ANÁLISE DOS DADOS.....	70
CONHECENDO O CONTEXTO.....	71
▫ ASPECTOS INSTITUCIONAIS.....	71
▫ ASPECTOS CULTURAIS.....	84
▫ ASPECTOS INDIVIDUAIS.....	93
▫ A AULA DO PROFESSOR ANTERIOR À IMPLEMENTAÇÃO.....	101
IMPLEMENTANDO E AVALIANDO.....	107

▫ A AULA DO PROFESSOR COM A PBL.....	110
▫ A AVALIAÇÃO DOS ALUNOS.....	113
▫ A PBL SOB A ÓTICA DO PROFESSOR.....	135
A VISÃO DO PESQUISADOR.....	149
▫ SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO.....	153
▫ SOBRE A PESQUISA, A PBL E A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA.....	164
▫ SOBRE O MODELO DA UNIVERSIDADE DE NEWCASTLE.....	168
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	177
REFERÊNCIAS.....	180
ANEXOS	
I. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia.....	191
II. Problema “ <i>Two rooms</i> ”.....	196
III. Problema “ <i>Wordgarden</i> ”.....	198
IV. Formulário de Avaliação de Desempenho.....	200
V. Formulário de Avaliação do Processo Educacional.....	201
VI. Questionário Final de Avaliação da Disciplina/Método Instrucional.....	202
VII. Avaliação Final do Módulo.....	203
VIII. Estudo de Caso: As Funções do Administrador.....	204
IX. Problema 2.....	205
X. Problema 3.....	206
XI. Problema 8.....	207
XII. Relatório Parcial.....	208
XIII. Roteiro para Relatório Final.....	209

## TABELAS

1. Elementos fundamentais da PBL.....	40
2. Principais diferenças entre os papéis dos alunos e docentes na sala de aula convencional e na PBL.....	48
3. Dimensões usadas para delimitar as concepções de ensino.....	52
4. As fases da pesquisa e da intervenção.....	66
5. Esquema representativo da aula do Professor anterior à implementação.....	102
6. Esquema representativo da aula do Professor com a PBL.....	111

## FIGURAS

1. Alguns aspectos que afetam a prática e a educação em engenharia.....	2
2. Alguns princípios da aprendizagem que fundamentam a PBL.....	34
3. Esquema representativo da grade curricular do curso de arquitetura da Universidade de Newcastle, Austrália.....	59
4. Ciclo de trabalho com o problema na PBL.....	107
5. Ciclos de trabalho com os problemas <i>versus</i> encontros semanais.....	112

## RESUMO

A Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (*Problem-based Learning*), diferentemente dos métodos de ensino convencionais que colocam problemas de aplicação após a introdução de conceitos, usa problemas de fim aberto para iniciar e motivar a aprendizagem da teoria. Além de favorecer a construção de conhecimentos, este método propõe contribuir para o desenvolvimento de alguns atributos profissionais não técnicos considerados importantes para a prática da engenharia em uma sociedade em rápida transformação. Este trabalho, uma pesquisa-intervenção de natureza qualitativa, buscou investigar como se dá uma implementação da PBL no ensino de engenharia, o contexto em que se insere e como é avaliada pelos atores principais: alunos e professor. Para este fim o método foi implementado simultaneamente em disciplinas sobre a teoria geral da administração (TGA) oferecidas nos currículos de graduação e de pós-graduação em engenharia de produção e de graduação em engenharia civil de uma universidade pública de São Carlos, SP. As três disciplinas cobriam conteúdos similares e eram ministradas pelo mesmo docente. Os dados foram coletados por meio de observação participante das aulas, entrevistas não estruturadas com o professor antes, durante e após a implementação e mediante um questionário (com questões abertas) respondido pelos alunos ao final da implementação, no qual opinaram sobre a PBL, suas vantagens e desvantagens, e seu potencial para atingir os objetivos da disciplina. Dados adicionais foram coletados na Universidade de Newcastle, Austrália, por meio de observação participante e entrevistas não estruturadas com alguns docentes. *Grosso modo*, os dados anteriores à implementação foram analisados à luz da literatura sobre ensino superior e ensino de engenharia (Salum, Ramos, Sordi, Cunha, entre outros) e sobre a influência de aspectos institucionais, culturais e individuais sobre a sala de aula (Zeichner, Dreeben, Lortie, Tardif, entre outros). Os dados sobre a implementação foram analisados a partir do referencial sobre a PBL – principalmente as meta-análises de Albanese & Mitchell, Vernon & Blake e Dochy *et al.* e autores tais como Barrows, Woods, Gijsselaers, entre outros – e sobre a base de conhecimento da docência de Shulman. Os resultados mostram que, apesar dos diferentes contextos, as três turmas relataram tanto a aprendizagem dos conhecimentos quanto o desenvolvimento de algumas habilidades e atitudes objetivados pela disciplina, o que foi confirmado pela avaliação do professor. As desvantagens apontadas pelos alunos e professor também se assemelham, tais como a necessidade de maior comprometimento e aumento do tempo. De forma geral, os alunos reagiram positivamente à PBL, o que sugere sua possível utilização nos contextos estudados, desde que alguns aspectos da implementação sejam reconsiderados e redimensionados. Além disso, embora não deva ser tomada como substituto para a formação pedagógica, a PBL também demonstrou ser um instrumento interessante de desenvolvimento profissional para o professor, especialmente no que concerne ao aprimoramento da base de conhecimento da docência.

## ABSTRACT

Problem-based Learning or PBL, contrary to conventional instructional methods that place problems after concepts have been introduced, uses open-ended problems to initiate, focus and motivate the learning of theory. Besides favoring the construction of knowledge, this method proposes to contribute to the development of some non-technical professional attributes deemed as important to the practice of engineering in a fast changing society. This work, an intervention-research design of a qualitative nature, sought to investigate an implementation of PBL in the teaching of engineering, the surrounding context and how it is assessed by the main actors: students and teacher. To this end the method was implemented in three administration theory courses offered in the undergraduate and graduate production engineering curricula and in the undergraduate civil engineering curriculum of a public university in São Carlos, SP, Brazil. The three courses covered similar syllabi and were taught by the same teacher. The data were collected by means of participant observation of classes and unstructured interviews with the teacher before, during and after the implementation and by way of an end-of-course questionnaire (with open questions) responded by the students, in which they were asked to opine on PBL, its advantages and disadvantages and its potential to meet the course goals. Additional data were collected at the University of Newcastle, Australia, by means of participant observation and unstructured interviews with some faculty. *Grosso modo*, the data collected prior to the implementation were analyzed in light of the literature on engineering education and higher education in general (Salum, Ramos, Sordi, Cunha, among others) and on the influence of institutional, cultural and individual aspects on the classroom (Zeichner, Dreeben, Lortie, Tardif, among others). The data collected during and after the implementation were analyzed vis a vis the literature on PBL – especially the meta-analyses by Albanese & Mitchell, Vernon & Blake and Dochy *et al.*, and the work of authors such as Barrows, Woods, Gijsselaers, among others – and Shulman's teacher knowledge base. The results showed that despite the differences among contexts the three classes reported the learning of the knowledge as well as the development of some skills and attitudes intended by the courses, in agreement with the teacher's assessment. The disadvantages indicated by the students and teacher are also similar, such as the need for more commitment and increased time. On the whole, the students reacted positively to PBL, which suggests the viability of its use in the contexts in question, provided that some aspects of the implementation are reconsidered and redimensioned. Besides, although it should not be taken as a substitute for teacher training, PBL showed to be an interesting tool in the teacher's professional development, especially concerning the improvement of the teacher knowledge base.

“A educação não é uma preparação para a vida, a educação é a própria vida”.  
(John Dewey)

“O papel do professor não é implantar fatos, mas colocar o assunto a ser aprendido na frente do aluno e, por meio da compreensão, emoção, imaginação e paciência, despertar nele uma busca incessante por respostas e discernimentos que engrandecem sua vida pessoal e lhe confirmam significado”.  
(Nathan M. Pusey)

## INTRODUÇÃO

Vivemos em um período de grandes transformações em todas as áreas da atividade humana. As últimas décadas presenciaram mudanças significativas na maneira como nos comunicamos, fazemos negócios e acessamos informações (DUCH *et al.*, 2001). Muitos são os aspectos que favorecem e catalisam este processo de mudanças, sendo a recente revolução tecnológica um fator freqüentemente apontado como uma de suas principais causas e, talvez, a que mais lhe imprime velocidade. A educação, uma atividade humana essencial em todas as épocas, não poderia ficar alheia a estas mudanças, principalmente por ser responsável pela criação, disseminação e aplicação do conhecimento que alimenta a revolução tecnológica.

Uma das áreas particularmente afetadas pelo ritmo acelerado das mudanças é a engenharia, porque abriga grande parte do conhecimento com aplicação tecnológica imediata. Este fenômeno afeta a engenharia, a prática do engenheiro e, conseqüentemente, o ensino de engenharia, o que pode ser atestado pela grande expansão da base de conhecimento em ciência e tecnologia e pela rápida obsolescência de muito daquilo que é ensinado durante o período de formação profissional. A combinação destes efeitos mais visíveis obriga os engenheiros a continuamente reaprenderem sua profissão.

Há outros aspectos que têm impacto sobre a área de conhecimento em engenharia (Figura 1). Por exemplo, o próprio campo de trabalho dos engenheiros expandiu-se muito desde sua origem como inventor, passando a incluir a atuação em diversas áreas das organizações produtivas, ou seja, em pesquisa e desenvolvimento, finanças, *marketing*, produção, serviços ao consumidor etc. (BORDOGNA, 1993). Por outro lado, o mercado de trabalho dos engenheiros é afetado pela atual instabilidade da economia mundial, tornando-se ao mesmo tempo exigente, competitivo e, freqüentemente, menos empregador. Este desemprego clássico ainda é agravado pela adoção de modelos produtivos que contribuem para o desemprego estrutural (i.e., a

substituição de mão de obra por tecnologia) e de modelos de gestão da produção (e.g., produção enxuta, assistida por computador etc.) que concorrem para o achatamento da pirâmide organizacional, afetando principalmente os níveis hierárquicos médios onde estes profissionais geralmente atuam.

A mudança de foco da economia, da manufatura para serviços, segundo MORGAN *et al.* (1998), também colocou novas necessidades de conhecimento para os engenheiros, que passaram a utilizar suas habilidades e conhecimentos em uma variedade de áreas do setor de serviços, tradicionalmente não associadas a sua profissão. Paralelamente, também devido aos efeitos centralizadores da globalização, a colocação de engenheiros migrou das grandes empresas para as pequenas e médias, criando uma demanda por profissionais capazes de integrar conhecimentos técnicos e industriais a habilidades administrativas e financeiras.



*Figura 1: Alguns aspectos que afetam a prática e, conseqüentemente, a educação em engenharia.*

A soma desses aspectos, isto é, a expansão do campo de atuação, a competitividade do mercado de trabalho, a mudança de foco da economia etc., concorre para que um engenheiro, ao longo de sua carreira, venha a mudar de emprego ou posição dentro das empresas, a trabalhar em diferentes setores produtivos e mesmo a abrir seu próprio negócio. Esta situação requer deste profissional grande adaptabilidade e capacidade de aprender, muitas vezes de forma autônoma, novos conhecimentos.

DEMO (1999, p. 42) resume assim a situação enfrentada pelos engenheiros, especialmente os recém formados:

“Primeiro, não basta formar-se para procurar emprego. Haverá cada vez menos, sobretudo para áreas intensivas de conhecimento. Segundo, será fundamental oferecer trabalho, ou seja, saber formular propostas pertinentes e interessantes, que chamem a atenção do empregador. Terceiro, será também fundamental saber montar seu próprio trabalho, como autônomo, o que depende fundamentalmente da habilidade de pesquisa e elaboração própria”.

Parece óbvio que tal situação coloca um importante desafio ao ensino de engenharia, em particular nas últimas décadas. Já não é mais possível formar profissionais sem se preocupar com sua colocação no mercado de trabalho, como ocorria quando havia grande carência de mão-de-obra especializada. Hoje, devido aos motivos expostos, as escolas precisam – além de fornecer uma preparação técnica/científica sólida aos futuros engenheiros – atentar para o desenvolvimento de outros atributos profissionais que contribuam para uma melhor atuação e uma maior empregabilidade e lhes confirmem mais flexibilidade em suas futuras carreiras. Nesta perspectiva, SACADURA, (1999, p. 21) pergunta:

“Perante a diversidade das funções exercidas, dos contextos profissionais e das responsabilidades que o engenheiro vai encontrar ao abordar sua carreira profissional e as evoluções que este inevitavelmente vai ter sob o impulso das novas tecnologias e da globalização da economia, uma questão que logo surge é a seguinte: quais são os fatores pessoais inatos ou a desenvolver por treinamento adequado (se for possível) e a formação a adquirir para responder à procura do mercado de trabalho?”

Embora não seja fácil ou mesmo possível encontrar uma resposta única e definitiva a esta pergunta, dado o dinamismo e a disparidade dos contextos econômicos, sociais e profissionais contemporâneos, algumas indicações podem ser encontradas em levantamentos de perfis profissionais de engenheiros. Por exemplo, SACADURA (1999, p. 23) cita pesquisas feitas na Europa nas quais não se observa uma correlação nítida entre sucesso profissional (medido pelo salário) e desempenho escolar (medido por meio das notas no relatório curricular). Ao contrário, correlações mais fortes apareceram entre o êxito profissional e uma série de fatores pessoais como confiabilidade, dedicação, caráter, iniciativa, entusiasmo, motivação, habilidades de comunicação, de gerenciamento, de trabalho em equipe etc. As empresas entrevistadas nas pesquisas ainda recomendaram “que fossem reforçados, nos

currículos de formação de engenheiros, os aspectos destinados a desenvolver as capacidades dos engenheiros nas áreas seguintes: *management*, metodologia de solução de problemas, trabalho em equipe”.

Esse relato é confirmado por muitos levantamentos de perfis de engenheiros encontrados na literatura (e.g., VASILCA, 1994; NING, 1995; MORAES, 1999). Os resultados destes levantamentos aparentam convergir bastante e dentre os atributos mais freqüentemente citados encontram-se:

- *Conhecimentos*: conhecimento dos fundamentos da engenharia (ciência e tecnologia) e das relações entre seus diversos ramos, além de conhecimentos em áreas tais como computação, administração de empresas, lucros, finanças, satisfação do cliente, competição, riscos, tributação, leis e regulamentações, *marketing*, impacto da tecnologia no meio ambiente e nas pessoas etc.;
- *Habilidades*: desenvolvimento de projetos em laboratório ou em campo, análise de problemas, síntese de soluções referentes a práticas em uso, comunicação, trabalho em equipe, gestão de recursos e processos, auto-avaliação e avaliação de pares etc.;
- *Atitudes*: ética, integridade e responsabilidade para com colegas, sociedade e profissão, preocupação com o meio ambiente, iniciativa, empreendedorismo, adaptabilidade, disposição de procurar especialistas (*experts*) quando necessário, motivação e interesse pelo aprendizado autônomo e contínuo durante suas vidas etc.

Esses atributos parecem concordar com o que a literatura indica como os objetivos do ensino superior, geralmente pautados nas demandas da futura atuação profissional dos alunos. Por exemplo, a UNESCO sugere para o ensino superior a promoção da aprendizagem por toda a vida e da capacidade de resolver problemas e de tomar iniciativas. Esta organização crê na importância da integração dos conhecimentos, isto é, acredita que o ensino superior seja mais efetivo quando é capaz “de incrementar, com flexibilidade e espírito de cooperação, aprendizagens que transcendem os limites entre disciplinas” (DELORS, 1999, p. 144). Em sentido amplo, para a UNESCO, o conhecimento não deveria ser tomado como uma ferramenta pronta para uso nem ensinado de forma fragmentada, já que isto impede a apreensão dos objetos em seu contexto e complexidade (MORIN, 2001). Deveria, outrossim, ser ensinado de modo a capacitar os alunos a enfrentarem o inesperado e a incerteza e a modificarem seu desenvolvimento em virtude das informações adquiridas ao longo do tempo.

Outros autores aparentam apontar nessa mesma direção. BOK (1986, p. 13), preocupado com o rápido aumento do volume de informações a serem assimiladas pelos alunos durante o período de formação universitária, adverte: “Não podemos nos contentar em ensinar aos estudantes a se lembrar de um corpo fixo de conhecimentos; em vez disso, cumpre-nos ajudá-los a dominar técnicas de resolver problemas e hábitos de aprendizado contínuo”.

Já Atkins, citado por TYNJÄLÄ (1999), defende que as escolas superiores e universidades deveriam fornecer uma experiência educacional de valor intrínseco, preparar os alunos para a criação, aplicação e disseminação de conhecimento e para o exercício de uma profissão específica. De modo a atingir esses propósitos, o autor indica a capacitação profissional e promoção da aprendizagem ao longo da vida, a preparação para o exercício profissional e a preparação para o mundo do trabalho em geral. Isto poderia ser conseguido com currículos que favoreçam a compreensão dos conhecimentos gerais e específicos, o pensamento crítico e a habilidade de pensar conceitualmente, integrem a teoria à prática, desenvolvendo nos alunos habilidades interpessoais e a capacidade de refletir sobre sua própria prática, e promovam habilidades de comunicação oral e escrita, de refletir e aprender a partir de situações práticas. O atendimento integrado destes objetivos, segundo TYNJÄLÄ (1999), ainda seria capaz de favorecer a formação de geradores de conhecimentos ao invés de meros consumidores destes, concorrendo para formar empreendedores em vez de simples empregados.

Os objetivos concebidos pela Wingspread Conference sobre o ensino superior (DUCH *et al.*, 2001) parecem concordar com essas proposições, incluindo – paralelamente à garantia da competência técnica em uma dada área do conhecimento – a promoção de habilidades de comunicação, do domínio em computação e outras tecnologias e do acesso a informações para permitir que os alunos obtenham e apliquem novos conhecimentos e habilidades quando forem necessários. Também recomendam o desenvolvimento da habilidade de tomar decisões informadas, ou seja, por meio da capacidade de definição do problema, coleta e avaliação de informações relacionadas a ele e apresentação de soluções, e da habilidade de trabalhar em uma comunidade global, por intermédio do desenvolvimento de várias atitudes e disposições tais como flexibilidade e adaptabilidade, aceitação de diversidade, motivação, comportamento ético, criatividade, capacidade de trabalhar em grupo etc. DUCH *et al.* (2001) concluem enfatizando a importância da promoção da habilidade de

integrar os itens anteriores, uma vez que isto ajudaria o futuro profissional a melhor enfrentar e solucionar problemas específicos em contextos reais e complexos.

Os objetivos pensados para o ensino de engenharia parecem não diferir dos colocados para o ensino superior como um todo. Devido à complexidade do tema, GÓMEZ RIBELLES (2000) prefere indicar o que *não* deveria ser objetivo da educação em engenharia. Para o autor, a escola de engenharia não deveria buscar a capacitação dos alunos para um tipo particular de trabalho, pois o leque de atividades disponíveis ao futuro engenheiro é maior do que é possível aprender durante a graduação. Tampouco deveria garantir que os alunos atingissem um determinado nível de conhecimento sobre uma dada especialização da engenharia, já que a expansão do conhecimento torna qualquer nível de conhecimento aprendido hoje insuficiente para o trabalho a ser realizado amanhã. Desta forma, GÓMEZ RIBELLES (2000) crê que a escola de engenharia deveria possibilitar que os alunos desenvolvessem suas carreiras em muitas direções possíveis e aprendessem como aprender novos conhecimentos durante toda sua carreira profissional.

Pressupõe-se que muitas escolas de engenharia sejam capazes de reconhecer a importância desses atributos e objetivos, haja vista a presença de muitos deles nas diretrizes curriculares para os cursos de engenharia (MEC, 2002, Anexo I). No entanto, o atendimento dos mesmos coloca uma outra questão às instituições: como prover o ensino de um corpo crescente de conhecimentos científicos e tecnológicos ao mesmo tempo em que se procura desenvolver habilidades e atitudes profissionais desejáveis sem sobrecarregar os currículos nem estender os anos de escolarização formal? A resposta a esta questão também é complexa e pode envolver mudanças institucionais, culturais e individuais amplas, especialmente quando se analisa os currículos, os conteúdos e os métodos comumente encontrados no ensino de engenharia.

No ensino de engenharia ainda parecem predominar métodos convencionais de ensino (SALUM, 1999), ou seja, aqueles baseados na transmissão/recepção de conhecimentos por meio de aulas expositivas, as quais podem assumir várias formas, tais como palestras de professores, seminários de alunos, uso de mídias (e.g., programas de computador e filmes didáticos) etc. Neste ambiente os alunos geralmente participam passivamente e trabalham individualmente e seu desempenho é avaliado por testes que, em geral, medem somente sua capacidade de memorizar fatos, fórmulas e procedimentos. Ademais, as outras categorias de atributos citadas nos levantamentos de perfis profissionais e nos

objetivos do ensino superior, quer dizer, habilidades e atitudes, raramente estão presentes quando do planejamento das aulas e quase nunca são avaliadas.

Essas aulas convencionais, por sua vez, estão comumente inseridas em currículos baseados no modelo da racionalidade técnica, isto é, entendem o exercício profissional como a mera manipulação de técnicas disponíveis de modo a alcançar fins escolhidos dentro de contornos gerenciáveis (SCHÖN, 1983, 1991), e, conseqüentemente, valorizam somente a aprendizagem de conhecimentos desta natureza. Deste entendimento resultam currículos lineares, seqüenciais e compartimentados, nos quais as disciplinas são dispostas de modo que as ciências básicas precedam às aplicadas e estas, às práticas. Seus conteúdos são transmitidos de maneira estanque, cabendo aos alunos a busca de integração e sentido para os mesmos por intermédio de projetos/trabalhos ao final dos cursos, quando existem.

A cultura vigente na maioria das instituições de ensino de engenharia, principalmente naquelas que realizam pesquisa, também pode oferecer obstáculos à utilização de métodos de instrução que favoreçam o desenvolvimento de atributos profissionais tais como empreendedorismo, habilidades de estudo autônomo e de trabalho em grupo. Aspectos tais como o individualismo, a competição excessiva e o isolamento do trabalho docente parecem ser contrários ao ambiente de cooperação entre os atores do processo de ensino-aprendizagem (alunos, professores e administradores) imprescindível na implantação de tais alternativas educacionais. Esta situação é ainda agravada pelo fato de a maioria do corpo docente de engenharia não ter formação pedagógica inicial ou em serviço, o que faz com que os professores venham a favorecer métodos de ensino convencionais, que eles próprios viveram como alunos, pois são mais simples e possibilitam um maior controle sobre o que acontece em sala de aula.

De qualquer forma, a despeito das prováveis dificuldades, vários autores reafirmam a necessidade de reformulação do ensino de engenharia (e.g., FELDER, 1993, BORDOGNA, 1993, VON LINSINGEN *et al.*, 1999) e a adoção de métodos alternativos de modo a melhor prover às necessidades de formação destes profissionais, respondendo de forma integrada aos objetivos colocados pela literatura. Dentre estes métodos, a Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (*Problem-based Learning*) vem sendo bastante utilizada, já que é conhecida, segundo SAVIN-BADEN (2000), por oferecer aos alunos um meio de aprender conhecimentos e desenvolver as habilidades e atitudes valorizadas na vida profissional no contexto

curricular, ou seja, sem a necessidade de disciplinas ou cursos especialmente concebidos para este fim.

A PBL é um método de instrução e aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada que usa um problema da prática (real ou simulado) para iniciar, motivar e focar a construção de conhecimentos, além de promover habilidades de solução de problemas e trabalho em grupo e atitudes tais como o estudo autônomo (SCHMIDT, 2001). Apesar de ter sido concebida para o ensino de medicina no final dos anos 1960, o emprego da PBL tem se expandido desde então para o ensino de outras áreas do conhecimento (incluindo a engenharia) e em outros níveis educacionais (fundamental e médio). Também tem sido utilizada como uma proposta curricular ou disciplinar, ou seja, em todo o currículo ou em disciplinas isoladas em currículos convencionais.

A PBL tem sido ostensivamente estudada ao longo dessas três décadas. Poucas ou talvez nenhuma abordagem educacional tenha sido tão escrutinada e, em decorrência disto, há uma vasta literatura a respeito que confirmam muitos dos ganhos prometidos por ela. Entretanto, como sustenta SAVIN-BADEN (2000), este corpo de conhecimentos carece de estudos que tragam a voz dos alunos e professores, atores principais do processo de ensino-aprendizagem, sobre os efeitos da PBL em suas vidas e investiguem o impacto de sua utilização em instituições estruturadas para aulas expositivas. Ademais, essas pesquisas têm se concentrado basicamente na aprendizagem e no desempenho dos alunos; parece haver poucos trabalhos que exploram as possibilidades da PBL também em termos de desenvolvimento profissional para os docentes que a utilizam.

### **AS QUESTÕES DE PESQUISA**

Considerando-se os aspectos acima, as especificidades do ensino de engenharia e os objetivos e atributos profissionais desejáveis colocados pela literatura, a pesquisa norteou-se pelas seguintes questões:

- Como se dá a implantação de um método de instrução alternativo baseado nos princípios da PBL em um currículo convencional de engenharia dentro de um trabalho de colaboração entre pesquisador e docente?
- Como isto ocorre na perspectiva dos atores principais do processo de ensino-aprendizagem, ou seja, como o docente e os alunos avaliam uma implantação da PBL frente aos objetivos educacionais que ela coloca?

- Quais são as dificuldades e resistências encontradas, especialmente quando a implementação deste método instrucional envolve embates institucionais, culturais e individuais significativos e implica a convivência com um modelo de instrução convencional?
- De que forma a utilização da PBL afeta o desenvolvimento profissional do docente participante da pesquisa?

### **OS OBJETIVOS DA PESQUISA**

De modo a responder as questões de pesquisa colocam-se como objetivos do trabalho:

- A investigação e análise da implantação da PBL em uma disciplina de um currículo de engenharia;
- A investigação e análise dos aspectos institucionais, culturais e individuais que caracterizam o contexto de implementação da abordagem de ensino;
- A obtenção das avaliações dos alunos e do professor responsável pela disciplina a respeito do método de instrução utilizado e a análise destas à luz da literatura sobre a PBL e subsidiada pelos aspectos institucionais, culturais e individuais arrolados;
- A investigação e análise da atuação do professor nesta abordagem;
- A discussão da adequação da PBL, como foi implementada e de forma geral, ao ensino de engenharia a partir da literatura e do modelo da Universidade de Newcastle.

“Nada na educação é tão espantoso quanto o volume de ignorância acumulada na forma de fatos inertes”.  
(Henry B. Adams)

“Em sentido amplo, a aprendizagem pode ser definida como um processo de transformação progressiva da ignorância para o conhecimento, da inabilidade para a competência e da indiferença para a compreensão. Do mesmo modo, a instrução – ou educação – pode ser definida como os meios pelos quais sistematizamos as situações, condições, materiais e oportunidades por meio das quais os alunos aprendem formas novas ou diferentes de pensar, sentir e fazer”.  
(Cameron Fincher)

## **A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**

O ensino de engenharia tem longa história no Brasil – sua primeira escola foi fundada em 1810 (GIORGETTI, 1993) – e vem, em tempos recentes, atraindo a atenção de acadêmicos e instituições, particularmente depois do lançamento do REENGE (Programa de Reengenharia do Ensino de Engenharia) em 1995. O REENGE é considerado por SALUM (1999) como o marco inicial da discussão sobre os currículos e o ensino de engenharia no Brasil, depois de quase vinte anos desde a elaboração da resolução que regia o ensino desta área de conhecimento no país (Resolução 48/76). Esta discussão iniciada pelo REENGE contemplou tópicos variados tais como flexibilidade curricular, diminuição das cargas horárias, diversificação do perfil profissional, interação entre o ciclo básico e profissional, valorização do conhecimento prático aprendido dentro ou fora da escola, entre outros.

Segundo SALUM (1999), alguns eventos posteriores também contribuíram para esta discussão, tais como a promulgação da Nova Lei de Diretrizes e Bases em 1996 (CAVALCANTE, 2000) e o Edital 04/97 do MEC, que convidava as instituições a elaborarem propostas para as Diretrizes Curriculares do Ensino de Engenharia, aprovadas em 2001 (Anexo I). Entretanto, apesar de ter havido esforços na direção de diminuir o número de créditos dos cursos, de expor os alunos à engenharia logo nos primeiros anos e de abrigar novos conteúdos e substituir ou eliminar os obsoletos, estas diretrizes parecem ter promovido poucas mudanças significativas nos currículos, principalmente na forma como os conteúdos são trabalhados.

## A INSTITUIÇÃO, A CULTURA E O INDIVÍDUO

Mesmo sendo cedo para avaliar os efeitos dessas diretrizes, é possível conjecturar sobre os motivos da persistência do modelo convencional de ensino nas escolas de engenharia. Estes motivos podem ser devidos a uma intrincada malha de fatores institucionais, culturais e individuais, uma vez que a forma como uma aula se dá varia de acordo com as características das instituições, da cultura dominante e do professor (ZEICHNER *et al.*, 1987). Podem também ser inerentes ao ensino desta área do conhecimento, ao ensino superior e/ou à educação como um todo.

É possível encontrar várias razões para a persistência do modelo convencional de ensino de engenharia. Primeiramente, é preciso reconhecer que a universidade *per se* não é uma instituição ágil devido à forma de gestão acadêmica: resoluções por meio de conselhos de diversos níveis, forma corporativa de organização etc. (PAIVA & WARDE, 1994). Além disso, tem-se que considerar, como pede HUBERMAN (1973), que os sistemas escolares, como todos os sistemas humanos, mesmo mostrando desejo de inovar e melhorar, tendem a manter a ordem e as práticas estabelecidas, o que explicaria, ao menos em parte, a dificuldade, aparentemente antagônica, de implementação das diretrizes, já que as próprias emanaram da discussão e das propostas das instituições de ensino de engenharia.

É sabido também que a tendência de manutenção do *status quo* está na própria natureza das instituições de ensino superior. As universidades são instituições longevas: um estudo citado por BRUNNER (1997) identificou somente 66 organizações com existência ininterrupta desde a Reforma Protestante do século XVI: 62 delas eram universidades. Esta longevidade pode ser atribuída em grande parte, de acordo com o autor, ao seu conservadorismo. De fato, muitas características das universidades atuais parecem ter sua origem nas instituições da Idade Média, tais como os currículos preestabelecidos, carreiras específicas e exames formais. Porém, este conservadorismo, um fator que lhe atribui longevidade, pode se tornar um empecilho à universidade em tempos de transformações rápidas como os que vivemos.

Por outro lado, HUBERMAN (1973) e DREEBEN (1973, p. 455) acreditam que não só as universidades, mas as escolas em geral, estejam entre “as instituições mais conservadoras, mantendo formas tradicionais de fazer as coisas mesmo diante de intensas pressões por mudanças”. Ademais, HUBERMAN (1973, p. 44) sustenta que este conservadorismo se faz mais presente no setor público porque estas instituições

“não têm motivação econômica e não precisam fazer face a concorrências [...], elas têm menos necessidade de se preocupar em melhorar os serviços que proporcionam”.

DREEBEN (1973) atribui essa resistência a mudanças à estrutura das escolas, que comporta concomitantemente elementos de organizações burocráticas e não burocráticas. Uma característica dos sistemas escolares que ilustra essa hibridez seria a precariedade de sua linha de comando e comunicação. O autor sustenta que, apesar de os sistemas educacionais serem organizados hierarquicamente como as organizações burocráticas, normas e diretrizes não conseguiriam ser facilmente difundidas e implementadas por intermédio da linha de comando de sua hierarquia.

Dessa forma, a instituição escolar seria capaz de manter uma autonomia relativa, ou seja, permanecer sendo um território intermediário de decisão no domínio educativo, como coloca NÓVOA (1999, p. 20), “que não se limita a reproduzir as normas e os valores do macro-sistema, mas que também não pode ser exclusivamente investida como um micro-universo dependente do jogo dos atores sociais em presença”. Talvez esta autonomia relativa seja ainda mais marcante e a difusão das diretrizes, ainda mais difícil em instituições de ensino superior dada a maior complexidade de seus processos, estruturas, hierarquias e, conseqüentemente, linhas de comando e comunicação.

Sabe-se também que em qualquer organização quanto mais distante do topo da hierarquia se encontra um indivíduo maior a dificuldade de lhe comunicar normas ou valores de forma eficaz, especialmente se estas normas tiverem sido decididas sem a participação daqueles que terão de implementá-las. Por esta razão, DREEBEN (1973) considera a sala de aula como um território pouco influenciado por diretrizes. Mesmo quando as diretrizes conseguem ser difundidas, o autor não crê que as atividades do professor em sala de aula sejam significativamente determinadas por elas devido a sua vacuidade.

Essa vacuidade, de acordo com TARDIF (2002), é devida às características dos objetivos educacionais como um todo: eles são geralmente numerosos, variados, heterogêneos, imprecisos e pouco coerentes. Por esta razão o autor acredita que as diretrizes sejam freqüentemente não operacionalizáveis ou tenham como resultado uma pedagogia de efeitos imprecisos e remotos. Isto, por sua vez, acabaria por favorecer a autonomia dos professores e favorecer o individualismo e o isolamento do trabalho docente (DREEBEN, 1973; TARDIF, 2002).

O isolamento aparenta ser uma característica da profissão docente em geral, segundo LORTIE (1975, p. 23). Este autor afirma que as relações de trabalho dos

professores têm sido caracterizadas mais pela separação que pela interdependência; “a maioria dos professores ainda passa a maior parte de seu tempo trabalhando com um grupo de alunos em uma área delimitada”. ZEICHNER *et al.* (1987) sintetiza colocando que o fato de trabalharem em um espaço circunscrito e submetido a uma fraca supervisão, permite que muitos professores ignorem ou mesmo violem abertamente normas burocráticas, incluindo diretrizes, quando eles assim o desejam.

Sob outro ângulo, a persistência do modelo educacional vigente parece estar relacionada ao modo como a engenharia passou de artesanato para profissão e desta para ciência. SCHÖN (1983) sustenta que a engenharia se transformou em profissão quando se aproximou de um modelo de solução técnica de problemas e foi posteriormente considerada ciência quando fundamentou essa técnica na teoria advinda da pesquisa básica e aplicada. Esta transição de profissão para ciência teria cristalizado uma separação entre o prático e o cientista, ou seja, entre o engenheiro e o pesquisador. Ao primeiro caberia a investigação restrita sobre os problemas da prática, os quais deveriam ser levados ao segundo, responsável por conceber novas técnicas para sua solução. Esta separação entre os que praticam e os que pesquisam, conforme o autor, estaria na origem do modelo da racionalidade técnica adotado pela maioria das escolas profissionalizantes.

SCHÖN (1983) ainda relata que essa situação foi agravada pelo enorme prestígio adquirido pela ciência em meados do século passado, que levou as escolas de engenharia a apostarem em uma ciência da engenharia voltada para a possibilidade de fazer algo novo ao invés de para a capacidade de projeto para fazer algo útil. Isto fez com que os especialistas em uma dada área da engenharia se tornassem os mais poderosos membros do corpo docente, tomando o lugar dos engenheiros práticos como modelos profissionais para os alunos.

Já SIRVANCI (1996) e SHERR & LOZIER (1997) atribuem esse *status quo* à forma como o ensino de engenharia se organizou, advogando que o ensino de engenharia – ou mesmo o ensino como um todo (TARDIF, 2002) – espelhará o modelo fabril ou da produção em massa. Esta forma de organização explicaria várias de suas características, tais como o currículo linear e seqüencial (feito linha de montagem), o ensino mediante a transmissão de um mesmo conteúdo a um grande número de alunos, sem levar em conta as necessidades individuais, e a ênfase excessiva na avaliação ao final de cada processo, baseada na premissa de que as especificações do produto definem os padrões de desempenho do mesmo.

A influência do modelo da produção em massa pode ter sido ainda mais marcante no Brasil, já que aqui os princípios da organização científica do trabalho – sistematizados por Taylor e alicerces do modelo de produção em massa – foram, segundo BRYAN (1996), utilizados para organizar as instituições de formação profissional (incluindo seus currículos e métodos de ensino) antes de serem adotados pelas fábricas. Para este autor, a intenção desse procedimento era formar trabalhadores com as qualidades técnicas e sociais adequadas ao novo tipo de organização da produção que se esperava implantar na indústria.

Essa característica teria sido reforçada posteriormente pela administração de Armando Sales de Oliveira, um dos fundadores do IDORT (Instituto de Organização Racional do Trabalho), quando foi governador do Estado de São Paulo na década de 1930. Assim, BRYAN (1996, p. 41) sustenta que desde o início as instituições de ensino tecnológico no país não se preocuparam com a formação de profissionais com a “função de conceber e executar seu trabalho, e tampouco de técnicos de todos os níveis para o desenvolvimento endógeno de tecnologia”.

Desse conjunto de aspectos resultaria um modelo de ensino de engenharia, segundo MORAES (1999, p. 64), no qual predomina uma pedagogia

“que define comportamentos de entrada e de saída como verdadeiras linhas de montagem, seqüencial e hierárquica, previamente estruturada pelos professores ou pelo planejador, alienados do contexto sociocultural dos indivíduos. É um paradigma tradicional que tem compromisso com o passado, com as coisas que não podem ser esquecidas, que dá maior ênfase ao conformismo, que não percebe o lado construtivo do erro, que elimina as tentativas de liberdade e expressão”.

A literatura mostra que a estrutura organizacional tem um papel fundamental na manutenção de seus processos, ainda que haja disposição para inovar da parte de alguns atores. Neste sentido, BALL & GOODSON (1992) acreditam que mesmo o idealismo alguns professores possa se mostrar frágil quando confrontado com as exigências da sala de aula, o que os levaria a fazerem concessões, adotando estratégias de sobrevivência de curto prazo. Todavia, os autores crêem que as razões para a persistência dessa pedagogia também devam ser buscadas na cultura das instituições de ensino, já que o idealismo docente está sujeito às pressões advindas da concepção partilhada por colegas e alunos sobre o que vem a ser uma boa prática docente.

De acordo com CUNHA (1996b), a cultura da maioria das instituições de ensino superior está fundamentada em uma concepção positivista da ciência, a qual vê o conhecimento como acabado e desvinculado de seu contexto histórico. Nesta cultura a disciplina intelectual é tomada como reprodução das palavras, textos e experiências do professor. Este ambiente também privilegia a memorização, o pensamento convergente, a resposta única e verdadeira, e valoriza excessivamente os conteúdos específicos e, entre eles, os relativos às ciências exatas, físicas e naturais.

SORDI (2000, p. 233) complementa colocando que neste ambiente os conteúdos estariam voltados para a acumulação e para o mercado, pressupondo um vínculo entre a qualidade da formação profissional e a quantidade de informações recebidas “em detrimento do grau de profundidade necessário para transformar essas informações em conhecimentos significativos e, por conseguinte, duradouros”. Este pressuposto poderia levar muitos docentes, pressionados pela expansão do conhecimento e conseqüente sobrecarga dos currículos (uma situação comum no ensino de engenharia), a optarem por metodologias convencionais, já que nelas os alunos podem ser silenciados “para permitir que o professor ensine mais, mesmo que este ensino não se concretize em aprendizagem”.

Há ainda o aspecto da desvalorização do ensino em algumas instituições, em particular naquelas onde se desenvolve pesquisa. Nestas instituições ocorre um fenômeno que KOURGANOFF (1990, p. 98-99) chama de ‘primado da pesquisa’, uma situação em que grande parte dos professores, pressionada por critérios de avaliação de desempenho docente que priorizam a quantidade de publicações, “consagra o essencial de sua atividade às suas ‘pesquisas pessoais’ [...] e os estudantes são passados para um segundo plano das preocupações universitárias”. A existência destes critérios é atestada por MENGES & AUSTIN (2001), que mostram que nos países abrangidos em seu estudo há correlações positivas entre salário e produção acadêmica e correlações nulas ou negativas entre salário e produtividade no ensino.

Embora KOURGANOFF (1990) tenha cunhado o termo ‘primado da pesquisa’ com relação à realidade francesa de trinta anos atrás, este fenômeno aparenta ser atual e universal, podendo também ser observado no meio acadêmico brasileiro de hoje. Aliás, é necessário acrescentar que a situação na França parece ser mais vantajosa na medida em que lá os profissionais cujo único interesse é a pesquisa têm a possibilidade de buscar colocação em institutos de pesquisa independentes das universidades, raros no Brasil, ao menos na área das engenharias. Além disso, sabe-

se que a pesquisa industrial, com o aprofundamento do processo de globalização, tem se concentrado nos países desenvolvidos, reduzindo ainda mais o campo de trabalho para pesquisadores no Brasil, o que faz com que busquem realizar suas pesquisas na universidade e vejam o ensino, principalmente na graduação, como um mal necessário.

Esta difícil convivência da pesquisa com o ensino nas universidades foi investigada por SANCHO GIL (2001, p. 47). Os resultados deste estudo mostram algumas concepções equivocadas dos professores derivadas do 'primado da pesquisa'. Por exemplo, a autora coloca que, embora acreditem que os esforços para a melhoria da pesquisa sejam benéficos para o ensino, muitos docentes não crêem que o inverso seja verdadeiro. Isto faz com que receiem a introdução de inovações pedagógicas e coloquem todo o fardo do aprimoramento dos processos de ensino-aprendizagem nos ombros dos alunos,

“que deveriam estar prontos para calar e escutar e responder ao que o momento lhes pede e da forma que lhes é pedida. Deste modo não é o professorado que tem que desenvolver e adquirir conhecimentos e habilidades que contribuam para melhorar o rendimento do alunado. Há de ser este quem terá de empregar toda sua inteligência adaptativa para integrar a fragmentação, dar sentido ao conhecimento descontextualizado e se sobrepor à frustração de aprender o que sabe que precisará esquecer para seguir aprendendo ao longo de toda a sua vida”.

No entanto, faz-se necessário neste momento do trabalho reafirmar a importância da pesquisa nas universidades. DELORS (1999, p. 142) coloca que, devido à importância do saber científico e tecnológico para a solução de problemas causados tanto pelo subdesenvolvimento quanto pelo desenvolvimento, “é extremamente importante que as instituições do ensino superior mantenham um potencial de pesquisa de alto nível nas suas áreas de competência”.

Paralelamente, a pesquisa também ajudaria o docente a manter-se atualizado em uma época em que a produção de conhecimento acontece com uma rapidez jamais vista na história. Neste sentido, sem desejar se aprofundar na discussão sobre se todo professor universitário deveria obrigatoriamente ser um pesquisador, já que “a idéia de que o corpo docente deve fazer pesquisa e com ela iluminar a docência está longe de ser consensual” (PAIVA & WARDE, 1994, p. 15), BALZAN (2000, p. 116) crê ser necessário formar alunos com a consciência da importância da disposição e motivação para o aprendizado durante toda a vida e questiona: “De que adiantaria essa consciência se ele [professor] não dispusesse de

autonomia de vôo, isto é, da capacidade de aprender por conta própria, que somente um forte e sistemático treino em pesquisa pode lhe assegurar?”.

De qualquer modo, parece ser fundamental a busca de um equilíbrio entre estas funções da universidade, pois a priorização da pesquisa pode ser bastante danosa ao ensino, principalmente na graduação, sendo a evasão escolar uma de suas conseqüências mais visíveis. Por exemplo, MARCOVITCH (2001) denuncia a existência de evasão escolar na USP – uma das universidades mais prestigiosas do país, com um concorrido processo de admissão – no patamar de 40% em anos recentes. Isto considerando somente a evasão *stricto sensu* e não a evasão *lato sensu* (não menos perniciosa, segundo o autor), que diz respeito àqueles que além do diploma, nada mais levam do curso que freqüentaram.

É verdade que a evasão *stricto sensu* não pode ser imputada somente a este aspecto; são muitos os motivos que podem levar os alunos a abandonarem a universidade. Tampouco é possível associar a evasão *lato sensu* apenas à deficiência no ensino na graduação. Há certamente causas econômicas, sociais e individuais importantes por trás destes fenômenos que não podem ser negligenciadas. Porém, ainda que outros fatores conjunturais e institucionais (e.g., o mercado de trabalho e a adoção de vestibulares estanques que forçam os jovens a escolherem suas futuras carreiras quando não estão suficientemente maduros para fazê-lo) tenham sua parcela de responsabilidade, a evasão nas universidades também pode ser conseqüência da negligência com relação ao ensino segundo muitos autores. É o que acredita MARCOVITCH (2001), já que entre as ações que defende para diminuir a evasão na graduação estão a flexibilização dos currículos, a “adoção de mecanismos de incentivo ao docente, valorizando-se a sua participação em programas de assistência didática” (p. 48) e “a inovação das técnicas de ensino, tanto para beneficiar os alunos quanto para atualizar os docentes” (p. 58).

Ainda sob um ângulo diverso, sabe-se também que características individuais dos professores também contribuem para a manutenção das práticas convencionais de ensino. Os docentes, na medida em que são elementos constitutivos das instituições de ensino, podem abrigar o mesmo antagonismo atribuído a estas por HUBERMAN (1973), ou seja, podem aspirar a inovação e o aprimoramento de seu fazer e, simultaneamente, desejar manter a ordem. Este desejo de manter as práticas estabelecidas seria ainda mais forte na profissão docente como um todo, segundo GIL VILLA (1998), já que geralmente atrai as pessoas que buscam a segurança de seus

estatutos e os 'bons alunos', isto é, aqueles indivíduos que foram bem sucedidos no modelo vigente e, portanto, não vêem motivos para modificá-lo ou melhorá-lo.

Outros aspectos individuais também podem contribuir para a manutenção do *status quo* no ensino de engenharia. Características dos professores tais como o momento de suas carreiras e vidas, seus interesses, concepções e valores influenciam as escolhas que fazem com relação à sala de aula. SIKES (1985) e HUBERMAN (1995) advogam que a compreensão do momento da vida e da carreira do professor, respectivamente, poderia ajudar a entender sua atuação profissional. Por exemplo, é possível supor que, em geral, um professor em fim de carreira, na fase de desinvestimento, segundo HUBERMAN (1995), não vá acolher facilmente diretrizes que acarretem mudanças significativas em seu fazer.

O mesmo pode-se dizer de um professor cuja concepção de ensino não condiz com modificações curriculares ou metodológicas que impliquem um processo de ensino-aprendizagem mais ativo e centrado no aluno. MIZUKAMI (1996, p. 61) coloca que "as crenças, os valores, as suposições que os professores têm sobre o ensino, matéria, conteúdo curricular, alunos, aprendizagem etc. estão na base de sua prática de sala de aula".

Em suma, supõe-se que uma somatória de razões institucionais, culturais e individuais contribua para a manutenção do *status quo* em escolas de engenharia, haja vista que seguem favorecendo um ambiente de aprendizagem convencional onde a prática é sempre precedida pela teoria, a qual é transmitida, principalmente por meio de aulas expositivas, para grandes números de alunos de forma compartimentada, linear, seqüencial e acrítica. Desta situação resulta, como coloca TEIXEIRA (1978), que muitos alunos saiam das escolas com um grande conhecimento livresco e uma grande habilidade mental para idéias, mas incapazes de conceber um projeto concreto e realizável. Ou seja, os alunos saem das faculdades e universidades com uma formação inadequada para o contexto atual de atuação em engenharia, que requer profissionais criativos e empreendedores.

Essa inadequação também se deve, segundo DEMO (1999), ao fato de os alunos escutarem aulas e armazenarem conhecimentos de segunda mão ao invés de serem orientados a saber pensar. Por conseguinte, não sabem elaborar com mão própria, preferindo engolir os conteúdos sem conseguirem apresentar uma proposta própria. São incapazes de manejar conhecimentos, isto é, não sabem recorrer à pesquisa como forma de aprendizagem e renovação de conhecimentos. Para o autor, no ensino convencional os alunos estudam para provas e muitos professores medem

a qualidade de seus cursos pelo índice de reprovação nelas. Neste contexto as instituições ainda insistem em promover o domínio de conteúdos, que ficam obsoletos rapidamente, em vez das habilidades básicas de aprendizagem permanente. Ademais, os currículos não refletem o fato de que, conquanto não exista profissional sem domínio específico de conteúdos, a aprendizagem não é um processo cumulativo linear.

### OS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA

Os currículos de engenharia no Brasil entendem a aprendizagem como um processo cumulativo linear e são pautados no modelo da racionalidade técnica, isto é, na suposição de que a atividade profissional consiste da solução de problemas mediante a simples aplicação da técnica e da teoria científica (SCHÖN, 1983). Nada mais antagônico ao exercício da engenharia, como crêem CROSS & GOODPASTURE (1967, p. 81):

“Os engenheiros são orientados pelos fatos da ciência, mas seus atos não são controlados somente pelos fatos físicos. Eles tentam usar estes fatos, gerenciá-los, por assim dizer, de modo a agrupá-los em novas relações. Não existe uma visão mais equivocada que aquela que mostra os engenheiros inevitavelmente levados pela matemática e por processos laboratoriais a uma solução única para seus problemas; suas soluções raramente são únicas.”

A despeito dessa constatação, os currículos de engenharia dão ênfase excessiva à acumulação de conteúdos, de natureza predominantemente técnica e científica (ESCRIVÃO FILHO *et al.*, 1997), trabalhados em um número elevado de disciplinas, raramente se cogitando sobre o significado destes conteúdos. Como coloca BALZAN (1996), nestes currículos não há lugar para a “resolução de situações-problema em grupos, proposição de novos problemas com apelo à criatividade [...]. Atividades de laboratório são rotuladas como *pesquisa...*” (grifo do autor). Os conteúdos trabalhados nestas disciplinas são geralmente conhecimentos fixos e acabados, isto é, informações que a ciência já legitimou, nunca os dilemas do presente ou o conhecimento empírico que leve ao futuro (CUNHA, 2002).

Esse tipo de currículo poderia ser classificado como ‘coleção’, segundo CUNHA (2002). A autora, pautada em Bernstein, define dois tipos de currículo: ‘coleção’ e ‘integração’. No currículo ‘coleção’ há uma estrutura bastante fechada, com profundas fronteiras entre os conteúdos e forte enquadramento, ao contrário dos

currículos 'integração', nos quais os limites entre os conteúdos são pouco definidos. A autora, baseada em suas investigações, sustenta que os currículos 'coleção' seriam predominantes nos cursos universitários que trabalham com conhecimentos com maior valor de mercado, como é o caso dos cursos de engenharia.

Essa coleção ou grande número de disciplinas deixa aos alunos pouco tempo para estudo independente e atividades extracurriculares. De fato, a carga horária de contato direto professor-aluno em cursos de engenharia no Brasil pode ser considerada alta, mesmo quando comparada àquela de currículos de instituições estrangeiras que adotam o mesmo modelo educacional. Esta disparidade é atribuída por SALUM (1999) ao entendimento de que caberia ao professor suprir na sala de aula a carência de laboratórios e bibliotecas existente em muitas instituições à época da implantação dos cursos.

A organização das disciplinas nos currículos também refletiria, segundo CUNHA (2002), a concepção positivista do conhecimento presente no ensino superior como um todo, ou seja, a idéia de que o aluno precisa ter domínio da teoria para conseguir entender a prática e a realidade. Para este fim, as disciplinas são dispostas seqüencialmente e linearmente de modo que os alunos sejam expostos às ciências básicas nos primeiros anos, depois às ciências aplicadas e laboratórios e, comumente no quinto ano, às disciplinas práticas (estágios e projetos). Por intermédio das últimas busca-se a integração dos conhecimentos transmitidos durante todo o curso. Quando há uma tentativa de colocar os alunos em contato com a engenharia nos primeiros anos, isto geralmente ocorre em disciplinas de cunho informativo.

Nesse modelo, de acordo com BORDOGNA (1993), os currículos são estruturados de modo a segregar os alunos em termos cronológicos e em termos de disciplinas. Sua ênfase é geralmente colocada na apresentação do conteúdo por meio de fatos, conceitos teóricos, procedimentos computacionais etc., sendo esta ditada pelo ponto, isto é, o objetivo do professor é cobrir um dado número de tópicos estabelecido pelo currículo.

A perpetuação deste modelo curricular na formação em engenharia é considerada negativa por SALUM (1999), já que a forma como os currículos são estruturados define o processo de ensino-aprendizagem que neles acontece. A autora advoga que uma carga horária excessiva de contato direto (aulas, laboratórios etc.) sinalizaria um ensino centrado no professor, enquanto que a separação entre as matérias das ciências básicas, aplicadas e profissionalizantes dificultaria o entendimento da importância da ciência na prática profissional. Ademais, a localização

dos momentos de integração de conhecimentos (projetos de último ano) nos cursos já pressuporia, conforme a autora, que individualmente ou em pequenos grupos os conhecimentos não teriam sentido.

Os atuais currículos de engenharia também tendem a repetir os mesmos conteúdos em várias disciplinas, o que é atribuído pelos professores ao fato de os alunos chegarem a sua disciplina sem saber um dado conteúdo requisito para o entendimento da sua disciplina. Para SALUM (1999), o fato de muitas vezes os docentes terem razão nesta justificativa pode indicar o descompasso na relação ensino-aprendizagem, principalmente quanto à lógica da seqüência do aprendizado e à forma com que os conteúdos são integrados, ou mesmo trabalhados.

A este respeito SHEAHAN & WHITE (1990) propõem o ensino das ciências básicas à maneira *just-in-time* (i.e., sob demanda), buscando somente o conhecimento necessário para dar suporte àquilo que está sendo trabalhado no momento, ao invés de ensinar todo o conteúdo dessas disciplinas nos primeiros anos e confiar na memória dos alunos quando este conhecimento for necessário nos últimos anos. Além disso, para estes autores, a teoria deveria ser introduzida em um contexto de aplicações reais de engenharia.

## **A AULA NA ENGENHARIA**

Na sala de aula de engenharia prevalece o modelo convencional de ensino, quer dizer, o ensino centrado no professor, na transmissão/recepção de conteúdos científicos e tecnológicos e nos resultados. Embora acredite ser errôneo descrever este modelo como único, MIZUKAMI (1986, p. 15) sustenta que em termos gerais esta abordagem “se baseia mais freqüentemente na aula expositiva e nas demonstrações do professor à classe, tomada quase como auditório”, ou seja, na transmissão de conhecimentos pelo professor e recepção passiva da parte dos alunos.

MIZUKAMI (1986, p. 7) complementa que esta abordagem ao processo de ensino-aprendizagem tem bastante aceitação no sistema educacional como um todo, apesar de não se fundamentar “implícita ou explicitamente em teorias empiricamente validadas, mas numa prática educativa e na sua transmissão através dos anos”. Nesta direção, DUCH *et al.* (2001, p. 5) lembram, citando um relatório da Fundação Carnegie, que o método convencional foi criado quando os livros eram raros e caros e a aula expositiva era uma forma eficiente de transmitir conhecimentos. Embora considerem o método expositivo “*ainda* eficiente”, as autoras atribuem sua

persistência no ensino superior principalmente porque “é familiar, fácil e como *nós* aprendemos. Contudo, pouco faz para favorecer o desenvolvimento de habilidades processuais para complementar o conhecimento do conteúdo” (grifos das autoras).

Se a adoção de abordagens expositivas é corriqueira em muitas instituições de ensino superior, é possível presumir que seu uso tenha ainda maior aceitação no ensino de engenharia. Isto é corroborado por MENGES & AUSTIN (2001), cuja meta-análise indica a grande disseminação deste método no ensino das ciências exatas e aplicadas, nas quais prevalece uma cultura institucional pautada na perspectiva positivista da ciência, e em instituições que abrigam programas de pós-graduação e, conseqüentemente, pesquisa – uma descrição que se aproxima muito das escolas de engenharia brasileiras, em particular das públicas.

Estes métodos convencionais parecem ser prestigiados nas escolas de engenharia a despeito de tampouco corresponderem ao que a literatura sugere para a educação de adultos. KNOWLES (1984, p. 31) acredita que o ensino de adultos deveria estar mais direcionado à satisfação das necessidades e interesses dos alunos, às situações reais, à análise de experiências, à autonomia dos alunos. Para o autor, “o papel do professor é comprometer-se com um processo de mútua investigação com eles ao invés de transmitir-lhes seu conhecimento e depois avaliar sua conformidade”. O autor também coloca que a educação de adultos deveria atender para as diferenças individuais dos alunos (mais marcantes à medida que amadurecem), considerando seus diferentes estilos, tempos e ritmos de aprendizagem – o que parece não ocorrer em ambientes de ensino convencionais.

Os alunos adultos – definidos por KNOWLES (1984) como aqueles que têm 25 ou mais anos e/ou já estão inseridos no mercado de trabalho – constituem um segmento da população estudantil significativo na pós-graduação em engenharia e tende a crescer no ensino de graduação. Ademais, conquanto muitos alunos de graduação nesta área de conhecimento não possam ser considerados adultos segundo este critério, esta é a postura que se espera deles ao final do curso. Assim, caberia à instituição de ensino superior prepará-los para atender também a esta expectativa, contribuindo para contrabalançar, como denunciam HARPER *et al.* (1998), os efeitos infantilizantes e apassivadores da sociedade contemporânea.

De qualquer forma, mesmo os autores que não contestam a eficiência do método de ensino convencional no ensino de engenharia, admitem que ele favorece um único grupo de alunos. FELDER (1993), por exemplo, defende que somente os alunos com um estilo de aprendizagem intuitivo, verbal, dedutivo, reflexivo

e seqüencial se adaptariam bem a este tipo de ensino. Sobretudo, BORDOGNA (1993) e FELDER (1993) crêem que a sala de aula convencional no ensino de engenharia não seria capaz de atender de modo eficaz aos objetivos educacionais voltados para formação de engenheiros com perfis que concorram para uma vida profissional bem sucedida (i.e., domínio do conhecimento específico e o desenvolvimento de habilidades e atitudes, tais como a solução de problemas, o pensamento crítico e criativo, habilidades comunicativas e interpessoais, ética, respeito a opiniões de outros etc.). Para os autores, não é possível atingir estes objetivos mediante a recepção passiva e acrítica de conhecimentos fixos e acabados.

O procedimento de avaliação de desempenho dos alunos utilizado na sala de aula de engenharia convencional também é alvo da crítica de estudiosos. Parece não considerar a avaliação como um processo dinâmico de reflexão, como coloca RAMOS (1999, p. 223), “um movimento constante e permanente entre ação, reflexão e, novamente, ação”. Tampouco entende a avaliação e a aprendizagem como um só processo. Ao contrário, a avaliação é quase sempre somativa, ou seja, raramente subsidia a formação dos alunos, o desenvolvimento profissional dos docentes ou o aprimoramento das disciplinas/cursos.

De modo geral, a sistemática de avaliação existente na maior parte das escolas de engenharia também não atende às recomendações encontradas na literatura para uma avaliação eficaz e eficiente. Para tal, RAMOS (1999) sugere a diversificação dos instrumentos de avaliação, a descentralização dos momentos de avaliação, a adequação da forma de avaliação ao tipo de habilidade ou competência que se quer avaliar, a explicitação junto aos alunos dos critérios de avaliação, o uso instrumentos de auto-avaliação dirigidos e orientados por critérios determinados coletivamente, a utilização de instrumentos de avaliação global analisando atitudes diante do conhecimento e da aprendizagem (frente a si mesmo e aos outros) e a adoção de processos paralelos de recuperação efetivos.

Como é comum em métodos de instrução convencionais (MIZUKAMI, 1986), no ensino de engenharia o desempenho dos alunos é medido por intermédio de provas nas quais a boa memorização de fatos e dados é fator fundamental de sucesso. Estas provas geralmente se concentram no meio e no final do semestre e seus critérios são determinados pela instituição, freqüentemente pelos próprios professores responsáveis pela disciplina. Seus critérios geralmente não são explicitados, ou seja, não é explicado claramente aos alunos o que se espera que

saibam ao final do curso. Raramente habilidades e atitudes são avaliadas e a avaliação por pares ou do processo é virtualmente inexistente.

O desempenho insatisfatório nas provas e nos relatórios é em geral atribuído aos alunos e, em casos extremos, aos professores. Desta forma, analogamente ao modelo de produção em massa, culpam-se os atores pelo fracasso escolar ao invés de buscar-se a causa da deficiência no processo de ensino-aprendizagem. Pouco se cogita que a razão do fraco desempenho dos alunos poderia estar na utilização de métodos de ensino que falharam, como coloca BRUNER (1973, p. 125), “ao arregimentar as energias naturais que sustentam a aprendizagem espontânea – a curiosidade, o desejo de competência, a aspiração de seguir um modelo, e a dedicação e reciprocidade social”.

### **O Uso de Problemas no Ensino Convencional de Engenharia**

Mesmo quando é dado aos alunos participar ativamente nas salas de aula e laboratórios convencionais por meio da colocação de problemas, estes geralmente não representam situações reais de atuação profissional. As situações enfrentadas por profissionais são, de acordo com SCHÖN (1991), na maior parte das vezes incertas e desordenadas. Isto parece ser particularmente verdadeiro na prática da engenharia, segundo PRATA (1999, p. 161), na qual não se dá a este profissional a possibilidade de escolher o problema com que deseja trabalhar; “ele deve resolver os problemas que lhe são postos e que, muitas vezes, envolvem aspectos não corriqueiros e cuja solução, em geral, deve satisfazer interesses conflitantes”.

SCHÖN (1983) ilustra essa dessemelhança colocando as características dos problemas no ensino convencional de engenharia civil e daqueles comumente enfrentados por estes profissionais em seu cotidiano. Um problema no ensino convencional demandaria, por exemplo, que os alunos aprendessem a construir uma estrada, enquanto que na vida real o problema dos engenheiros civis seria primeiramente decidir qual estrada construir. Em função destes dilemas da prática, de acordo com o autor, os engenheiros deveriam saber conciliar conhecimentos em ciência e tecnologia a aspectos econômicos, sociais e políticos do contexto de intervenção, estimar os impactos ambientais, enfrentar questões orçamentárias, negociar com empreiteiros, comandar mão-de-obra etc.

A despeito disso, os problemas na sala de aula convencional de engenharia, via de regra, seguem objetivando somente a aplicação de conhecimentos

previamente ensinados e cuja resolução segue fórmulas e procedimentos preestabelecidos. Além de ser um método de aprendizagem questionável, a resolução mecânica de problemas parece não encorajar um tipo de comportamento desejável na atuação de qualquer profissional: a criatividade. A promoção da criatividade dos alunos é importante visto que, conforme SILVA (1999), o novo ambiente de trabalho dos engenheiros rejeita as pessoas cujas funções podem ser automatizadas e seleciona os indivíduos tecnicamente competentes com as habilidades e atitudes compatíveis com uma organização inovadora.

BELHOT (1996) também critica os problemas propostos nas abordagens de ensino convencionais de engenharia por serem quase sempre de fim fechado, isto é, com uma única resposta correta (o *'one best way'* do taylorismo), nos quais o conteúdo em questão determina o tipo de problema a ser resolvido. Ademais, segundo o autor, são utilizados procedimentos inadequados nos quais fatores relevantes são negligenciados, o que leva à solução correta de problemas errados. Nestas situações, de acordo com STEPIEN *et al.* (1998), a heurística geralmente toma a dianteira dos procedimentos, sendo considerada mais importante que os problemas que ajuda resolver, apesar de se saber que na vida real o procedimento de solução é dependente do problema, de sua estrutura, assunto e contexto.

KIDD (1978) afirma, na perspectiva da educação de adultos, que não há uma 'resposta correta' à maioria dos problemas significativos enfrentados por estes indivíduos, já que seria impossível verificá-la a ponto de se remover toda dúvida. Segundo o autor, esta incerteza faz parte dos problemas nas empresas, nas relações familiares e na política. Além disso, o autor crê que os alunos deveriam ser estimulados a pensar sobre o impacto das soluções propostas por eles em outros indivíduos, na sociedade, no meio ambiente etc.

Inversamente ao que ocorre na sala de aula convencional de engenharia, os alunos deveriam ser ensinados a valorizar o erro, ao invés de se concentrarem na busca da 'resposta correta', já que podem se constituir importantes oportunidades de aprendizagem. Neste sentido, KIDD (1978) lembra que um dos propósitos mais importantes da educação de adultos é conferir-lhes a oportunidade de trabalhar com soluções independentes do alto custo dos erros. Para o autor, ao assumirem papéis, os alunos podem propor soluções concretas para problemas em condições reais, porém simuladas, nas quais os efeitos dos 'erros' não seriam tão desastrosos.

## A DOCÊNCIA NA ENGENHARIA

A característica principal dos professores dessa área de conhecimento é a carência de formação pedagógica. No ensino de engenharia, como acontece no ensino superior em geral, é bastante provável que a maioria dos professores das disciplinas básicas e específicas advenha diretamente de bacharelados e de programas de pós-graduação nos quais há pouco ou nenhum conteúdo ou prática pedagógica (CHAMLIAN, 2003).

Essa deficiência não parece oferecer obstáculos à contratação dos professores, já que esta ainda aparenta se fundamentar na crença, segundo MASETTO (2002, p. 11), “inquestionável até bem pouco tempo, vivida tanto pela instituição que convidava o profissional a ser professor quanto pela pessoa convidada ao aceitar o convite: quem sabe, automaticamente, sabe ensinar”. Esta situação constitui um paradoxo para CUNHA (2001), já que a universidade reconhece que há um conhecimento específico para o exercício da docência mediante a oferta de cursos de licenciatura e o legitima por meio da diplomação, mas nega sua existência quando se trata de seus próprios docentes.

Mesmo após a contratação de professores sem formação pedagógica, as instituições raramente oferecem oportunidades para sua capacitação em serviço no próprio local de trabalho e tampouco os encoraja a buscá-la em outros lugares – um reflexo da desvalorização do ensino e do ‘primado da pesquisa’. SHEAHAN & WHITE (1990) ilustram esta situação relatando que estiveram muitas vezes perante seus chefes de departamento para apresentar suas pesquisas e publicações, mas ninguém jamais esteve em suas aulas para avaliar suas habilidades didáticas.

A ausência de formação pedagógica somada ao contexto da sala de aula de engenharia, conscrita e com número grande de alunos com diferentes níveis de motivação, faz com que o docente em geral adote métodos expositivos de ensino. Na falta de alternativas metodológicas, de modo a conseguir a atenção e o envolvimento dos alunos só resta ao professor, como sustenta DREEBEN (1973, p. 466), postar-se à frente da sala e tentar manter os procedimentos de instrução e gerenciamento da sala de aula sob seu comando, falando (palestrando, perguntando e demonstrando) a maior parte do tempo e controlando “a participação dos alunos (presumivelmente reduzindo sua imprevisibilidade) mediante perguntas rápidas que reduzem o envolvimento dos alunos, em especial, às situações criadas pelo professor”.

FOSNOT (1989) crê que as instituições de ensino ainda reforcem essa prática convencional de ensino ao encorajarem o docente a buscar a eficiência ao invés da eficácia, apenas cumprindo o programa, administrando a sala de aula e desenvolvendo a habilidade de imitar formas clichês de ensinar. Assim, a energia dos professores, que deveria ser utilizada na reflexão sobre sua prática e na concepção de novas formas de ensinar, acaba por ser despendida na imitação do fazer de professores que tiveram como alunos.

Nessa direção, CASTANHO (2000, p. 81) afirma que no ambiente educacional convencional mesmo os bons professores trabalham na perspectiva de transmissão de conhecimento, o que é aceito ou até esperado pelos alunos. Pautam sua prática em suas próprias vivências como alunos, repetindo as experiências que consideram positivas e evitando as negativas, acarretando assim um ciclo de reprodução. Alguns professores podem até apresentar bem o conteúdo, mas desconhecem procedimentos que levariam os alunos a desenvolverem autonomia intelectual e administrarem sua própria aprendizagem.

Porém, é preciso ressaltar que a situação de ausência de formação não reflete necessariamente desinteresse pelo ensino e não se deseja, obviamente, retornar a uma situação preexistente em universidades públicas, anterior à reforma universitária de 1968 e ainda corriqueira em instituições privadas, na qual os docentes não desenvolviam pesquisas e eram meros transmissores de conhecimentos fixos e acabados (MASETTO, 1998a; CHAMLIAN, 2003). Sabe-se que muitos professores de engenharia, e das demais áreas, procuram nortear seu trabalho pelo princípio de indissociabilidade entre ensino e pesquisa.

Todavia, isto só pode ser atingido com o apoio da instituição, fornecendo-lhes as condições necessárias para que realizem pesquisa e ensino de boa qualidade. É possível supor que quando as instituições provêem aos professores as condições para que reflitam, discutam e aprimorem sua prática, eles o façam. Em sua pesquisa, PIMENTEL (1996) encontrou muitos professores sem nenhuma formação como educadores (médicos, engenheiros etc.), mas que estavam predispostos a inovar e criar condições de ensino condizentes com as necessidades dos alunos.

Porém, a combinação de ausência de formação pedagógica, falta de interesse pelo ensino, valorização da pesquisa em detrimento do ensino e condições insuficientes para realizar pesquisa e ensino simultaneamente, faz com que muitos dos professores de engenharia, mesmo os bem intencionados, sejam engenheiros (ou matemáticos, químicos, físicos etc.) que ensinam. São apenas 'repassadores' de

informações, acredita CUNHA (1996a, p. 356), raramente fazem “uma reflexão rigorosa sobre suas práticas e, como produto acabado dos processos que os formaram, repetem os mesmos rituais pedagógicos que viveram”.

### **A CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES DE ENGENHARIA**

Independentemente de os professores de engenharia estarem genuinamente interessados no ensino e/ou de as instituições valorizarem pouco as habilidades didáticas de seus docentes, a necessidade de capacitação de professores para o ensino superior parece ser consenso entre muitos estudiosos. Por exemplo, DELORS (1999, p. 142) afirma que nesta época de rápidas transformações e grande produção de conhecimentos, em que se espera que as instituições de ensino superior “satisfazam as necessidades educativas de um público cada vez mais numeroso e variado, adquire cada vez mais importância a qualidade da formação dada aos professores e a qualidade do ensino prestado”.

Esse consenso também emana, como sustenta CUNHA (2001), do entendimento de que não haveria mais lugar nas universidades para o professor ‘fonte de conhecimentos’ no mundo de hoje. A autora acredita que a revolução tecnológica das últimas décadas esteja produzindo ‘a fórceps’ uma nova docência e manter o modelo do professor detentor e transmissor de informações seria o mesmo que sentenciar a docência universitária à extinção, já que poderia ser, facilmente e com vantagem, substituída pelos meios de comunicação e pelas mídias.

Não obstante a existência desse consenso, não há clareza com relação à forma como a capacitação pedagógica do professor de engenharia poderia se dar. PRATA (1999, p. 177), por exemplo, sugere que as questões pedagógicas sejam valorizadas, sem especificar como isto deve ser feito, “nas boas escolas de engenharia [...] a ponto de estimular e provocar a autoformação dos docentes nesta área”. Já FELDER (1993) propõe que cursos de capacitação em didática no ensino superior sejam oferecidos a alunos de pós-graduação e docentes, além de programas para novos professores. Neste sentido, MASETTO (1998b) relata algumas iniciativas para a formação de docentes para o ensino superior no Brasil, que poderiam ser utilizados em escolas de engenharia. BEMOWSKI (1991) também coloca algumas experiências inovadoras a este respeito, tais como laboratórios de ensino, aos quais os docentes podem recorrer para aprimorar seus métodos pedagógicos.

De qualquer maneira, sendo esta capacitação formal ou informal, antes e/ou durante o exercício da docência, a literatura mostra que a formação de professores, em quaisquer campos de conhecimento, é um processo complexo e envolve condições que extrapolam a preparação técnica. Os fatores que levam um indivíduo a ser um bom professor universitário são igualmente complexos, já que nem mesmo um tempo longo de experiência garante eficácia nesta atividade (MENGES & AUSTIN, 2001).

A literatura também mostra que há vários tipos de conhecimento ou saberes necessários para uma prática docente eficaz. Ainda que seja imprescindível, o domínio do conteúdo específico é apenas um dos elementos que compõem os saberes docentes. Além dos saberes disciplinares que correspondem aos diversos campos do conhecimento, TARDIF (2002, p. 39) arrola os saberes curriculares (i.e., objetivos, conteúdos e métodos de ensino) e os saberes experienciais (i.e., advindos da prática). De acordo com o autor, idealmente o professor “deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos”.

Nessa perspectiva, SHULMAN (1987) e WILSON *et al.* (1987) consideram o domínio do conteúdo como componente de um todo maior que chamam de base de conhecimento da docência. Esta base incluiria outros conhecimentos tais como o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento pedagógico do conteúdo, o conhecimento do aluno e de suas características, o conhecimento do currículo e o conhecimento das finalidades, valores e bases históricas da educação. Dentre estes componentes destaca-se o conhecimento pedagógico do conteúdo, isto é, a forma como o professor combina o conhecimento do conteúdo específico com os demais conhecimentos (i.e., pedagógico geral, dos alunos, do contexto etc.) de modo a promover a aprendizagem deste conteúdo pelos alunos.

Ademais, o desenvolvimento equilibrado dessa base de conhecimento aparenta ser particularmente necessário em abordagens alternativas de ensino. WILKERSON (1996, p. 28), por exemplo, indica três atributos docentes inter-relacionados para a atuação em um ambiente PBL: “uma atitude de cuidado e interesse pelos alunos, uma base de conhecimento relevante aos objetivos de aprendizagem do curso e a habilidade para traduzir este conhecimento em termos facilmente acessíveis aos alunos”.

De forma a desenvolver adequadamente essa base o professor de engenharia teria de ser capacitado. Porém, existe pouca literatura a respeito do desenvolvimento profissional de professores com a característica mencionada, isto é, sem formação inicial. É sabido que a preparação para a docência somente por meio da oferta de disciplinas, cursos ou *workshops* teóricos sobre aspectos didáticos, métodos de ensino etc. não é suficiente. A literatura sobre formação de professores que mais se aproxima desse contexto (i.e., a formação continuada) tem apontado para uma formação centrada na prática, na atividade quotidiana da sala de aula, próxima dos problemas reais dos professores, tendo como foco o trabalho das equipes docentes, e assumindo uma dimensão participativa, flexível e investigadora (MARCELO GARCIA, 1992).

Esta perspectiva de formação contínua valoriza a prática pedagógica reflexiva e crítica, ilustrando uma tendência crescente na formação de professores e outros profissionais, baseada na epistemologia da prática (SCHÖN, 1983; 1991). É uma formação que busca minimizar a dicotomia taylorista entre aqueles que pensam e aqueles que executam, entre os que produzem conhecimento e os que o aplicam, entre a teoria e a prática, entre a academia e as escolas.

Para atingir este fim CANDAU (1996, p. 144) sugere que o *locus* da formação continuada seja deslocado da universidade (o *locus* de formação por excelência) e espaços com ela articulados para o local de trabalho do professor, já que é ali que ele “aprende, desaprende, reestrutura o aprendido, faz descobertas e [...] muitas vezes vai aprimorando sua formação”. Entretanto, a autora adverte que só fazer do local de trabalho do professor o espaço para a formação continuada não garante sua eficácia e defende, citando Nóvoa, que esta formação deva se estruturar em torno de problemas e de projetos de ação ao invés de conteúdos acadêmicos. CANDAU (1996) indica ainda que os programas de formação continuada deveriam reconhecer o saber docente e levar em consideração as etapas do desenvolvimento profissional do magistério, tais como as descritas por SIKES (1985) e HUBERMAN (1995).

Dentre as modalidades de formação continuada no local de trabalho, a colaboração entre pesquisadores acadêmicos e professores das escolas/universidades tem sido apontada como capaz de favorecer o desenvolvimento profissional de ambas as partes. MIZUKAMI *et al.* (2002) crêem que as várias modalidades de colaboração estabelecidas por estas instâncias teriam um grande

potencial para melhorar o desenvolvimento profissional por meio de oportunidades para a reflexão sobre prática, críticas partilhadas e mudanças apoiadas.

Esta colaboração ainda deveria ser capaz de contribuir para aproximar essas duas instâncias (os professores e os pesquisadores em educação) e os saberes produzidos por elas. Isto contribuiria também para reduzir o sentimento negativo por parte de professores em relação à pesquisa acadêmica, o qual ZEICHNER (2000, p. 207) atribui a vários fatores, a saber: a desvalorização dos saberes dos professores, a linguagem hermética usada na academia e o sentimento da parte dos professores de serem freqüentemente explorados pelos pesquisadores e raramente informados sobre os resultados das pesquisas. Sobretudo, esta colaboração deveria ajudar a dissipar a crença, comum entre os professores de acordo com o autor, de que a pesquisa educacional conduzida por acadêmicos seria irrelevante a sua profissão, o que faz com que não a procurem para instruir e melhorar sua prática.

"Deve-se ensinar às pessoas como se nada estivesse ensinando e as coisas desconhecidas, como se esquecidas estivessem".  
(Alexander Pope)

"Mais importante que o currículo é a questão dos métodos de ensino e o espírito no qual o ensino se dá".  
(Bertrand Russell)

## A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é, essencialmente, um método de instrução caracterizado pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento de pensamento crítico e habilidades de solução de problemas e a aprendizagem de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão. Esta abordagem originou-se na escola de medicina da Universidade McMaster (Canadá) no final dos anos 1960, inspirado no método de estudo de casos da escola de direito da Universidade de Harvard (EUA) na década de 1920 (SCHMIDT, 1993) e no modelo desenvolvido na Universidade Case Western Reserve (EUA) para o ensino de medicina nos anos 1950 (SAVERY & DUFFY, 1998; BOUD & FELETTI, 1999).

Para BARROWS (1996), a implementação da PBL na Universidade McMaster veio em resposta à insatisfação e ao tédio dos alunos frente ao grande volume de conhecimentos percebidos como irrelevantes à prática médica. Esta iniciativa também foi decorrente, segundo Barrows citado por STEPIEN *et al.* (1998), do fato de que seus formandos estavam deixando o curso com muitos conceitos, mas com poucos comportamentos e estratégias associados à aplicação de informações a um diagnóstico.

A PBL não é uma abordagem estática; tem se modificado com relação ao modelo da Universidade McMaster para se adaptar a outros contextos educacionais. Hoje, implementações da PBL podem ser encontradas em vários países, inclusive no Brasil (e.g. UEL, FAMEMA, ESP-CE). Ademais, embora concebida para o ensino de medicina, seus princípios têm se mostrado suficientemente robustos para fundamentar implementações no ensino de outras áreas de conhecimento (BOUD & FELETTI, 1999) e em outros níveis educacionais, isto é, no ensino fundamental (e.g., GLASGOW, 1997) e médio (e.g., FOGARTY, 1998).

No ensino superior a PBL tem sido empregada em áreas tão diversas quanto enfermagem (e.g., BILEY, 1999), pedagogia (e.g., MATUSOV *et al.*, 2001) e administração de empresas (e.g., STINSON & MILTER, 1996). Exemplos de sua

utilização no ensino de engenharia – no qual ocorre há tanto tempo quanto no ensino de medicina (BARROWS, 1996) – são vários e podem ser encontrados em WOODS (1996), HADGRAFT & PRPIC (1999), NIELSEN (2000), POWELL (2000), POLANCO *et al.* (2001) e DENAYER *et al.* (2003), entre outros.

Apesar de sua história relativamente recente, a PBL não pode ser considerada um método novo na medida em que a aprendizagem a partir do confronto com um problema tem acontecido desde os primórdios da civilização. Além disso, muitos de seus princípios já haviam sido propostos, antes de sua primeira implementação, por educadores e pesquisadores educacionais do mundo inteiro. GALLAGHER & STEPIEN (1998), por exemplo, relatam que a proposição de abordagens educacionais orientadas por problemas remonta ao começo do século passado nos Estados Unidos.

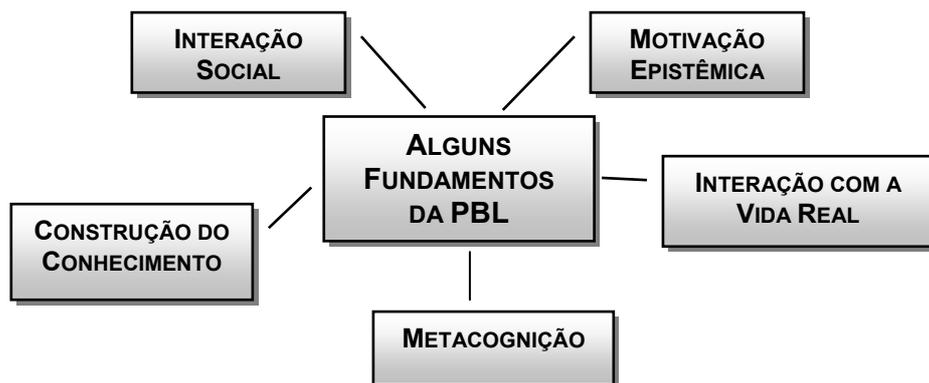
No Brasil também é possível identificar alguns de seus elementos norteadores nas intenções dos fundadores da Universidade de São Paulo na década de 30 (MASETTO, 1996), tais como a colocação do aluno em contato com a realidade profissional desde o primeiro ano; a superação dos requisitos teóricos para se partir para a prática; a aprendizagem do conhecimento de forma não necessariamente lógica e seqüencial; a construção do conhecimento em rede, não linear; e a responsabilização dos alunos pelo seu desenvolvimento profissional e comportamento ético com relação aos colegas, professores e sociedade. Segundo MASETTO (1998a), neste ambiente o professor trabalharia em cooperação com um pequeno número de alunos, investigando os problemas, preferencialmente da vida real, discutindo os resultados e produzindo trabalhos conjuntamente.

## **OS FUNDAMENTOS DA PBL**

Embora conte com mais de 30 anos de pesquisa e utilização bem sucedida, a PBL tem sido ocasionalmente criticada por não ter uma base científica. Isto ocorre porque nenhuma fundamentação teórica específica foi explicitada por seus idealizadores (PENAFORTE, 2001). No entanto, como as idéias não surgem no vazio, os princípios da aprendizagem que formam a base da PBL (Figura 2) parecem derivar das teorias de Ausubel, Bruner, Dewey, Piaget, Rogers (DOCHY *et al.*, 2003), Freire (BARRETT, 2001), entre outros.

SCHMIDT (1993) acredita que a PBL em seu formato original teria suas raízes no princípio da aprendizagem autônoma de Dewey e na idéia em Bruner de que

a motivação intrínseca (epistêmica) atua como uma força interna que leva as pessoas a conhecer melhor o mundo. A própria utilização de problemas como ponto de partida para a aprendizagem, segundo o autor, também poderia ser atribuída a Dewey, que ressaltava a importância do aprender em resposta a (e em interação com) eventos da vida real.



*Figura 2: Alguns princípios da aprendizagem que fundamentam a PBL.*

Todavia, a maioria dos autores parece encontrar fundamentação para a PBL na premissa da psicologia cognitiva de que a aprendizagem não é um processo de recepção, mas de construção de novos conhecimentos. Por exemplo, NORMAN & SCHMIDT (1992), SCHMIDT (1993) e REGEHR & NORMAN (1996) advogam que a PBL, como um método de aprendizagem e instrução, estaria pautada no pressuposto de que o conhecimento prévio com relação a um assunto – ativado nesta abordagem durante a análise inicial do problema – determina a natureza e a quantidade de conhecimentos novos que podem ser processados.

Porém, sustentam os autores, embora necessária, a existência de conhecimentos prévios não é condição suficiente para que os alunos entendam e memorizem novas informações. Estas precisariam ser elaboradas ativamente, o que é conseguido na PBL por meio de discussões em grupo antes e depois de novos conhecimentos serem aprendidos.

Além disso, esses autores crêem que a PBL se apóie na psicologia cognitiva quando pressupõe que a forma como os conhecimentos são estruturados na memória torna-os mais ou menos acessíveis. Este pressuposto seria facilitado nesta abordagem por intermédio da reestruturação, por parte dos alunos, dos conhecimentos aprendidos para que se ajustem ao problema proposto.

NORMAN & SCHMIDT (1992), SCHMIDT (1993) e REGEHR & NORMAN (1996) também defendem que a PBL ajudaria a desenvolver a capacidade dos alunos de acessar os conhecimentos na memória, a qual depende de sua contextualização. Neste caso, o problema seria capaz de promover a elaboração de estruturas cognitivas que facilitariam a recuperação de conhecimentos relevantes quando estes vierem a ser necessários para a solução de problemas similares.

Ademais, a PBL também estimularia a motivação epistêmica dos alunos, mediante a colocação e discussão em sala de aula de problemas relevantes a seu futuro exercício profissional. Isto, segundo esses autores, levaria a um aumento do tempo dedicado ao estudo (tempo de processamento) e, conseqüentemente, à melhora o desempenho escolar.

A essas premissas da psicologia cognitiva GIJSELAERS (1996, p. 16) acrescenta, pautando-se em Bruer e Glaser, o pressuposto de que a aprendizagem seria influenciada pela meta-cognição e por fatores sociais. A aprendizagem é mais rápida, segundo o autor, quando os alunos possuem habilidades de auto-regulação, que são favorecidas na PBL quando do estabelecimento de objetivos (o que vou fazer?), escolha de estratégias (como vou fazê-lo?) e avaliação do problema e do processo educacional (funcionou?).

Similarmente, o trabalho em grupos pequenos nesse método seria capaz de expor os alunos a pontos de vista alternativos, levando-os a questionarem sua compreensão inicial do problema. Para GIJSELAERS (1996), ao trabalhar em pequenos grupos, “os alunos evocam seus métodos de solução de problemas e conhecimentos conceituais. Eles expressam suas idéias e compartilham a responsabilidade de administrar situações-problema. Visões diferentes sobre um problema são observadas”.

Esse pressuposto se aproximaria de BRUNER (1973, p. 123), para quem a aprendizagem é favorecida pela reciprocidade social, ou seja, a “necessidade profunda do homem de responder aos outros, e de com eles cooperar para atingir um objetivo”, e da filosofia de Rorty, citada por SAVERY & DUFFY (1998, p. 75), que entende o conhecimento como o produto da negociação social e da viabilidade de entendimentos individuais, isto é, “os conceitos que chamamos de conhecimentos não representam uma verdade última, mas simplesmente a interpretação mais viável do mundo que vivenciamos”.

## OS OBJETIVOS EDUCACIONAIS DA PBL

Apesar de seu nome, a PBL não é meramente um conjunto de técnicas para solucionar problemas. Técnicas de resolução de problemas são indispensáveis nesta abordagem educacional, porém seus objetivos não se restringem a elas. Para MASETTO (2004), diferentemente dos currículos concebidos para desenvolver a habilidade para resolver problemas, a PBL tem metas educacionais mais amplas. De fato, BARROWS (1996) sustenta que a PBL, ainda que inter-relacionada com processos eficazes de solução de problemas, teria como objetivos principais a aprendizagem de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas reais e o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma e de trabalho em equipe, tal como ocorre em situações práticas.

A existência de implementações no ensino de outras áreas de conhecimento indica que os objetivos educacionais implícitos na PBL extrapolam o ensino de medicina. De fato, no ensino de engenharia, HADGRAFT & HOLECEK (1995) advogam que a PBL seja uma alternativa válida aos métodos expositivos, pois contemplaria os seguintes objetivos educacionais:

- *Aprendizagem ativa*, por meio da colocação de perguntas e buscas de respostas;
- *Aprendizagem integrada*, por intermédio da colocação de problemas para cuja solução é necessário o conhecimento de várias sub-áreas;
- *Aprendizagem cumulativa*, mediante a colocação de problemas gradualmente mais complexos até atingir aqueles geralmente enfrentados por profissionais iniciantes;
- *Aprendizagem para a compreensão*, ao invés de para a retenção de informações, mediante a alocação de tempo para a reflexão, *feedback* freqüente e oportunidades para praticar o que foi aprendido.

Para estes autores, a PBL seria capaz de favorecer outros atributos, essenciais para a vida profissional dos futuros engenheiros, tais como a adaptabilidade a mudanças, habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, pensamento crítico e criativo, adoção de uma abordagem sistêmica ou holística, trabalho em equipe, capacidade de identificação de pontos fortes e fracos e compromisso com o aprendizado e aperfeiçoamento contínuos. A somatória desses atributos ainda poderia conferir segurança e iniciativa aos alunos, imprescindíveis para que iniciem seus próprios empreendimentos.

Apesar de direcionados para o ensino de graduação, estes objetivos parecem ser igualmente válidos para programas de mestrado e doutorado, já que é

possível imaginar que a PBL concorra para o cumprimento de dois objetivos do ensino de pós-graduação: a formação de pesquisadores e docentes para o ensino superior. Considerando-se a semelhança entre seu processo e o método científico, KAUFMAN & MANN (2001) acreditam que a PBL contribuiria para a formação conceitual e investigativa do futuro pesquisador além de promover o aprimoramento de suas habilidades comunicativas e interpessoais, necessárias à sua atuação como tal.

Quanto à formação de docentes para o ensino superior, a experiência com uma metodologia como a PBL poderia ajudar a sensibilizar os alunos para a existência de alternativas pedagógicas às aulas expositivas que vivenciaram. Além disso, o fato de a PBL contemplar mecanismos de auto-avaliação, avaliação de pares e do processo educacional também poderia ajudar a promover uma atitude reflexiva sobre o processo de ensino-aprendizagem, estimulando o desenvolvimento dos conhecimentos necessários a uma atividade docente eficaz.

Paralelamente, a PBL ainda seria capaz de atender a um objetivo adicional da pós-graduação, isto é, o de propiciar a especialização ou atualização dos conhecimentos de alunos que utilizarão esta formação para fins não científicos/acadêmicos. Neste caso, a aplicação desta metodologia e seus ganhos equivaleriam àqueles colocados anteriormente para profissionais que atuarão em empresas ou em outras organizações.

### **A CARACTERIZAÇÃO DA PBL**

A PBL é uma abordagem que abrange muitas variantes. Muitas atividades educacionais poderiam ser caracterizadas como aprendizagem baseada em problemas, tais como projetos e pesquisas. No entanto, DUCH (1996) e WOODS (2000) definem a PBL como um ambiente de aprendizagem no qual o problema é usado para iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem, diferentemente das abordagens convencionais que utilizam problemas de aplicação ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo. É esta a principal diferença entre a PBL e outras formas de aprendizagem ativa, em equipes, centrada nos alunos, voltada para a prática ou mesmo centrada em problemas.

A ênfase na aprendizagem de conceitos por meio da colocação de desafios na forma de problemas relevantes à futura atuação profissional dos alunos é considerada por BARROWS (1996, p. 7) como “o núcleo absolutamente irreduzível da aprendizagem baseada em problemas”. Nesta abordagem, os desafios são veículos

para a aprendizagem de novos conhecimentos e para o desenvolvimento de habilidades de solução de problemas, de forma autônoma. Além disso, segundo o autor, para ser considerado PBL o método deve ter um processo de aprendizagem centrado nos alunos, os quais trabalham em grupos pequenos, facilitados e orientados pelos professores (tutores). O trabalho com os problemas, segundo HADGRAFT & PRPIC (1999), também deve ser capaz de favorecer a integração dos conceitos e habilidades necessários para sua solução.

Devido ao grande número de implementações ao longo desses anos e às variações decorrentes das especificidades de cada contexto educacional, houve desde cedo a tentativa de caracterização da PBL por parte de alguns pesquisadores. Um dos pioneiros na utilização e investigação sobre esta abordagem, BARROWS (1986) coloca alguns formatos da PBL e outros métodos que poderiam ser chamados de PBL, embora não o sejam:

- *Casos baseados em palestras* – o professor apresenta o novo conteúdo em aulas expositivas e então coloca um caso (geralmente uma vinheta) para demonstrar sua relevância. Este método demanda, no máximo, que os alunos entendam a teoria, com limitada reestruturação e investigação da mesma, análise de dados e tomada de decisões;
- *Palestras baseadas em casos* – os alunos entram em contato com um caso que ressalta a teoria a ser exposta posteriormente pelo professor. Há alguma estruturação do conhecimento, porém reduzida autonomia de aprendizagem, a não ser que o aluno decida buscar informações por conta própria;
- *Estudo de casos* – famoso no ensino de direito, uma turma de alunos recebe um caso completo para estudo e pesquisa e subsequente discussão em sala de aula, que é facilitada pelo professor. Este método promove o processo de raciocínio diagnóstico (levantamento de hipóteses, investigação, análise de dados, síntese do problema e tomada de decisão). Porém, o fato do material já vir organizado e sintetizado para os alunos limita a quantidade e a qualidade do raciocínio estimulado pelo método;
- *Estudo de casos modificado* – semelhante ao modelo anterior, porém em grupos menores, concorre para um maior desenvolvimento do processo de raciocínio diagnóstico. Contudo, devido ao fato de o caso ser geralmente fechado, os alunos ficam sem saber como proceder e quais informações adicionais seriam necessárias no caso de terem que fazer uma investigação completa, como ocorre em situações reais de atuação profissional;

- *Aprendizagem baseada em problemas* – um problema é colocado antes de a teoria ser apresentada aos alunos, em grupos pequenos, que passam a explorá-lo e a levantar hipóteses, facilitados eficazmente por um tutor que ativa seu conhecimento prévio (que pode ser tanto útil como equivocado) e os ajuda a rememorar conceitos e mecanismos. Ainda que o estudo autônomo seja favorecido, a estruturação do conhecimento, a motivação para a aprendizagem e um processo efetivo de raciocínio diagnóstico não o são em todo seu potencial, porque o conhecimento aprendido não é aplicado em uma reavaliação do problema;
- *Aprendizagem baseada em problemas reiterativa* – uma extensão do formato anterior com a diferença de que, uma vez terminado o trabalho com o problema, é pedido aos alunos que avaliem os recursos e fontes de informação utilizadas, retornem à situação inicial para ver como poderiam ter raciocinado e entendido melhor o problema com base no que aprenderam a respeito da aprendizagem autônoma, avaliando seu raciocínio e conhecimentos prévios. Um segundo ciclo com o mesmo problema pode ser necessário devido a esta análise e síntese, aprofundando-se nos conceitos e teorias.

É necessário ainda ressaltar que BARROWS (1986) admite que, mesmo no caso dos dois últimos formatos, existam variáveis tais como o grau de direção exercida pelo aluno ou professor que independem do método adotado. Por exemplo, mesmo nesses formatos em que o aluno poderia tomar a dianteira em relação ao processo de ensino-aprendizagem, o professor pode julgar necessário transmitir algumas informações ou conceitos antes de introduzir o problema, diminuindo assim os ganhos da aprendizagem autônoma e do processo de raciocínio diagnóstico.

HADGRAFT & PRPIC (1999) também apresentam uma forma de caracterizar as variações da PBL, tendo como ponto de partida uma abordagem de ensino convencional. Estes autores crêem que a mudança para um formato ideal da PBL poderia ser visto como traumático pela maioria dos docentes, especialmente se for um ato isolado (e.g., em uma disciplina em um currículo convencional, como no estudo em questão). Sugerem, então, modelos de transição (Tabela 1) que possibilitam a mudança gradual de uma situação de sala de aula convencional (1, 1, 1, 1, 1) para um formato PBL ideal (4, 4, 4, 4, 4). Os quatro níveis da tabela não são correlacionados, podendo uma implantação ter uma pontuação (3, 2, 3, 1, 1), por exemplo. Para os autores, estes níveis, além de auxiliarem o professor a identificar sua atual abordagem à disciplina, propõem-lhe um caminho (levando em conta as

especificidades do conteúdo, disciplina, curso, instituição, alunos etc.) para que possa chegar a um modelo de PBL ideal, de forma incremental.

*Tabela 1: Elementos fundamentais da PBL (adaptada de HADGRAFT & PRPIC, 1999).*

PASSO	PROBLEMA	INTEGRAÇÃO	TRABALHO EM EQUIPE	SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	APRENDIZAGEM AUTÔNOMA
1	Vários problemas por semana.	Nenhuma ou pouca integração de conceitos. Uma única habilidade ou idéia.	Trabalho individual.	Nenhum método formal de solução de problemas. Alunos concentram-se em como solucionar cada novo tipo de problema.	Professor fornece todo o conteúdo via aula, observações, páginas da Internet, tutoriais, referências a livros e periódicos. Alunos concentram-se em aprender o que lhes foi dado.
2	Um problema por semana.	Alguma integração de conceitos.	Alunos trabalham juntos em sala de aula (informalmente), mas produzem trabalhos individuais.	Método formal de solução de problemas, que é aplicado nas aulas.	Professor fornece grande parte do conteúdo, mas espera que os alunos investiguem alguns detalhes e/ou dados por si próprios.
3	Mais de um problema por semestre, cada um com duração de algumas semanas.	Integração significativa de conceitos e habilidades na solução do problema.	Trabalho em equipe, menos informal que a categoria anterior. Relatório em conjunto, porém sem avaliação por pares.	Método formal de solução de problemas, o qual é orientado por tutores em aulas tutoriais.	Professor fornece um livro-texto como base para sua disciplina, mas espera que os alunos utilizem esta e outras fontes, a seu critério.
4	Um problema por semestre.	Grande integração, talvez incluindo mais de uma área de conhecimento.	Trabalho em equipe formal, encontros externos entre as equipes, avaliação por pares, relatórios e apresentação de resultados em conjunto.	Método formal de solução (e aprendizagem) de problemas. Alunos aplicam este método, sozinhos a cada novo problema.	Professor fornece pouco ou nenhum material (talvez algumas referências). Alunos utilizam a biblioteca, a Internet e especialistas para chegarem à compreensão do problema.

## O PROCESSO PBL

Mesmo não sendo uma abordagem nova, já que o princípio básico que lhe dá suporte é mais velho que a própria educação (DUCH *et al.*, 2001), a PBL pode ser considerada inovadora na medida em que consegue integrar e incorporar princípios e elementos de várias teorias educacionais em um conjunto consistente de atividades. Este conjunto de atividades, ou processo, pode variar de acordo com a área de conhecimento e o contexto de implementação. Seu formato também pode variar, isto é, pode ser

implementada em todo o currículo (como foi originalmente concebida), em um de dois segmentos paralelos de um mesmo currículo (modelo híbrido) ou em uma ou mais disciplinas num currículo convencional (BRIDGES & HALLINGER, 1998). Existe ainda uma outra forma de uso da PBL conhecida como *post-holing*, ou seja, a inclusão de problemas em alguns momentos de disciplinas que utilizam métodos convencionais de ensino (aulas expositivas), quando se deseja aprofundar determinados pontos (STEPIEN & GALLAGHER, 1998).

A principal diferença entre esses formatos e o formato PBL original é que neles o grau de estruturação é maior, como também o é o grau de direção docente. Nestes casos o docente responsável pela turma pode vir a interferir mais freqüentemente no processo de modo a esclarecer conceitos equivocados para todos os alunos, sintetizar o conhecimento construído até o momento e trazer os grupos retardatários ao estágio em que a maioria dos grupos se encontra. Para que isto ocorra, segundo DUCH (2001), pode ser necessário diminuir o tempo de discussão nos grupos, intercalá-lo ou complementá-lo com mini-palestras e debates com a turma toda e finalizar o processo com atividades tais como apresentações das soluções dos problemas e dos resultados dos projetos.

De qualquer modo, independentemente do formato adotado, uma abordagem PBL compreende um processo de aprendizagem semelhante ao ciclo PDCA (planejamento, ação, verificação e ação corretiva) de DEMING (1986) ou às cinco fases de desdobramento da experiência de Dewey (PENAFORTE, 2001): perplexidade frente a uma situação-problema; tentativa de interpretação desta situação; exploração e análise dos componentes da situação com o intuito de defini-la e esclarecê-la; refinamento e reelaboração das hipóteses levantadas inicialmente; e aplicação e verificação destas hipóteses por meio da ação na realidade para verificar suas conseqüências.

O processo PBL também embute uma concepção de aprendizagem semelhante à de BRUNER (1987, p. 44-45):

“Aprender um assunto parece envolver três processos quase simultâneos. Primeiro, é a aquisição de nova informação – informação que muitas vezes contraria ou substitui o que a pessoa anteriormente sabia, implícita ou explicitamente. Quando menos será um refinamento de conhecimento anterior. [...] Um segundo aspecto da aprendizagem pode ser chamado de transformação – o processo de manipular o conhecimento de modo a adaptá-lo a novas tarefas. [...] A transformação compreende os meios pelos quais lidamos com a informação, de modo a irmos além dela. [...] Um terceiro aspecto da

aprendizagem é a avaliação (crítica): verificar se o modo pelo qual manipulamos a informação é adequado à tarefa”.

A concepção de aprendizagem de Bruner e as fases de desdobramento da experiência de Dewey transparecem na PBL por meio da seguinte seqüência de atividades (DUCH, 1995; SAMFORD UNIVERSITY, 2000; BARROWS, 2001):

- Apresenta-se um problema aos alunos. Os alunos (em grupos) organizam suas idéias e tentam solucioná-lo com o conhecimento que já possuem a respeito do assunto. Isto possibilita que avaliem seus conhecimentos e definam a natureza do problema;
- Por meio de discussão, os alunos elaboram perguntas, chamadas de pontos ou questões de aprendizagem (*learning issues*), sobre os aspectos do problema que não entendem. Estas questões são anotadas pelo grupo. Os alunos são continuamente estimulados a definir o que sabem e, sobretudo, o que não sabem a respeito do problema;
- Os alunos classificam em ordem de importância as questões de aprendizagem levantadas pelo grupo e decidem quais questões serão investigadas por todo o grupo e quais podem ser delegadas a indivíduos e posteriormente partilhadas com restante do grupo. Os alunos e o professor também discutem quais recursos são necessários na investigação das questões de aprendizagem e onde podem ser encontrados;
- Quando os alunos se reencontram, eles exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema. Os alunos também são encorajados a fazer uma síntese de seus novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Eles continuam a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredem na solução do problema. Os alunos percebem logo que a aprendizagem é um processo contínuo e que sempre haverá (mesmo para o professor) questões de aprendizagem a serem exploradas;
- Depois de terminado o trabalho com o problema, os alunos avaliam a si mesmos e seus pares de modo a desenvolver habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas. A auto-avaliação é uma habilidade essencial para uma aprendizagem autônoma eficaz.

## O PROBLEMA NA PBL

O problema é central na PBL e também cumpre nela muitas funções. BARROWS (1996, p. 8) considera os problemas como o amálgama do currículo PBL, “aquilo que o torna coeso e o mantém no trilho”. Além de serem usados para motivar, iniciar e focar a aprendizagem de conceitos de uma dada área de conhecimento, os problemas nesta abordagem podem ajudar a informar aos alunos sobre como esses conceitos se originaram. Para BRUNER (1973, p. 148), não há nada mais fundamental para uma área do conhecimento que sua maneira de pensar e para aprendê-la “ao primeiro sopro já deveria o estudante, ao que penso, ter a oportunidade de resolver problemas, de conjeturar, discutir”. Ademais, os problemas também são importantes na PBL porque determinam os conteúdos que serão trabalhados e a abrangência e a profundidade com que isto será feito.

De forma geral, um problema na PBL deve ser entendido como um objetivo cujo caminho correto para sua solução não é conhecido. Segundo BARROWS (2001), entender um fenômeno intrigante, encontrar uma maneira melhor de fazer algo, uma melhor forma de projetar alguma coisa, de construir algo ou de criar uma obra de arte também podem ser considerados um problema neste método.

Diferentemente dos problemas nas abordagens convencionais, um problema na PBL é de fim aberto, quer dizer, não comporta uma solução correta única, mas uma ou mais soluções adequadas, considerando-se as restrições impostas pelo problema em si e pelo contexto educacional em que está inserido, tais como tempo, recursos etc. Para POWELL (2000), o problema deve ser suficientemente aberto para que o aluno possa contribuir com algo para sua solução, não somente a aplicação ou cópia de material encontrado em livros. O problema também deve compreender uma tarefa concreta que simula ou representa uma situação passível de ser encontrada pelos futuros profissionais.

Para ALBANESE & MITCHELL (1993), o problema na PBL deve ser real, ou potencialmente real, de forma que o gerenciamento adequado ou inadequado afete os resultados. Deve também ter um grau de complexidade condizente com os conhecimentos prévios dos alunos, favorecer a interdisciplinaridade e cobrir uma área extensa de conteúdo, satisfazendo os objetivos de conhecimentos, habilidades e atitudes almejadas pelo currículo.

Dada sua importância, vários autores sugerem critérios para a escolha ou a concepção de problemas. BRIDGES & HALLINGER (1998) crêem que um problema

ideal deveria atender aos seguintes critérios: prevalência, valor integrativo, valor prototípico, alto potencial de impacto e fraca estruturação. Quer dizer, o problema deve ser facilmente encontrado na prática profissional, abranger conceitos de várias disciplinas, oferecer (se for incomum) um bom modelo para estudo, afetar uma grande quantidade de pessoas e apresentar um emaranhado de questões e sub-questões. Ademais, é fundamental que o problema escolhido favoreça a transferência não específica de conhecimentos, isto é, segundo BRUNER (1987, p. 16), que promova a aprendizagem de uma idéia geral, “que pode depois servir de base para reconhecer problemas subseqüentes como casos especiais da idéia adquirida”.

Além de serem úteis para a escolha dos problemas, BARROWS (1996) também indica a utilização desses critérios para julgar o mérito da permanência dos mesmos no currículo ao longo do tempo. Para o autor, esta seria uma maneira fácil de atualizar o currículo e resguardar sua relevância, fazendo frente à rápida expansão e obsolescência de seus conteúdos.

Dentre esses critérios de escolha de problemas, talvez o que mais afeta o processo PBL seja o grau de estruturação. Os problemas nesta abordagem devem, na medida do possível, espelhar situações profissionais reais, ou seja, ser indefinidos, ter informações insuficientes e perguntas não respondidas. Como ocorre na prática profissional, na PBL os alunos não devem ter todas as informações relevantes e tampouco conhecer as ações necessárias para sua solução.

Para STEPIEN *et al.* (1998), quanto maior a ambigüidade, isto é, quanto mais fraca for a estruturação do problema, maior a oportunidade de os alunos se engajarem em um processo reiterativo de especulação, definição, coleta de informações, análise e redefinição do problema. Ou seja, de acordo com BARROWS (1996), quanto menos estruturado o problema, maior a probabilidade de desenvolvimento de habilidades de solução de problemas e/ou estudo autônomo.

GALLAGHER & STEPIEN (1998) definem fraca estruturação como a característica do problema na qual são necessárias mais informações que as fornecidas para entender o problema/situação e decidir quais decisões deverão ser tomadas para sua solução. Para estes autores, um problema é fracamente estruturado quando satisfaz duas condições: não existe um caminho único para investigá-lo e o mesmo muda na medida em que novos conhecimentos são aprendidos. Conseqüentemente, segundo STEPIEN & GALLAGHER (1998), ao trabalharem com problemas mal estruturados os alunos nunca conseguem ter total certeza de que

tomaram a decisão 'correta', mas apenas de que escolheram a melhor alternativa dadas as informações disponíveis.

BRIDGES & HALLINGER (1998) crêem que haja um *continuum* de estruturação dos problemas na PBL. Em um dos extremos deste *continuum* estariam os problemas que permitem que os alunos definam os objetivos de aprendizagem, os recursos e forma de avaliação. No outro extremo, os docentes fornecem o problema e especificam os objetivos de aprendizagem, os recursos, as perguntas orientadoras (para ressaltar alguns conceitos ou ajudar os alunos na análise do problema) e a forma de avaliação.

Para esses autores, o grau de estruturação depende dos objetivos do curso/disciplina (e.g., a importância conferida à aprendizagem autônoma). Pode também estar relacionado com a disponibilidade de recursos existentes na instituição e comunidade (acesso à biblioteca, Internet, especialistas etc.). Assim, quanto menor a disponibilidade destes recursos na instituição mais estruturados deverão ser os problemas. De qualquer forma, os autores recomendam que na fase inicial da implementação (i.e., na fase de adaptação dos alunos à PBL) os problemas sejam mais estruturados.

Paralelamente, GORDON (1998) estudou os vários tipos de problemas mais frequentemente usados em métodos de aprendizagem ativa e centrados nos alunos. O autor divide-os em três categorias:

- *Desafios acadêmicos* – problemas que advêm da estruturação de conteúdos de uma área de estudo e, ainda que sejam utilizados principalmente para favorecer o entendimento de um assunto selecionado, servem também para desenvolver a capacidade de construir conhecimento e trabalhar colaborativamente;
- *Cenários* – problemas em que os alunos assumem papéis condizentes com suas futuras atuações profissionais em contextos da vida real ou em cenários fictícios (simulações) nos quais começam a se ver em papéis reais na medida em que desenvolvem os conhecimentos e habilidades necessárias para serem bem sucedidos na escola e além desta;
- *Problemas da vida real* – problemas que pedem soluções reais por pessoas ou organizações reais e envolvem diretamente os alunos na exploração de uma área de estudo, cujas soluções são potencialmente aplicáveis em seus contextos de origem.

A literatura mostra que estes três tipos de problema têm sido utilizados na PBL, desde que precedendo e motivando a aprendizagem da teoria.

Independentemente da categoria a qual pertençam, a forma de apresentação dos problemas também pode diferir de acordo com a área de conhecimento, o contexto de implantação e/ou conteúdo trabalhado. Os problemas podem ser apresentados na forma de um texto, um vídeo, uma dramatização, uma entrevista com pessoas da comunidade, afetadas ou interessadas na resolução do problema etc.

Quando introduzidos na forma de textos, os problemas são geralmente *paper cases/problems*, ou seja, narrativas (escritas) sobre desafios ou dilemas enfrentados pelos personagens, que demandam o uso de conhecimentos, a busca de informações e a tomada de decisões para identificar as questões principais e chegar a soluções plausíveis (CARDER *et al.*, 2001). Estes problemas podem ser originais, adaptados de livros-texto, artigos de revistas e jornais – por exemplo, WHITE (2001) utilizou artigos de periódicos científicos como *paper problems*. Podem ser apresentados de uma vez ou em partes, ou seja, as informações podem ser disponibilizadas à medida que os alunos se aprofundam no processo de solução (HAFTER, 1999), ajudando-os a descartarem algumas hipóteses levantadas inicialmente e acrescentarem outras mais próximas do cerne do problema em questão.

No ensino de medicina os problemas, também conhecidos como *triggers* ou vinhetas, são geralmente curtos e apresentados de uma só vez. Um exemplo de uma vinheta seria: “Uma mulher de 55 anos de idade está caída no chão com muita dor. A dor se propaga em ondas e se estende da região lombar direita ao lado direito da virilha e à frente da perna direita” (NORMAN & SCHMIDT, 1992, p. 557). É comum os *triggers* serem complementados mediante outros documentos durante o processo de solução, tais como exames clínicos, depoimentos do paciente etc. Esses problemas são geralmente trabalhados em uma semana porque muitas vezes sua solução, principalmente nos primeiros anos do curso, se restringe à obtenção de um diagnóstico e à concepção de um plano de tratamento.

CLARKE *et al.* (2001) acreditam que essa curta duração também seja possível porque no ensino de medicina pode-se convergir muito mais rápido no processo de solução dos problemas (i.e., chegar a um diagnóstico) do que ocorre em outras áreas do conhecimento. Nestas áreas o trabalho com os problemas pode demandar mais tempo para sua compleição, dependendo do grau de profundidade que se almeja. É mais difícil chegar a um diagnóstico consensual e várias soluções podem ser igualmente válidas, como é possível imaginar a partir deste problema utilizado no ensino de administração (GIJSELAERS, 1996, p. 17):

“Durante mais de cinquenta anos a Lee Company de Merriam, Kansas, fez negócios bons e constantes. Nos anos 1960 e 1970, quando os *jeans* se tornaram moda entre mulheres e homens, a Lee Riders alcançou o topo. A Lee não conseguia produzir *jeans* tão rapidamente quanto necessário. Entretanto, recentemente dez fábricas foram fechadas. Além disso, as vendas internacionais da Lee decresceram apesar da enorme demanda em países estrangeiros. Hoje em dia, o CEO Fred Rowan está procurando redirecionar a Lee de forma a adequá-la às mudanças do ambiente externo. Qual a primeira coisa que Fred deveria fazer para empreender um redirecionamento sólido?”.

Nos currículos de engenharia e arquitetura os problemas podem ser apresentados em pequenos parágrafos ou de forma detalhada, com um elenco extenso de especificações, restrições e atividades, como ilustra o problema *Two Rooms* utilizado na escola de arquitetura da Universidade de Newcastle, Austrália (Anexo II). Geralmente, os problemas nestas áreas do conhecimento são projetos de longa duração porque a solução dos mesmos extrapola a fase de diagnóstico e envolve o projeto e/ou construção de algo (plantas, mapas, maquetes, modelos etc.). Esta característica dos problemas faz com que a PBL seja ocasionalmente conhecida como aprendizagem baseada em projetos (*Project-based Learning*) e considerada por alguns autores como uma abordagem distinta da aprendizagem baseada em problemas (e.g., PERRENET *et al.*, 2000). Um exemplo de problema curto no ensino de engenharia é dado por NIELSEN (2000, p. 47):

“Um produtor dinamarquês de facas tem um problema com relação à moldagem de cabos de plástico. Eles colocam as lâminas manualmente no molde e moldam, por injeção, os cabos em volta delas. Isto constitui um problema porque: (a) um empregado tem que ficar junto à máquina durante a produção; (b) de forma a moldar o mesmo cabo em diferentes tipos de lâmina, um número grande de peças intercambiáveis têm de ser utilizadas para facilitar o processo (estas peças são caras e estragam freqüentemente). A empresa gostaria de ter um método mais barato de produzir os cabos”.

## O PAPEL DOS ALUNOS NA PBL

Parece claro que a adoção de uma abordagem de ensino tal como a PBL não só envolve transformações nos processos institucionais e educacionais como também requer uma mudança no papel de seus principais atores, isto é, alunos e docentes (Tabela 2).

Tabela 2: Principais diferenças entre os papéis dos alunos e docentes na sala de aula convencional e na PBL (adaptada de SAMFORD UNIVERSITY, 2000).

ABORDAGEM CONVENCIONAL	ABORDAGEM PBL
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docente assume o papel de especialista ou autoridade formal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Papel do docente é de facilitador, orientador, co-aprendiz, mentor ou consultor profissional.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes trabalham isoladamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes trabalham em equipes que incluem outros membros da escola/universidade.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes transmitem informações aos alunos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos se responsabilizam pela aprendizagem e criam parcerias entre colegas e professores.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes organizam os conteúdos na forma de palestras, com base no contexto da disciplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes concebem cursos baseados em problemas com fraca estruturação, delegam autoridade com responsabilidade aos alunos e selecionam conceitos que facilitam a transferência de conhecimentos pelos alunos;</li> <li>▫ Docentes aumentam a motivação dos alunos pela colocação de problemas do mundo real e pela compreensão das dificuldades dos alunos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes trabalham individualmente dentro das disciplinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Estrutura escolar é flexível e oferece apoio aos docentes;</li> <li>▫ Docentes são encorajados a mudar o panorama instrucional e avaliativo mediante novos instrumentos de avaliação e revisão por pares.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos são vistos como <i>tabula rasa</i> ou receptores passivos de informação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes valorizam os conhecimentos prévios dos alunos, buscam encorajar a iniciativa dos alunos e delegam autoridade com responsabilidade aos alunos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos trabalham isoladamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos interagem com o corpo docente de modo a fornecer <i>feedback</i> imediato sobre o curso com a finalidade de melhorá-lo continuamente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos absorvem, transcrevem, memorizam e repetem informações para realizar tarefas de conteúdo específico, tais como questionários e exames.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes concebem cursos baseados em problemas com fraca estruturação que prevêem um papel para o aluno na aprendizagem.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Aprendizagem é individualista e competitiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Aprendizagem ocorre em um ambiente de apoio e colaboração.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos buscam a 'resposta correta' para obter sucesso em uma prova.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Docentes desencorajam a 'resposta correta' única e ajudam os alunos a delinearem questões, equacionarem problemas, explorarem alternativas e tomarem decisões eficazes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Desempenho avaliado com relação a tarefas de conteúdo específico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos identificam, analisam e resolvem problemas utilizando conhecimentos de cursos e experiências anteriores, ao invés de simplesmente relembra-los.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Avaliação de desempenho escolar é somativa e o instrutor é o único avaliador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos avaliam suas próprias contribuições, além de outros membros e do grupo como um todo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Aula baseada em comunicação unilateral; informação é transmitida a um grupo de alunos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Alunos trabalham em grupos para resolver problemas;</li> <li>▫ Alunos adquirem e aplicam o conhecimento em contextos variados;</li> <li>▫ Alunos encontram seus próprios recursos e informações, orientados pelos docentes;</li> <li>▫ Alunos buscam conhecimentos e habilidades relevantes a sua futura prática profissional.</li> </ul>

A PBL é um método educacional centrado no aluno e por 'centrado no aluno' entende-se que as oportunidades de aprendizagem devam ser relevantes aos alunos e que seus objetivos sejam, ao menos parcialmente, determinados pelos próprios alunos (UCI, 2000). Este empoderamento (*empowerment*), isto é, a delegação de autoridade com responsabilidade sobre a aprendizagem aos alunos, prepara-os a se tornarem aprendizes por toda a vida (BARROWS, 2001), uma habilidade extremamente útil, principalmente na área das engenharias, já que se estima que a metade (e não se sabe qual delas) do conhecimento aprendido durante a graduação estará desatualizada quando os alunos estiverem iniciando sua vida profissional.

Ainda que os alunos sejam, em última análise, sempre responsáveis pela aprendizagem independentemente do método de ensino adotado, já que nada nem ninguém pode forçá-los a aprender se eles mesmos não se empenharem no processo de aprendizagem (TARDIF, 2002), é fundamental nesta abordagem que a responsabilidade pela aprendizagem lhes seja explicitamente delegada. Ou seja, assumir responsabilidade pela própria aprendizagem em um ambiente educacional PBL significa que os alunos cumpram as seguintes tarefas (WOODS, 2001):

- Exploração do problema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem e elaboração das mesmas;
- Tentativa de solução do problema com o que sabem, observando a pertinência de seu conhecimento atual;
- Identificação do que não sabem e do que precisam saber para solucionar o problema;
- Priorização das questões de aprendizagem, estabelecimento de metas e objetivos de aprendizagem, alocação de recursos de modo a saberem o que, quando e quanto é esperado deles;
- Planejamento e delegação de responsabilidades para o estudo autônomo da equipe;
- Compartilhamento eficaz do novo conhecimento de forma que todos os membros aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe;
- Aplicação do conhecimento na solução do problema;
- Avaliação do novo conhecimento, da solução do problema e da eficácia do processo utilizado e reflexão sobre o processo.

## A PBL E A DOCÊNCIA

Em contrapartida, a PBL demanda do docente um papel diverso daquele geralmente encontrado em uma escola de engenharia, isto é, o professor palestrante, legitimador e transmissor de conhecimentos, trabalhando isoladamente, freqüentemente mais interessado em suas pesquisas que em sua prática educacional. Ao invés de transmitir conhecimentos, o docente deve, idealmente, interagir com os alunos no nível meta-cognitivo, ou seja, fazendo-lhes perguntas do tipo 'Por quê?', 'O que você quer dizer?', 'Como você sabe que isto é verdadeiro?' etc. e questionando seu raciocínio superficial e suas noções vagas e equivocadas (SAVERY & DUFFY, 1998).

Esse novo papel de orientador, co-aprendiz, facilitador na construção do conhecimento (Tabela 2) é um dos grandes desafios que a PBL coloca aos docentes e instituições. De fato, RHEM (1998) acredita que saber trabalhar com grupos de alunos e saber ensinar os alunos a trabalharem conjuntamente não seja algo em que a maioria dos docentes tem experiência. Pode-se imaginar também a dificuldade enfrentada pelo professor quando da escolha/concepção de problemas de fim aberto, autênticos e relevantes aos alunos e no desenvolvimento de uma orientação sem aparentar estar escondendo a resposta. Além disso, a ativação de conhecimentos prévios e a correção dos conceitos equivocados dos alunos e a obtenção de um equilíbrio entre deixá-los discutirem livremente e interferir de modo que as questões críticas de aprendizagem sejam levantadas não são atividades com que muitos professores universitários estão acostumados (GIJSELAERS, 1996).

A literatura sobre a PBL também indica que a atuação do professor nesta abordagem requer um maior grau de participação, planejamento, trabalho cooperativo (com outros colegas, administradores educacionais, empregadores e sociedade) e tomada de decisões. Estes aspectos são potencializados quando se considera o contexto de formação de adultos, como é o ensino de engenharia. MIZUKAMI *et al.* (2002) crêem que para atuar eficazmente neste contexto os docentes deveriam desenvolver uma prática profissional colaborativa, que compreende, entre outros aspectos: o diagnóstico e conhecimento dos alunos com quem se trabalha; o planejamento, implementação e avaliação, individual e coletivamente, de projetos curriculares; a avaliação e aprimoramento do ensino, seu e de colegas, e tomada de decisões tendo em vista sua melhoria; o envolvimento constante, pessoal e colaborativamente, com processos de investigação; e o domínio do estilo e o

desenvolvimento de prática inovadora com os alunos, realizando continuamente atividades de conhecimento, melhoria e revisão da própria ação.

É possível ainda antever que o desenvolvimento dessas competências e de outras – tais como as elencadas por PERRENOUD (2000), ou seja, organizar e dirigir situações de aprendizagem, administrar a progressão da aprendizagem, conceber e fazer evoluírem dispositivos de diferenciação, envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho, utilizar novas tecnologias etc. – também seja desejável à atuação do professor em uma abordagem PBL. Ademais, supondo-se que o ambiente de aprendizagem neste modelo envolva situações mais complexas e incertas que as encontradas na sala de aula convencional, é provável que muito do conhecimento pedagógico do professor necessário para bem administrá-las seja construído a partir da reflexão sobre sua própria prática.

Devido a esses aspectos, fica clara a necessidade de capacitação docente para atuar na PBL, mesmo daqueles professores que favorecem esta abordagem e/ou têm experiência no modelo convencional de ensino, já que a grande maioria deles utiliza basicamente dois métodos: a aula expositiva e as discussões conduzidas pelo professor (BRIDGES & HALLINGER, 1998). Sobretudo, a natureza desta capacitação deveria ser tal que consiga modificar suas concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem, já que, conforme KEMBER (1997), docentes que concebem o ensino como transmissão/recepção de conhecimentos parecem assumir um papel diretivo mesmo em ambientes educacionais centrados no processo ou no aluno.

Em seu estudo, KEMBER (1997) coloca as concepções dos professores do ensino superior em um *continuum* (Tabela 3). Em um dos extremos do *continuum* está a concepção de ensino como um processo de transmissão de informações. Nesta concepção os alunos são vistos como *tabula rasa* e o bom professor, o que tem sólidos conhecimentos acadêmicos. O autor defende que os professores que têm esta concepção de ensino tenderiam a favorecer métodos expositivos de ensino, ao contrário dos professores no outro extremo do *continuum*, que vêem o ensino como facilitação da aprendizagem dos alunos, cujo resultado seria a compreensão, ao invés da memorização, dos conhecimentos.

Todavia, KEMBER (1997) lembra que mesmo os docentes que concebem o ensino como um processo de facilitação, como requer a PBL, podem vir a adotar ocasionalmente métodos mais expositivos devido a pressões do departamento ou instituição, suas experiências como alunos, características da disciplina ou mesmo da turma. Segundo o autor, estas concepções estão enraizadas no subconsciente dos

professores e que é preciso muito mais que *workshops* para fazer com que mudem de posição neste *continuum*. Tais cursos só seriam capazes de sensibilizá-los, pois mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem requerem esforços sustentados por um período de tempo prolongado. Para atingir este fim, KEMBER (1997) sugere projetos de pesquisa que envolvam ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão conjunta pois oferecem a oportunidade de trabalho com professores por longos períodos, dando tempo para que a mudança de concepções ocorra.

*Tabela 3: Dimensões usadas para delimitar as concepções de ensino (adaptada de KEMBER, 1997, p. 262).*

DIMENSÃO	TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO	TRANSMISSÃO DE CONHECIMENTO ESTRUTURADO	INTERAÇÃO PROFESSOR-ALUNO	FACILITAÇÃO DA COMPREENSÃO	MUDANÇA CONCEITUAL
PROFESSOR	Apresentador	Apresentador	Apresentador e tutor	Facilitador	Agente de mudança
ENSINO	Transferência de informação	Transferência de informação estruturada	Processo interativo	Processo de ajuda à aprendizagem dos alunos	Desenvolvimento da pessoa e de concepções
ALUNO	Recipiente passivo	Recipiente	Participante	Professor responsável pela aprendizagem dos alunos	Professor responsável pelo desenvolvimento do aluno
CONTEÚDO	Definido pelo currículo	Professor precisa organizar e estruturar o material	Definido pelo professor	Construído pelos alunos dentro da estruturação do professor	Construído pelos alunos mas concepções podem ser mudadas
CONHECIMENTO	Possuído pelo professor	Possuído pelo professor	Descoberto pelos alunos mas dentro da estrutura concebida pelo professor	Construído pelos alunos	Construído socialmente

### VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PBL

Independentemente de seu grande potencial, a PBL, como todas as abordagens educacionais (incluindo a convencional), tem vantagens e desvantagens. As vantagens atribuídas a esta abordagem instrucional são geralmente relacionadas ao favorecimento da aquisição de conhecimentos de forma mais significativa e duradoura e ao desenvolvimento de habilidades e atitudes profissionais positivas por parte dos

alunos. Estes ganhos aparentam independem do contexto de implementação, ou seja, da área do conhecimento e da instituição.

No ensino de engenharia, POWELL (2000) atribui à PBL a vantagem de motivar o aluno a trabalhar e a aprender a aprender. Para o autor, devido ao trabalho em grupo há mais comunicação entre os alunos e estes estabelecem mais parcerias entre si e, nos anos mais avançados, com o corpo docente. Ademais, neste contexto educacional os alunos demonstram mais iniciativa, descobrindo o que não sabem e procurando o que precisam para trabalhar no projeto, e também aprendem a respeitar mais os prazos estabelecidos pelos colegas e tutores.

Com relação aos docentes e à instituição, POWELL (2000) acredita que a PBL pode ajudar na identificação precoce dos alunos que não se 'encaixam' na engenharia para posterior redirecionamento de carreira. Por outro lado, o fato de os grupos e os tutores criarem expectativas (razoáveis) de desempenho durante o trabalho com os projetos faz com que todos os alunos busquem o sucesso, o que acabaria por diminuir o número de desistências. O autor também defende que a PBL ainda encorajaria o diálogo entre o corpo docente sobre questões educacionais, favorecendo o trabalho coletivo quando da concepção dos projetos e o compartilhamento de experiências entre os departamentos.

Todavia, POWELL (2000) aponta algumas desvantagens da PBL para os alunos tais como a imprecisão no conhecimento das teorias mais avançadas e a insuficiência de conhecimento de memória. O autor também coloca que a PBL obriga os alunos a trabalharem ao ritmo do grupo e pode ser frustrante para alunos que têm dificuldade em trabalhar desta forma.

Em relação ao trabalho docente, POWELL (2000) sugere a impossibilidade de trabalhar todos os conteúdos por meio dos projetos e a dificuldade de motivar os alunos a aprenderem as matérias básicas (e.g. matemática) que não fazem parte do projeto, mas que lhe dão suporte. Além disso, o trabalho em grupo e a natureza dos projetos tornariam mais complexa a avaliação de desempenho individual.

O autor também crê que a PBL teste os docentes de várias formas, os quais devem ter, portanto, a mente aberta para enfrentar seus desafios (e.g., quando os alunos levantam perguntas boas, porém inesperadas). Nos anos avançados, conforme o autor, os tutores não conseguem sempre 'saber tudo' e o reconhecimento da necessidade de direcioná-los a outros docentes pode ser um fator de estresse psicológico.

No que concerne à instituição, POWELL (2000) indica que a PBL funcionaria melhor em uma estrutura organizacional horizontal, uma característica diversa da existente em muitas escolas de engenharia. Uma estrutura horizontal, segundo o autor, facilita o trabalho coletivo de tutores, professores das disciplinas de apoio e administradores, fundamental para o bom andamento da PBL. A PBL também parece acarretar gastos suplementares com espaços destinados ao trabalho dos grupos e laboratórios e depender fortemente de apoio administrativo efetivo e bem organizado para ser bem sucedida.

### **A PESQUISA SOBRE A PBL**

Desde sua origem os efeitos da PBL têm sido investigados ostensivamente por muitos pesquisadores, como coloca MAMEDE (2001, p. 27):

“É provável que poucas, ou mesmo nenhuma das abordagens tradicionais utilizadas para a formação profissional tenha sido tão enfaticamente questionada, obrigada a demonstrar suas bases conceituais e a justificar sua adoção através da apresentação de evidências sobre seus efeitos”.

Em conseqüência disto, há uma vasta gama de estudos sobre a PBL. Estes estudos foram sintetizados por ALBANESE & MITCHELL (1993), VERNON & BLAKE (1993) e, mais recentemente, DOCHY *et al.* (2003).

As meta-análises de ALBANESE & MITCHELL (1993) e VERNON & BLAKE (1993) têm como fonte de dados aproximadamente as mesmas pesquisas, embora tenham usado diferentes metodologias. A primeira lançou mão de uma integração narrativa da literatura e a segunda utilizou métodos estatísticos. DOCHY *et al.* (2003) também fizeram uso de métodos estatísticos.

Financiada pela Society of Directors of Research in Medical Education (EUA), a meta-análise de ALBANESE & MITCHELL (1993) é o mais completo dos três estudos. Por meio de uma revisão da pesquisa sobre PBL realizada desde 1972, o estudo buscou responder às questões que preocupavam os educadores à época: o custo da PBL comparada à instrução convencional; o desenvolvimento, por parte dos alunos, de uma estrutura cognitiva capaz de abrigar novos conhecimentos das ciências básicas; a exposição dos alunos a um leque adequado de conteúdos; a dependência, da parte dos profissionais formados sob este método, de ambientes de trabalho semelhantes (i.e., em pequenos grupos); e a demanda de tempo na PBL e

sua influência na satisfação dos docentes. Para esta finalidade os autores compilaram e analisaram os resultados de 41 pesquisas realizadas em escolas de medicina nos EUA, Austrália, Holanda e Canadá.

Cobrindo aproximadamente o mesmo período da literatura sobre a PBL, VERNON & BLAKE (1993) reuniram 22 trabalhos (de 14 programas diferentes) passíveis de tratamento estatístico. Foram excluídas todas as pesquisas que eram puramente descritivas, não possibilitavam nenhum tipo de comparação e/ou cujos autores não puderam dar as informações necessárias para este fim. O objetivo principal desta meta-análise era primeiramente resumir os dados que comparavam a PBL com métodos de ensino mais convencionais e posteriormente analisar as variações nestes dados.

Uma década depois, a meta-análise de DOCHY *et al.* (2003) lançou mão, segundo os próprios autores, de um procedimento metodológico semelhante ao do estudo de VERNON & BLAKE (1993). Dois conjuntos de questões de pesquisa orientaram este estudo: os efeitos da PBL sobre o conhecimento e habilidades (i.e., aplicação do conhecimento) e os moderadores potenciais destes efeitos, a saber, delineamentos das pesquisas utilizadas, níveis de conhecimento dos alunos, tipos de métodos de avaliação e a inserção de período de retenção (i.e., período de tempo entre a instrução e a aplicação de pós-testes de conhecimento). Quarenta e três trabalhos foram consultados com esta finalidade.

Independentemente das metodologias adotadas pelas meta-análises e a despeito da diferença de tempo de realização entre os estudos de ALBANESE & MITCHELL (1993) e VERNON & BLAKE (1993) e o de DOCHY *et al.* (2003), os resultados parecem convergir. Por exemplo, os resultados das três meta-análises mostram que os alunos são claramente favoráveis ao método. Mesmo considerando os prováveis vieses contidos nas pesquisas que constituem seus estudos (e.g., efeito novidade, Efeito Hawthorne), ALBANESE & MITCHELL (1993) e VERNON & BLAKE (1993) acreditam que a PBL seja capaz de promover um ambiente de aprendizagem mais flexível e satisfatório, uma atmosfera onde há mais apoio emocional e educacional e mais camaradagem entre os alunos.

Esses estudos ainda relatam que os alunos preferem a PBL aos métodos de ensino convencionais quando lhes é permitido escolher entre eles e percebem-na favoravelmente mesmo quando dela participam contra sua vontade. Os alunos PBL ainda consideram positiva sua formação neste ambiente de aprendizagem depois de formados e em posições em que podem observar o desempenho de recém

graduados. Contudo, ALBANESE & MITCHELL (1993) colocam que 4% a 20% dos alunos podem não se adaptar à PBL.

A aprendizagem de conhecimentos na PBL é ainda fonte de controvérsia na literatura, com pesquisas mostrando resultados divergentes. Com relação à aprendizagem de conhecimentos factuais (principalmente das ciências básicas), os resultados das três meta-análises sugerem que os alunos que estudaram por intermédio da PBL teriam um desempenho (medido por meio de testes objetivos padronizados) igual ou um pouco abaixo daquele demonstrado por estudantes em modelos convencionais.

Porém, embora legítima, a expectativa de um desempenho pior (em testes de ciências básicas) dos alunos PBL quando comparado ao de alunos convencionais não é sempre verdadeira (ALBANESE & MITCHELL, 1993). DOCHY *et al.* (2003) ainda indicam que esta diferença entre o conhecimento factual dos alunos de ambas as abordagens não é consistente durante todo o período de formação, sendo mais marcante nos primeiros anos.

ALBANESE & MITCHELL (1993) também sugerem que na PBL os alunos não seriam capazes de desenvolver uma estrutura cognitiva tão boa quanto a de alunos convencionais, o que não é confirmado por DOCHY *et al.* (2003, p. 549). Os autores argumentam que a diminuição da diferença entre os resultados dos testes que medem o conhecimento dos alunos PBL ao longo dos anos de formação, atribuída a uma maior capacidade de retenção, seria indicativa de “uma melhor organização do conhecimento dos alunos na PBL”.

As três meta-análises apontam para um desempenho superior dos alunos em exames que testam seus conhecimentos práticos na PBL que nos modelos convencionais de instrução, atestado pelo fato de que os alunos formados por meio dessa abordagem geralmente recebem uma avaliação melhor durante seus estágios supervisionados. É um resultado esperado na medida em que os alunos neste ambiente de aprendizagem estão mais expostos ao raciocínio e análise de situações práticas, à integração entre a teoria e a prática e ao estudo independente de problemas práticos. De fato, DOCHY *et al.* (2003, p. 544) concluem que “há um forte efeito positivo da PBL sobre as habilidades dos alunos”.

Com relação aos hábitos de estudo, ALBANESE & MITCHELL (1993) e VERNON & BLAKE (1993) afirmam que os alunos estudam de forma diferente na PBL em comparação com o que acontece nos métodos convencionais, ou seja, eles estudam com o objetivo de compreender ou analisam o que precisam saber e estudam

para atingir esta finalidade, evitando a memorização. Os alunos PBL também despendem mais esforços nos estudos e utilizam mais a biblioteca e outros recursos educacionais (computador, Internet etc.). Segundo ALBANESE & MITCHELL (1993), estes indicadores de aprendizagem autônoma são verificados mesmo em formatos mais estruturados da PBL.

Com relação aos docentes, os estudos de ALBANESE & MITCHELL (1993) e VERNON & BLAKE (1993) também indicam que os professores, à semelhança dos alunos, consideram a PBL como uma abordagem de ensino agradável, embora reconheçam que têm que dedicar mais tempo à docência. Uma das grandes preocupações dos docentes nesta abordagem é a questão do cumprimento do programa. Ainda que haja uma percepção de que a PBL favoreceria o aprofundamento do conhecimento em detrimento da quantidade de conteúdos estudados, ALBANESE & MITCHELL (1993) são cautelosos a este respeito. Crêem que a pesquisa sobre 'abrangência *versus* aprofundamento' na PBL seja inconclusiva, uma vez que esta questão depende fortemente de fatores tais como a natureza do problema, tempo dedicado ao trabalho com o mesmo, características e funcionamento do grupo, competência do tutor etc.

O grau de direção docente imprimida ao processo PBL também tem sido debatido na literatura, com alguns autores prescrevendo uma maior direção por parte do tutor, principalmente com turmas de alunos mais jovens. Ademais, algumas pesquisas mostram que os alunos gostariam de ter mais direção dos professores e prefeririam que seus cursos fossem mais estruturados, mesmo quando são favoráveis à PBL (ALBANESE & MITCHELL, 1993).

O estudo de ALBANESE & MITCHELL (1993) também levanta a questão da especialização dos tutores, isto é, se os tutores deveriam ser especialistas (*experts*, i.e., docentes com conhecimentos profundos sobre o conteúdo que está sendo trabalhado) para que a PBL funcione de maneira eficaz. As pesquisas consultadas por estes autores são divergentes.

Algumas pesquisas indicam que os tutores especialistas são preferíveis porque a probabilidade de conceitos equivocados passarem despercebidos em seus grupos é menor. Porém, estes tutores tenderiam a ser mais diretivos, interferir mais e falar mais durante estas intervenções, o que, em excesso, é contrário aos princípios da PBL. Enquanto que outras favorecem tutores não especialistas pautados no pressuposto de que o ensino entre pares (pessoas com redes semânticas

semelhantes) é superior, ou seja, tutores não especialistas teriam maior facilidade de ajudar os alunos porque pensam de forma parecida.

Esses mesmos argumentos são levantados na discussão sobre as vantagens e desvantagens do uso de grupos tutorados ou auto-regulados. ALBANESE & MITCHELL (1993) sugerem que uma combinação desses formatos seria mais eficaz, isto é, a utilização de grupos tutorados e auto-regulados. Do mesmo modo, quando são usados grupos tutorados, os autores recomendam a alternância de especialistas e não especialistas.

Concluindo, é necessário ressaltar alguns limites da pesquisa sobre a PBL. Primeiramente, há que se considerar a dificuldade encontrada pela pesquisa em educação. Sabe-se que não é fácil especificar se o produto do processo de ensino-aprendizagem foi realizado ou não por conta da sua natureza (intangibilidade, simultaneidade com relação ao processo etc.), da indissociabilidade entre os atores e o processo, da impossibilidade de contenção das influências externas ao processo etc. (TARDIF, 2002).

Em segundo lugar, é preciso mostrar os entraves da pesquisa quantitativa sobre a PBL, tais como os instrumentos utilizados para medir as variáveis dependentes. BRIDGES & HALLINGER (1998, p. 7) discutem a validade do uso de testes padronizados que demandam a memorização de conceitos ou fatos descontextualizados para medir a aprendizagem de conhecimentos na PBL. A dificuldade de definição da variável independente PBL, dada a variedade de formatos que esta abordagem assume para adaptar-se aos diferentes contextos de implementação, também é citada pelos autores. Quando as implementações nestas pesquisas são analisadas, “fica claro que os programas PBL pertencem ao mesmo gênero, mas a espécies diferentes”. Ademais, muitas pesquisas comparam a PBL ao ensino dito convencional ou tradicional, uma modalidade de ensino sem contornos definidos.

Assim, apesar da contribuição das meta-análises de ALBANESE & MITCHELL (1993), VERNON & BLAKE (1993) e DOCHY *et al.* (2003), importa lembrar que seus resultados são baseados em pesquisas que apresentam essas limitações. De fato, os próprios autores reconhecem a complexidade da variável independente PBL, a qual descrevem como algo mais que um método de ensino, quer dizer, uma “mistura complexa de uma filosofia geral de ensino, objetivos de aprendizagem e atitudes e valores docentes, difíceis de serem regulados e freqüentemente mal definidos nos relatórios de pesquisa” (VERNON & BLAKE, 1993, p. 560). Não obstante, o fato de os

resultados dos três trabalhos serem convergentes com relação a muitos aspectos pode ser indicativo de sua validade.

### UM EXEMPLO DE IMPLEMENTAÇÃO CURRICULAR DA PBL

A escola de arquitetura da Universidade de Newcastle (EA-UN), Austrália (KINGSLAND, 1993, 1996; MAITLAND, 1999), utiliza um modelo híbrido da PBL. Embora difira da implementação em questão (em uma disciplina isolada em um currículo convencional) e apesar de responder unicamente às demandas e especificidades do contexto em que se insere, este exemplo é relevante na medida em que ilustra um formato curricular da PBL comumente empregado no ensino de engenharia. Este formato é aparentemente semelhante ao modelo utilizado nas escolas de engenharia da Universidade de Aalborg, Dinamarca (NIELSEN, 2000) e da Universidade de Twente, Holanda (POWELL, 2000).

O modelo híbrido da EA-UN compreende um currículo com um componente PBL central, denominado *Design Integration* (DI), e um conjunto de disciplinas que lhe dão suporte (Figura 3). O DI é composto de uma série de ciclos completos da PBL, nos quais projetos são trabalhados com o intuito de favorecer a aprendizagem dos conhecimentos e o desenvolvimento das habilidades e atitudes necessários ao futuro exercício profissional dos alunos. Os ciclos principais duram quatro ou mais semanas (e.g., Anexo II), intercalados por ciclos curtos. Os ciclos curtos duram uma semana e objetivam estimular especificamente a criatividade, a imaginação, o senso artístico e o trabalho em grupo (e.g., Anexo III).

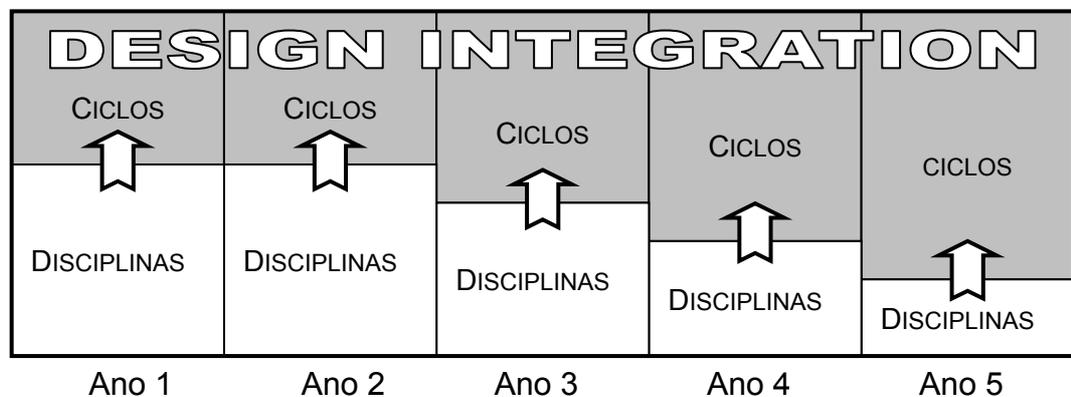


Figura 3: Esquema representativo da grade curricular do curso de arquitetura da Universidade de Newcastle, Austrália.

A carga horária do DI dentro da grade curricular da EA-UN aumenta com a progressão dos alunos no curso. Paralelamente, o número de projetos trabalhados diminui e estes se tornam mais complexos, aproximando-se daqueles normalmente encontrados por profissionais em seus primeiros anos de carreira. Os projetos vão da concepção de espaços arquitetônicos simples (e.g., dois cômodos no primeiro semestre) a casas, prédios comerciais, arranha-céus e centros comunitários multifuncionais nos anos subseqüentes.

Cada ciclo é coordenado por um professor da instituição e facilitado por tutores (docentes e/ou arquitetos convidados), na proporção de um tutor para cada 10-12 alunos. Os conteúdos trabalhados no ciclo derivam da negociação entre o coordenador e os professores das disciplinas que lhe dão apoio (eles próprios tutores/coordenadores em outros ciclos) sobre os conhecimentos, as habilidades e as atitudes que devem ser priorizados, à luz dos objetivos do currículo, neste momento do curso. Os objetivos do currículo, por sua vez, são pautados em informações obtidas junto arquitetos atuantes, empregadores e negociados junto ao órgão responsável pela regulamentação do ensino superior nesse país.

De forma geral, a escolha dos projetos procura satisfazer os critérios indicados pela literatura, quer dizer, relevância, prevalência, valor integrativo, valor prototípico e fraca estruturação. Esses critérios também são utilizados para julgar periodicamente a permanência dos projetos no DI. Contudo, mesmo permanecendo no currículo um tempo longo, sua contextualização varia a cada oferta. Por exemplo, ao invés de uma arquiteta, o cliente no problema *Two Rooms* (Anexo II) poderia ser um(a) dentista. Algumas especificações e o local de construção também difeririam em uma outra oferta do mesmo problema.

Cada ciclo (longo) compreende vários encontros, sendo o primeiro para apresentação do projeto com a presença da turma (60-65 alunos) e tutores em um espaço da escola, um amplo estúdio com divisórias móveis, pranchetas, mesas, sofás, cadeiras etc., que podem ser rearranjados conforme as demandas das atividades. Neste encontro o 'cliente' coloca as especificações do projeto e a forma de apresentação desejada, que dão os contornos do projeto e sinalizam quais conteúdos (conhecimentos, habilidades e atitudes) serão objetivados neste ciclo. O 'cliente' também improvisa respostas às perguntas mais específicas da turma sobre como pretende utilizar os ambientes, suas preferências por materiais, cores etc.

Nesse encontro são colocadas e discutidas informações gerais sobre o ciclo tais como atividades, prazos, requisitos de apresentação dos trabalhos (idéias,

esboços, desenhos, mapas, modelos esquemáticos, maquetes etc.) e objetivos educacionais. Também são divididos os grupos (10-12 alunos) e são indicados os tutores que os acompanharão durante o ciclo. Os grupos têm reuniões semanais com os tutores, cuja função é orientar, explicar conceitos, sanar dúvidas com relação aos requisitos do projeto e às tarefas a serem cumpridas. Embora sejam revisados e discutidos em grupo sob a supervisão de um tutor em encontros semanais durante os ciclos, os projetos são trabalhados individualmente pelos alunos. Os encontros são oportunidades para os alunos discutirem com o tutor e colegas suas estratégias, idéias e trabalhos em um processo contínuo de construção, desconstrução e reconstrução de seus projetos.

Durante os ciclos os alunos, em grupo, também têm que cumprir tarefas complementares que incluem pesquisas na biblioteca universitária e visitas externas. As pesquisas objetivam o conhecimento do trabalho e as soluções de arquitetos contemporâneos famosos. As visitas externas são feitas com o intuito de conhecer e investigar características de outros espaços com utilização semelhante (i.e., funcionamento e necessidades com relação a equipamentos, dimensões, iluminação etc.) e explorar os locais da construção dos projetos (i.e., caracterização do solo, vegetação, insolação, curvas de nível etc.). Com base nos dados coletados nesta visita os alunos escolhem, em grupo, o local hipotético da construção.

Além do DI, a grade curricular dos alunos é composta de disciplinas de apoio cujos conteúdos versam sobre tópicos variados (e.g. desenho, estudos ambientais, ambiente urbano, habilidades de comunicação visual etc.). A carga horária destas disciplinas varia dentro de um total de 12-15 horas de contato direto aluno-docente por semana nos primeiros anos (e.g., no ciclo com o problema *Two Rooms* foram alocadas 4,5 horas ao DI e 7,5 horas às disciplinas).

Os conteúdos e seu momento de inserção no currículo da EA-UN são pensados de maneira que eles melhor informem os problemas em andamento. As disciplinas podem ter a duração semestral ou anual, mas seu número e carga horária tendem a decrescer com a progressão no currículo (Figura 3). O método de instrução adotado nas disciplinas varia; os conteúdos podem ser trabalhados tanto por intermédio de seminários e aulas expositivas quanto por meio de palestras com profissionais convidados e *workshops*.

Os procedimentos de avaliação utilizados nas disciplinas também variam. As notas derivadas das disciplinas compõem, junto com as notas do DI (projetos e atividades complementares), a avaliação global do desempenho dos alunos

ao final do semestre/ano. É importante ressaltar que na maioria dos ciclos os alunos apresentam seus projetos individualmente, com exceção dos projetos de curta duração (Anexo III). A sistemática de avaliação da EA-UN gera cerca de 12 notas durante um semestre para cada aluno nos primeiros anos.

Especificamente com relação ao DI, a avaliação do desempenho dos alunos é baseada em sua capacidade de conceber novas idéias, justificar suas decisões, demonstrar pensamento crítico, raciocínio etc. Os critérios para esta avaliação são determinados pelos coordenadores dos ciclos e tutores durante os primeiros anos, porém no quinto ano são concebidos pelos próprios alunos e negociados com os tutores e a escola.

Nos primeiros anos a avaliação dos projetos ao final dos ciclos é feita por dois tutores; enquanto que no último ano é realizada por uma banca composta por um docente e o diretor da EA-UN, um docente de outra escola de arquitetura e um arquiteto atuante na comunidade. O peso das notas dos projetos na composição da nota final dos alunos (em comparação com as notas de trabalhos de disciplinas etc.) depende de sua complexidade e do ano em que se encontram. Por exemplo, no primeiro ano a nota dos projetos compõe 25% da nota final, enquanto que no quarto esta proporção sobe para 50%. No último ano a avaliação do projeto compõe quase a totalidade da nota do aluno.

“Em um mundo de videogames, o jogo do intelecto – a busca por validade, a disposição para considerar muitas hipóteses, o respeito pela dificuldade, a resistência a conclusões precipitadas – tem a aparência de retardamento”.  
(Todd Gitlin)

“Aquele que ousa ensinar não deveria nunca parar de aprender”.  
(John Cotton Dana)

## A METODOLOGIA DA PESQUISA

Como aponta a literatura, a escolha de uma metodologia de pesquisa recai sobre vários fatores, dentre eles o problema, as questões de pesquisa, o contexto e os eventos investigados, as características dos participantes da pesquisa e do pesquisador. BURGESS (1985, p. 178), por exemplo, advoga que qualquer metodologia de investigação nas áreas das ciências humanas e sociais deveria ser selecionada em relação ao problema confrontado pelo pesquisador, já que, citando Gouldner, “os processos envolvidos na pesquisa não só são inseparáveis, mas também intrinsecamente relacionados àqueles que estão fazendo a pesquisa”.

A escolha da metodologia utilizada neste trabalho partiu primeiramente da crença do pesquisador, em concordância com MERRIAM (1988, p. 3), de que uma abordagem que enfoca a descoberta, o *insight* e a compreensão a partir das perspectivas dos participantes ofereceria “a melhor promessa de contribuir de maneira significativa à base de conhecimento e à prática da educação”, em engenharia ou de outras áreas do conhecimento. Daí a adoção de uma modalidade de pesquisa qualitativa, já que DENZIN & LINCOLN (1994, p. 2) a recomendam quando se deseja estudar “as coisas em seus contextos naturais, tentando compreender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas lhes conferem”.

MERRIAM (1988) também indica a pesquisa qualitativa, em especial os estudos de caso desta natureza, à investigação de práticas e programas inovadores, o que torna um estudo de caso qualitativo particularmente adequado a esta pesquisa, que objetiva investigar uma implantação da PBL em uma disciplina no currículo de engenharia. Por outro lado, este formato de pesquisa também poderia contribuir para o conhecimento sobre a PBL, uma vez que SAVIN-BADEN (2000, p. 9) acredita que “as vozes dos alunos, e de certa forma as dos professores, estão amplamente ausentes na literatura sobre a aprendizagem baseada em problemas”.

Além disso, havia a intenção de que esta pesquisa pudesse tanto concorrer para a prática de ensino de engenharia quanto para o desenvolvimento

profissional do docente participante da pesquisa. Objetivava-se assim, como indica MARCELO GARCIA (1992), um trabalho centrado na atividade cotidiana da sala de aula, próxima dos problemas reais do professor.

O pesquisador desejava ainda que a pesquisa contribuísse para minimizar o estranhamento entre a universidade e a escola, apontado por ZEICHNER (2000), e o sentimento de que a pesquisa educacional acadêmica seria irrelevante para o aprimoramento da prática dos professores. Com esta pesquisa buscava-se a aproximação entre o pesquisador e o professor de engenharia, e o crescimento de ambos, por meio de um delineamento que contemplasse a colaboração entre eles.

MIZUKAMI *et al.* (2002) acreditam que as várias modalidades de colaboração estabelecidas por essas instâncias proporcionariam oportunidades de desenvolvimento profissional, por meio da reflexão sobre a prática, críticas partilhadas e mudanças apoiadas. Esta colaboração ocorreria em torno de um trabalho conjunto do pesquisador e do professor no planejamento, implementação e avaliação de um método instrucional baseado na PBL em uma disciplina do currículo de engenharia. Ademais, inspirado na abordagem colaborativo-participativa descrita por COLE & KNOWLES (1993), o pesquisador pretendia que esta colaboração se estendesse a aspectos metodológicos da pesquisa, tais como a coleta de parte dos dados (referentes aos alunos) e a análise e a publicação dos mesmos.

Assim, o pesquisador concluiu que um estudo de caso que incluísse uma implantação da PBL junto a um professor de engenharia e sua turma de alunos seria apropriado para esta colaboração. Este formato também se adequaria à escassez de sujeitos/participantes, uma vez que a PBL não é um método de instrução comum no Brasil, sobretudo no ensino de engenharia.

A definição do contexto de implementação e dos participantes deu-se por acaso. Ao saber da existência do projeto, em uma conversa informal com o pesquisador no primeiro semestre de 2001, o professor participante desta pesquisa (doravante referido como Professor), dispôs-se a tomar parte dele voluntariamente. A partir do interesse do Professor, foi-lhe feito o convite para participação deste trabalho em junho de 2001, quando ficaram estabelecidos o formato da pesquisa e a expectativa do trabalho em colaboração. Também foram comunicados ao Professor os objetivos da pesquisa, a qual, como acontece com toda investigação de natureza indutiva (SCHENSUL *et al.*, 1999), principiou com questões exploratórias e referenciais teóricos bastante genéricos.

Nessa ocasião também ficou definido que a implementação da PBL ocorreria em uma disciplina sobre a teoria geral da administração (TGA) do segundo ano do currículo de graduação em engenharia de produção (EP), sob sua responsabilidade. Como a disciplina era oferecida somente no segundo semestre e a proximidade de seu início impedia o planejamento e implantação da PBL naquele ano, decidiu-se que a implementação aconteceria no segundo semestre de 2002.

### **A INTERVENÇÃO**

Como acontece em metodologias com as características acima, este trabalho deu-se em duas frentes: a intervenção e a pesquisa propriamente dita, as quais se sobrepuseram em muitos momentos (Tabela 4).

A intervenção começou no semestre subsequente ao convite, ou Fase 1, durante a qual o pesquisador e o Professor tiveram encontros quase semanais para planejar a implementação. Neste semestre o pesquisador também observou as aulas da disciplina com o intuito de conhecer o conteúdo da mesma e suas especificidades. Estas observações eram freqüentemente seguidas de conversas sobre fatos acontecidos nas aulas.

Como não era urgente naquele momento terminar o planejamento, uma vez que continuaria durante o primeiro semestre de 2002, a maioria dos encontros da Fase 1 consistiram de discussões sobre aspectos institucionais e culturais da escola de engenharia/universidade em questão (de agora em diante referida como IES) e outros tópicos levantados pelo pesquisador sobre as aulas do Professor. Também eram discutidas nestes encontros as inquietações que o estudo (assistemático) sobre a PBL suscitava em ambos, Professor e pesquisador.

O planejamento da implementação também não seguiu nenhum esquema fixo, preestabelecido pelo pesquisador. Este e o Professor partiram da investigação sobre os objetivos do ensino de engenharia, especificamente da engenharia de produção. Para este fim foram consultados documentos tais como as diretrizes para o ensino de engenharia (Anexo I) e as recomendações da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). A escolha do formato da PBL (suas atividades de solução de problemas e avaliação) foi resultado de busca na literatura por parte do pesquisador e da discussão e deliberação conjunta nos encontros semanais.

Tabela 4: Fases da pesquisa e da intervenção.

FASE	OBJETIVOS	INTERVENÇÃO	PESQUISA/FONTES DE DADOS
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Planejamento da implementação;</li> <li>▫ Investigação dos aspectos institucionais, culturais e individuais do contexto de implementação;</li> <li>▫ Investigação da aula do Professor;</li> <li>▫ Aprofundamento do diálogo e conhecimento entre o pesquisador e o Professor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Encontros com o Professor para planejamento da implementação;</li> <li>▫ Conversas após as aulas para esclarecimento e discussão sobre fatos ocorridos durante as aulas observadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Observações das aulas do Professor;</li> <li>▫ Entrevistas não estruturadas com o Professor (encontros);</li> <li>▫ Entrevistas curtas após as aulas.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Investigação sobre como se dá a implantação da PBL no contexto em foco;</li> <li>▫ Diagnostico e solução de dificuldades ocorridas durante a implementação;</li> <li>▫ Avaliação da abordagem na perspectiva dos alunos e do Professor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Implantação da PBL;</li> <li>▫ Encontros com o Professor para discussão sobre o andamento da implementação e avaliação da mesma após seu término;</li> <li>▫ Conversas após as aulas para esclarecimento e discussão sobre fatos ocorridos durante as aulas observadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Observações das aulas do Professor com a PBL;</li> <li>▫ Entrevistas não estruturadas com o Professor após as aulas, fora da sala de aula durante e após a implantação (encontros);</li> <li>▫ Aplicação de questionários junto aos alunos.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Investigação das mudanças ocorridas em utilizações posteriores da PBL pelo Professor;</li> <li>▫ Investigação do uso da PBL no ensino de várias áreas de conhecimento (e.g., arquitetura, medicina, tecnologia da informação) na Universidade de Newcastle.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Observação de aulas do Professor com a PBL;</li> <li>▫ Observação de aulas na Universidade de Newcastle.</li> </ul>

No final do segundo semestre de 2001 o Professor comunicou ao pesquisador que tinha havido uma modificação no currículo da EP e a disciplina seria ofertada já no primeiro semestre do ano seguinte. Apesar de o planejamento não estar concluído, principalmente no que concernia à concepção dos problemas, o Professor decidiu que implantaria o método no semestre subsequente. Ele também comunicou ao pesquisador que estaria empregando o método em outras duas disciplinas (com conteúdo semelhante, i.e., TGA) na mesma instituição: uma disciplina ofertada a alunos de pós-graduação em engenharia de produção (PG) e um módulo de dois meses (março a abril) do currículo de graduação em engenharia civil (EC).

A intervenção na Fase 2 deu-se mediante a implantação da PBL e por meio de encontros e conversas após algumas aulas quando eram colocados os dilemas enfrentados pelo Professor, as dúvidas do pesquisador e as observações de

ambos sobre o andamento do método e outros eventos relacionados aos alunos e às aulas. Nestes momentos discutiam-se formas de superação de dificuldades ou adaptação do método aos contextos, as quais eram ocasionalmente buscadas pelo pesquisador na literatura.

Na Fase 3 não ocorreu intervenção, apenas coleta de dados para a pesquisa.

## **A PESQUISA**

Paralelamente à intervenção (Tabela 4), ocorreu na Fase 1 a coleta de dados para a pesquisa mediante a observação de 13 aulas do Professor e entrevistas curtas após as mesmas. Foram também coletados dados em nove encontros do Professor com o pesquisador em sua sala. Estas atividades objetivavam investigar a prática do Professor e o contexto em que ela ocorria, isto é, o contexto da implementação da PBL na perspectiva do Professor.

A Fase 2 foi o período de implantação do método e compreendeu a coleta de dados por meio da observação de aulas (7 na EC, 12 na EP e 13 na PG), entrevistas curtas com o Professor após as aulas, e três encontros à maneira dos ocorridos no semestre anterior. Estes procedimentos tinham como objetivo a investigação da implementação nos três contextos, da prática docente e do comportamento dos alunos sob este método instrucional. No final desta fase, um questionário (com questões abertas) foi respondido pelos alunos em sala de aula com o intento de apreender suas opiniões sobre o método utilizado. Nesta direção foram realizadas entrevistas com o Professor em momentos posteriores.

A Fase 3 foi o período subsequente à implantação. Nesta fase ocorreu a coleta de dados adicionais para a pesquisa. No segundo semestre de 2003 foram observados dois ciclos completos da metodologia: um em uma disciplina sobre TGA do currículo da graduação em engenharia elétrica e outro em uma disciplina com conteúdo diverso, porém na área de administração, oferecida no currículo de pós-graduação em EP, ambas da na IES e sob a responsabilidade do Professor.

Esta fase ainda compreendeu um estágio de cinco meses por intermédio do Programa de Doutorado com Estágio no Exterior (PDEE) da CAPES, realizado na Universidade de Newcastle, Austrália, em 2004. Apesar de não utilizar a PBL em seus currículos de engenharia, a Universidade de Newcastle foi escolhida para este estágio por ser uma instituição reconhecida internacionalmente pelo uso da

PBL, especialmente no ensino das ciências médicas e arquitetura, e por ser um centro de pesquisa e avaliação da PBL, por meio do PROBLARC (Problem-based Learning Assessment and Research Centre), neste país.

### **OS PARTICIPANTES DA PESQUISA**

O Professor, com 44 anos de idade à época da Fase 1, era formado nas áreas da engenharia de produção e administração de empresas no final dos anos 1970, e mestrado e doutorado nestas áreas. Nesta ocasião tinha mais de vinte anos de docência na instituição (universidade pública, no interior do Estado de São Paulo), onde também fazia pesquisas na área de administração de empresas e orientava alunos de pós-graduação. Foi contratado pela instituição logo depois de ter terminado seus estudos. Não teve capacitação pedagógica antes da contratação e tampouco a obteve em serviço. Durante este tempo de trabalho na instituição, o Professor assumiu algumas vezes cargos de chefia e coordenação no departamento em que estava lotado e mesmo fora deste, no nível de administração do campus universitário.

A turma de EP consistia de 28 alunos (24 homens e 4 mulheres, idades entre 19-20 anos) cursando o terceiro período. Os alunos de EC eram basicamente de quintanistas: 51 alunos (38 homens e 13 mulheres, 22-25 anos de idade). A turma de PG tinha 23 alunos (17 homens e 6 mulheres, 23-50 anos), dentre os quais 18 eram alunos de mestrado e 5 de doutorado; dentre eles, nove eram recém formados e nove eram docentes em instituições de ensino superior.

### **A COLETA DE DADOS**

A coleta de dados neste trabalho compreendeu entrevistas, observações e documentos, as fontes de dados comumente utilizadas em estudos de caso de natureza quantitativa (MERRIAM, 1988).

As entrevistas realizadas com o Professor (Fases 1 e 2) eram não estruturadas, porque, segundo FONTANA & FREY (1994), este formato de entrevista ajuda a entender o comportamento complexo de indivíduos sem impor nenhuma categorização prévia que pode limitar o campo de investigação. As entrevistas duravam aproximadamente uma hora e foram gravadas com consentimento do Professor. Decidiu-se por gravar o encontro na íntegra de modo a promover a naturalidade da entrevista, independentemente de o assunto tratado relacionar-se com

o planejamento e avaliação do método ou com a pesquisa. Porém, por conta de esta opção ter gerado um grande volume de material gravado, durante a transcrição das fitas, feita pelo próprio pesquisador, optou-se por acatar a sugestão de BOGDAN & BIKLEN (1992) para situações similares e deixar de fora muito do material que não contemplava os interesses do trabalho.

As observações – feitas em sala de aula durante as Fases 1, 2 e 3 – foram anotadas e posteriormente expandidas em diários de campo. (As entrevistas curtas que ocasionalmente aconteciam após algumas das aulas foram incluídas nestes diários.) As observações aconteceram em quase todas as aulas da EP no segundo semestre de 2001 independentemente de serem fontes de novos dados, já que foram também momentos de intervenção. O mesmo se deu nas aulas da EP, EC e PG no primeiro semestre de 2002. A postura do pesquisador durante as observações concordava com MERRIAM (1988, p. 93). A autora crê que nas abordagens qualitativas os pesquisadores “raramente são participantes totais ou observadores totais. Eles são mais o que Gans [...] chama de ‘pesquisador participante – aquele que participa de uma situação social, mas está pessoalmente apenas parcialmente envolvido, de modo que possa funcionar como pesquisador”.

Os documentos que serviram como dados foram aqueles produzidos pelo Professor e pelos alunos durante o semestre. Esta implementação da PBL previa a produção de relatórios, painéis e avaliações processuais ao final de cada ciclo de trabalho com um problema. Neste momento os alunos avaliavam, individualmente, o desempenho do grupo utilizando o formulário Avaliação de Desempenho ou AD (Anexo IV), adaptado de KITTO & GRIFFITHS (2001, p. 129), e, em grupo, avaliavam o problema e o processo, com o formulário de Avaliação do Processo Educacional ou APE (Anexo V) baseado em características de bons problemas encontradas na literatura.

Ao final do módulo/semestre os alunos receberam um questionário (Anexo VI), respondido por 26 alunos de EP (referidos como EP01, EP02 ... EP26) e 21 alunos da PG (PG01, PG02 ... PG21). Este questionário foi elaborado conjuntamente pelo Professor e o pesquisador. Devido ao fato de o módulo da EC ter sido mais curto e terminado antes, os alunos de EC responderam em grupo (EC01, EC02 ... EC09) a um questionário semelhante, porém simplificado (Anexo VII), o qual serviu de base para a elaboração do questionário aplicado às turmas da EP e PG.

## A ANÁLISE DOS DADOS

Devido ao fato de terem sido usados vários procedimentos de coleta de dados neste trabalho, ou seja, observações, entrevistas e questionários e estes terem acontecido nas três fases da pesquisa (antes, durante e após a implantação), a análise dos dados aconteceu em momentos e de forma diferentes.

Os dados contidos nos diários de campo – que incluíam as observações conduzidas nas aulas do Professor e fragmentos da análise do pesquisador ocorrida durante e após a coleta de dados, no momento da confecção dos diários – foram analisados em conjunto em momentos posteriores na medida em que se aprofundava no referencial teórico. Este processo constante de releitura dos dados e aprofundamento na literatura permitiu o estabelecimento de alguns aspectos relativos ao Professor, à instituição e sua cultura (na fase de exploração e planejamento) e à implementação do método de instrução.

As entrevistas foram analisadas em dois momentos. Em um primeiro momento, as fitas foram ouvidas e analisadas após os encontros; as dúvidas que esta análise preliminar gerava eram incorporadas às entrevistas subseqüentes com o Professor (encontros semanais ou informais após as aulas). Mais tarde, transcritas, foram analisadas em conjunto, à luz dos referenciais teóricos pertinentes.

As respostas dos alunos ao questionário foram analisadas em blocos em um primeiro momento, isto é, de acordo com a turma (EC, EP e PG), visando a apresentação dos resultados em congressos e sua publicação em revistas (*vide* artigos ao final do trabalho). Em cada uma destas análises (EC, EP e PG), as repostas dos alunos foram primeiramente lidas individualmente, ou seja, as respostas foram lidas do princípio ao fim. Posteriormente, os segmentos relativos a uma dada pergunta foram agrupados e analisados separadamente. Esta fase da análise dos dados contou com a participação do Professor em alguns momentos.

Essas análises parciais das respostas dos alunos foram posteriormente comparadas com vista à identificação das diferenças entres as turmas, o que ajudou na compreensão da abordagem de ensino nos três contextos de implantação da PBL, seus pontos de convergência e divergência frente às características institucionais e culturais da IES. Finalmente, os dados foram relidos e as análises preliminares feitas em todas as fases foram integradas e reexaminadas agora com um referencial teórico mais aprofundado e à luz das observações e estudos feitos na Universidade de Newcastle na Fase 3.

“Se um médico ou um dentista tivesse quarenta pessoas em seu consultório de uma só vez, todos com necessidades diferentes e alguns deles nem quisessem ali estar e causassem problemas, e este médico ou dentista, sem qualquer ajuda, tivesse que tratar deles todos com excelência profissional durante nove meses, daí então ele teria uma idéia do que é o trabalho de um professor em sala de aula”.

(Donald D. Quinn)

“O ensino efetivo deve ser o trabalho mais difícil que há”.

(William Glasser)

## CONHECENDO O CONTEXTO

Muitos fatores podem influenciar e freqüentemente determinar os processos pedagógicos que acontecem na sala de aula universitária. Sabe-se que há uma forte inter-relação ou justaposição desses fatores, uma vez que instituições educacionais, como coloca THURLER (2001, p. 26), são “um sistema vivo, instável e imprevisível [...], dificilmente decomponível em elementos simples e independentes”. É sabido também que os processos que ocorrem na sala de aula em geral refletem o contexto maior em que as instituições estão inseridas, já que, segundo NÓVOA (1999), é impossível isolar qualquer ação pedagógica dos universos sociais que a envolvem.

Isto posto, seguem alguns fatores que permeiam a aula do Professor, contribuindo para seu formato, ponto de partida para a compreensão da implementação da PBL neste trabalho. Estes fatores estão divididos, tentativamente, em institucionais, culturais e individuais, mas suas fronteiras não devem ser consideradas rígidas porque foi observada uma grande inter-relação entre eles. Paralelamente, os dados mostram que, apesar de a maioria desses aspectos estarem presentes na IES como um todo, sua influência aparenta variar de curso para curso e, no curso de engenharia, de especialização para especialização. Sobretudo, é necessário levar em conta a dificuldade de demarcação de categorias inerente à pesquisa de natureza qualitativa em geral.

### ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Uma rápida observação do espaço físico em que o Professor ministrava sua aula à turma de EP no segundo semestre de 2001, durante a fase de exploração e planejamento da implantação, já possibilitava antecipar algumas de suas

características. Tratava-se de uma sala com carteiras enfileiradas, lousa e patamar, um espaço que parecia favorecer um tipo de instrução baseada em palestras.

A disposição das carteiras e sua difícil locomoção (devido ao seu peso e ao fato das cadeiras serem acopladas a elas) dificultavam a adoção de formas alternativas de trabalhar o conteúdo, tais como debates e trabalhos em grupo, segundo o Professor. Ele relatou que todo semestre tinha que pedir ao órgão responsável pela distribuição das salas de aula no campus que lhe atribuíssem uma sala *onde pelo menos é possível locomover as carteiras, já que na maioria vezes são fixas no chão*.

Quer o projeto arquitetônico decorresse de um estilo em voga à época em que foi construída ou fosse um reflexo de como a IES entendia o processo de ensino-aprendizagem, isto é, sua cultura, a verdade é que a sala por si só limitava a adoção de estratégias de instrução alternativas pelo Professor. O ambiente físico, sustenta TARDIF (2002), seria um aspecto institucional capaz de condicionar a gestão das interações com os alunos e a transmissão do conteúdo. Porém, ainda que o projeto arquitetônico e outras limitações físicas da sala (e.g., a ausência de conforto térmico e acústico) fossem importantes, outros aspetos institucionais parecem ter tido maior impacto na forma como as aulas do Professor aconteciam.

### **Avaliação Docente Pautada em Desempenho em Pesquisa**

A IES era (e ainda é) um centro renomado de pesquisa no estado e no país, atestado pelo número de alunos matriculados em seus programas de pós-graduação, que superava o de alunos de graduação à época da coleta dos dados. Este dado reforçava a existência do 'primado da pesquisa', como denomina KOURGANOFF (1990), na IES, o qual era perpetuado mediante várias políticas. Dentre estas políticas estavam os critérios de avaliação do desempenho docente, pautada principalmente na produção acadêmica, quer dizer, no desempenho do docente como pesquisador.

Além de serem parciais, uma vez que negligenciavam outras funções docentes, estes critérios pareciam desatender às especificidades das diferentes áreas de conhecimento que compunham os currículos da IES, como criticou o Professor:

*Agora o que vale são os artigos em publicações internacionais, e a [IES] não percebe a diferença entre as ciências exatas e humanas. A química é a mesma aqui e nos Estados Unidos, [já] os problemas nas ciências humanas são diferentes de país para país e talvez não sejam interessantes para as revistas internacionais.*

Embora reconhecendo a importância da pesquisa na IES, dada a relevância dos conhecimentos científicos e tecnológicos que gera para a sociedade, e tendo em mente, como sustenta BALZAN (2000) e reitera BECKER (1999, p. 195), a importância da pesquisa para o ensino, já que “só se transmite conhecimento se o sujeito da aprendizagem (re)construir para si o conhecimento que faz parte de um currículo. [...] Se o professor parou de aprender, não consegue ensinar. Se ele parou de pesquisar, não tem o que ensinar”, é possível questionar os efeitos desses critérios na atuação docente.

O critério de avaliação de desempenho docente baseado na quantidade de publicações, adotado pela IES, assemelha-se ao critério de produtividade industrial que visa o cumprimento de cotas. Segundo DEMING (1986), o estabelecimento de cotas, comum no modelo da produção em massa, faz com que o trabalhador, para manter seu emprego, busque alcançar a cota a qualquer custo, isto é, em detrimento da qualidade das tarefas que executa. No caso das universidades, o custo da priorização da pesquisa significa queda de qualidade do ensino de graduação e, conseqüentemente, aumento das evasões *stricto sensu* e *lato sensu*.

### **Intensificação do Trabalho Docente**

Esse custo para o ensino é ainda potencializado quando se leva em conta a intensificação do trabalho docente nas universidades públicas em geral. Os docentes da IES, além de dedicarem-se à pesquisa e ao ensino, tinham que se dividir entre atividades administrativas, de orientação de alunos de pós-graduação, participação em congressos, simpósios, bancas etc., como desabafou o Professor:

*Se você for ver o número de reuniões que eu participo, se você contar o tempo em sala de aula e o de reuniões que eu participo... e mais, vamos contar o que eu tenho que ler de orientados e de bancas... Só essas quatro atividades... Quando que eu tenho tempo para refletir, para fazer uma coisa diferente [em sala de aula], de criar um texto? Claro que eu acho que eu já tenho experiência pelos vinte anos... um certo conhecimento, para criar textos que seriam muito adequados para provocar situações [de aprendizagem]. Mas quando se tem tempo para isso dentro do esquema que a gente está? Se tomar todas as aulas... é brincadeira o quanto a gente trabalha! Ainda algumas pessoas perguntam (o pessoal não entende o trabalho que a gente faz): “Como foram as férias de julho?” Que férias?!*

Esta intensificação do trabalho docente, um fenômeno comum em contextos universitários no mundo inteiro (e.g., SANCHO GIL, 2001), pode levar os professores a se concentrarem naquilo que lhes rende maiores dividendos acadêmicos: a pesquisa. Assim ponderou o Professor: *Eu acho que a avaliação da [IES] é equivocada, pois prioriza o número de publicações. Então, o docente só se concentra nisso!*

### **Avaliação Deficiente do Ensino**

A despeito da desvalorização do ensino, existia uma sistemática de avaliação desta atividade docente na IES por intermédio de questionários respondidos pelos alunos ao final do semestre. Contudo, este tipo de avaliação parecia não ajudar o docente a reformular seu planejamento durante o semestre em curso, quer dizer, não era processual, e pouco contribuía para o aprimoramento dos processos educacionais da instituição, ao contrário do que indica BRUNER (1973, p. 158). Para o autor, qualquer avaliação do ensino deveria necessariamente concorrer para a geração de conhecimento para a instituição/docentes,

“em caso contrário, reduzir-se-á a uma operação para dar conta do que dizem alunos ou professor, ou notícias não especificadas de triunfos ou falhas, em nada contribuindo para os objetivos educacionais ou que se concentram no problema de como assistir ao desenvolvimento dos seres humanos [...]”.

Ademais, esta sistemática de avaliação do ensino da IES parecia ser apenas informativa, já que um bom desempenho não resultava em nenhum ganho para os docentes (promoção etc.), segundo o Professor.

Por outro lado, a forma como esta avaliação era realizada, baseada principalmente nas respostas dos alunos aos questionários, diversamente do que RAMOS (1999) recomenda (i.e., por intermédio de diversos instrumentos), parecia permitir que variáveis externas às aulas influenciassem os resultados. Os excertos seguintes ilustram este ponto:

*Eles [alunos] podem até pensar: “Ah, este professor é legal. Trata a gente de forma mais humana, tem considerações...” Mas na avaliação da disciplina eles acham a mesma coisa que aquele professor... que a gente é perfumaria, que a gente não apertou... “Não tem prova mesmo... O trabalho é em grupo...”.*

*Tem alguns professores que compram emocionalmente os alunos, trazendo 'bolo e samba' para a sala de aula e promovendo churrascos, obtendo assim uma boa avaliação dos alunos.*

É possível também conjecturar se essa situação não seria consequência da própria desvalorização do ensino por parte da IES, ou seja, uma sistemática de avaliação deficiente seria decorrente do próprio descaso pelo ensino da parte da instituição. Isto levaria à percepção errônea de que os processos de ensino-aprendizagem não precisam ser aprimorados ou ao entendimento de que devem ser melhorados, mas por motivos errados, o que acabaria engendrando um ciclo vicioso de manutenção do *status quo*.

Sobretudo, essa situação aparentemente demonstra um desequilíbrio no atendimento ao princípio de indissociabilidade entre ensino e pesquisa, que deveria reger as atividades de universidades como a IES. Ademais, parece revelar que o constante questionamento e aprimoramento, valorizado nas atividades de pesquisa por meio do método científico, estariam sendo negligenciados nesta outra função primária da universidade.

### **Currículos Seqüenciais, Compartimentados e Carga Horária Alta**

Algumas características dos currículos na IES também parecem ter sido um fator importante de influência sobre a aula do Professor. Os currículos eram pautados na racionalidade técnica, ou seja, baseavam-se no pressuposto de que o fazer do engenheiro se reduz à aplicação de conhecimentos técnico-científicos a situações práticas, o que é criticado por muitos autores tais como CROSS & GOODPASTURE (1967) e PRATA (1999). PRATA (1999, p. 166-167), por exemplo, vê o processo de criação em engenharia como “uma complexa interação entre a teoria estabelecida e a experiência acumulada”, ilustrando-o com os vôos espaciais: “Se esperássemos que este conhecimento estivesse dominado para que fôssemos ao nosso satélite, [...] ainda estaríamos no chão. No entanto, a combinação da ciência com a intuição, experiência e arte de atacar e resolver problemas permitiu [que isso acontecesse]”.

O número elevado de disciplinas, outra característica dos currículos da IES, confirma a observação de SALUM (1999) sobre os currículos de engenharia no Brasil e também remete a um aspecto da cultura positivista da maior parte das instituições de ensino superior no país: a acumulação de conhecimentos (SORDI, 2000; CUNHA, 2002). Esta carga horária excessiva foi reconhecida pelo Professor: *Na*

*graduação eles têm uma grade super carregada. Os créditos aqui [EP] diminuíram um pouco, mas eram em torno de 40. Agora devem estar em torno de 36. Trinta e seis em sala de aula!*

Paradoxalmente, apesar de denotar, segundo SALUM (1999), a centralidade atribuída ao Professor pelo projeto pedagógico da IES, esse grande número de horas de contato direto professor-aluno parece dificultar seu trabalho em sala de aula:

*É um currículo à moda antiga, que ainda valoriza muito a sala de aula. Então eu acho... se você tiver bom senso... se eles já têm 36 créditos... se todos os professores pedirem um pouquinho, a semana deles já tem 70 horas! Então a gente fica com dificuldade de dar uma atividade que você imagina que não seja pesada, mas vai tomar um pouco de horas do aluno, [por exemplo,] uma pesquisa na Internet...*

Isto concorda com OLIVEN (1993), que defende a idéia de que a exigência de currículos mínimos – que muitas vezes se tornam máximos – impediria experiências interdisciplinares e inovações no ensino.

Paralelamente à carga horária excessiva, a disposição seqüencial e linear das disciplinas nos currículos indicava sua fundamentação no modelo da racionalidade técnica e na cultura positivista da instituição. Nos cursos da IES, as ciências básicas (matemática, física, química etc.) eram seguidas pelas ciências aplicadas geralmente a partir do terceiro ano e pelas disciplinas práticas e projetos no último ano. Segundo o Professor: *O engenheiro de produção vai começar a fazer disciplinas, um número maior de disciplinas específicas, no terceiro ano.*

Os currículos também eram compartimentados, ou seja, as disciplinas compunham unidades separadas no currículo, com poucas oportunidades de integração dos conhecimentos nelas ensinados, principalmente durante os primeiros anos. Isto confirma os estudos de CUNHA (2002) sobre a predominância do currículo tipo ‘coleção’ em cursos universitários que trabalham conhecimentos com maior valor de mercado.

### **Falta de Diálogo entre Departamentos e Docentes**

A compartimentalização e a falta de integração entre as matérias das ciências básicas e as aplicadas e profissionalizantes nos currículos da IES eram agravadas pelo fato de haver pouco diálogo entre os institutos que ofereciam as disciplinas básicas e o

departamento de origem dos estudantes (escola de engenharia). Esta falta de diálogo, verificada na seguinte fala do Professor: *Eu já fui coordenador do curso e sei como é difícil dialogar com o pessoal [outros departamentos, institutos]*, poderia ser atribuída à estrutura taylorista ainda prevalente na maioria das universidades e institutos de ensino superior, segundo MARTIN *et al.* (2000, p. 59-60),

“com suas divisões verticais e departamentos quase independentes separados por altas paredes, fronteiras. [...] Os docentes desenvolvem seus conteúdos, de acordo com um currículo preestabelecido, de forma muito independente e, na maioria das vezes, a cooperação através das fronteiras destas divisões é praticamente inexistente, para não dizer impossível”.

Além de trabalharem isoladamente, os departamentos e institutos da IES pareciam adotar, ocasionalmente, atitudes corporativistas junto aos órgãos reguladores da IES em defesa de seus interesses, expressos em termos de quantidade de créditos nos currículos, mesmo quando estes não concorriam para a boa formação dos alunos ou não satisfaziam as necessidades dos mesmos:

*A [IES] faz a coordenação dos cursos através de comissões interdepartamentais. Não são pessoas ou departamentos. [...] Quem tem todo o poder de decisão sobre os cursos é aquela comissão. [...] Não tem conversa! Eles reduziram inclusive a nossa carga [TGA no currículo da EC]. Os alunos ficaram abismados: “Nós estamos precisando de mais e eles reduzem?” Porque é uma disciplina que trabalha um pouco... ou pelo menos fala sobre liderança [...], a linguagem do negócio, que se aproxima mais da realidade profissional...*

Um fenômeno que decorreria da adoção de currículos tipo ‘coleção’, conforme CUNHA (2002). A autora acredita que se observaria uma forte defesa da legitimidade dos diferentes conteúdos e de seus interlocutores em instituições educacionais que empregam este modelo curricular.

Essa falta de diálogo e o isolamento também eram encontrados dentro dos próprios departamentos/escolas. Isto pode ser verificado no seguinte excerto da fala do Professor:

*[Não há] nem proximidade [entre os docentes], eu diria... No mínimo você precisa ter proximidade com as pessoas. Claro que você precisa ter a liberdade de discutir, mas nem proximidade? Porque cada professor está na sua sala... Eu nem sei o que o do lado está fazendo,*

o que concorda com MARTIN *et al.* (2000, p. 60): “Mesmo dentro de uma divisão a cooperação pedagógica pode ser difícil. Quem conhece o conteúdo da disciplina de seu colega?”.

Parecia não haver um espaço institucionalizado, um tempo reservado nas cargas horárias dos docentes para o intercâmbio de idéias e reflexão sobre suas aulas, confirmando o que encontrou LORTIE (1975) em instituições educacionais em outros níveis de ensino. O autor sustenta que “o local de trabalho do professor – a escola – não está organizado para favorecer a investigação ou o capital intelectual da profissão”.

Mesmo quando acontecia em momentos informais, as informações partilhadas restringiam-se, de acordo com o Professor, a impressões gerais sobre um dado aluno, uma determinada turma etc.: *Vários professores, no corredor ou no cafezinho, comentam: “Puxa! Estou tendo dificuldade com aquela turma...”, e aí o outro fala: “Eu também tive...”*. Embora úteis, essas trocas não pareciam contribuir efetivamente, como coloca BRUNER (1973), para o desenvolvimento dos alunos e o crescimento profissional dos docentes.

A literatura mostra que ausência de um espaço institucionalizado de discussão e reflexão nas escolas impede que experiências individuais sejam compartilhadas. Este conhecimento prático fica disperso e, por esta razão, raramente concorre para o aprimoramento dos processos educacionais. Isto transparece no seguinte trecho da fala do Professor: *Os professores têm percepções individuais e acabam se aproximando disso [dos objetivos do curso], mas não é uma coisa pensada, sistemática, coletivamente*.

Sobretudo, esses aspectos da IES, ou seja, a falta de diálogo entre departamentos/docentes e a ausência de espaços para este fim, estariam entre as características desfavoráveis à mudança em instituições educacionais, de acordo com THURLER (2001). A autora sustenta que a adoção de métodos alternativos de ensino seja mais difícil em instituições rígidas, onde cada docente protege seu horário, seu território, sua especialização, seus direitos e seus encargos.

### **Dispersão dos Objetivos Docentes**

A falta de diálogo pode estar também relacionada à especialização dos docentes, estimulada indiretamente pelas instituições por meio do ‘primado da pesquisa’. CUNHA (2001, p. 88) sustenta que a valorização da pesquisa torna “a carreira do professor [...]

um caminho individual, muitas vezes até concorrencial, que favorece o isolamento e a solidão”. A pressão por publicações mais a especialização a que a pesquisa naturalmente conduz podem contribuir para que os docentes negligenciem os objetivos do curso e passem a perceber sua disciplina de forma isolada no currículo. Isto parece não concorrer para o desenvolvimento do conhecimento do currículo da parte dos docentes, o qual pode se tornar um documento formal. Durante o planejamento dos objetivos/atributos que seriam priorizados na implementação da PBL, instado sobre quais os conhecimentos e habilidades os engenheiros de produção deveriam desenvolver, o Professor respondeu:

*Sinceramente não sei bem, não sei julgar muito bem as outras áreas. Eu me tornei um especialista em administração, mesmo sendo um engenheiro de produção. Às vezes aparece convite para representar a engenharia de produção, mas eu não sou a melhor pessoa. Eu perdi esta percepção...*

A combinação de isolamento e especialização, talvez potencializada pela fraca supervisão a que são submetidos (DREEBEN, 1973; ZEICHNER *et al.*, 1987), pode permitir que alguns professores ignorem as diretrizes e pautem seu ensino em seus interesses de pesquisa em detrimento das necessidades dos alunos. A respeito disto, o Professor ofereceu um exemplo extremo deste fenômeno, presenciado quando fazia parte de uma comissão interdepartamental: *Tivemos este problema com uma disciplina da arquitetura em que o professor vai lá, [e só] porque está fazendo uma tese de doutorado sobre Dante [Alighieri], e ministra os capítulos de Dante. Ele obriga os alunos a lerem!*

### **Ausência de Propósitos Institucionais Compartilhados**

A dispersão dos objetivos dos professores era agravada pela compartimentalização do currículo e uma carência de propósitos compartilhados, de uma missão institucional. Embora seja compreensível que as universidades não devam ter propósitos únicos, já que historicamente têm oferecido abrigo e estímulo a idéias divergentes, pode-se imaginar que, ao menos no que concerne ao ensino, a existência de objetivos (concebidos e compartilhados por administradores, professores e alunos) pode favorecer o aprimoramento de seus processos educacionais, como acredita o Professor:

*Porque missão eu nunca pensei para a disciplina... Talvez devesse ter mais uma para o departamento ou universidade... Também eu nunca vi nenhuma; nunca eles pensaram... [É] aquilo que a gente já conversou outro dia, que a gente fica mais ou menos solto, mais ou menos órfão. [...] É próprio da universidade, ela entende isto, que esta liberdade é muito importante. Mas liberdade, eu acho que... Você precisa dar o retorno... Também, se você não tem sinal nenhum fica uma liberdade que... Onde que você encontra o elo? Fica só por sua conta encontrar o elo com as outras pessoas? Quer dizer, ela é extremamente burocrática, a universidade, em termos administrativos, como trata o professor [...], mas em termos acadêmicos é extremamente solta. A liberdade do professor eu acho extrema porque nem [há] esse compromisso de [pensar]: “Como a minha disciplina cruza com a sua?”; “O que é que a gente tem que ver junto?” Fica um negócio extremamente solto. Acho que não precisa impor coisas, ser autoritário... [...] Então fica difícil falar em uma missão... Como é que minha disciplina vai se encaixar no curso, no departamento, na unidade, na universidade se nunca vem nenhum sinal?*

Essa fala do Professor também levanta um fenômeno comum em escolas e universidades. Se por um lado a ausência de uma missão institucional confere autonomia aos professores, por outro lado transfere-lhes toda a responsabilidade de decifrar as diretrizes e transformá-las em objetivos de sala de aula. Neste sentido, TARDIF (2002, p. 128) sustenta que a imprecisão e ambição dos objetivos (arrolados nas diretrizes) “dão muita liberdade de ação, mas ao mesmo tempo, aumentam o empenho do professor, que é obrigado a especificá-los, e dão-lhe a impressão de que está lidando com objetivos irrealistas que nunca poderá atingir”.

Na verdade, a IES, como toda instituição de ensino superior no país, tinha objetivos educacionais, pautados nas diretrizes para o ensino superior em geral, nas diretrizes para o ensino de engenharia (Anexo I) e nas recomendações de associações de classe (e.g., ABEPRO). Entretanto, devido ao fato de as diretrizes educacionais, em geral, serem vagamente expressas, terem uma natureza múltipla e parecerem muitas vezes contraditórias (HUBERMAN, 1973), a tradução destas em objetivos para as disciplinas não se dava de forma tranqüila para o Professor. Ao explicar como planejava suas disciplinas, o Professor relatou (referindo-se ao projeto pedagógico do curso):

*Em termos de conhecimento [específico], a gente tem o costume de pensar bem [cuidadosamente]... [já que] é a primeira parte [do projeto pedagógico]. Quando a gente vai ali para as habilidades, eu acho que aí não é uma descrição boa porque é quase uma repetição do conhecimento. E quando a gente entra aqui em termos de valores ou alguma coisa assim, aí é mais confuso ainda.*

## Objetivos Educacionais Centrados nos Conteúdos Específicos

A falta de clareza das diretrizes, a especialização e o isolamento docentes podem fazer com que muitos professores, quando do planejamento de suas disciplinas, descuidem da formação holística do futuro profissional, concentrando-se nos conteúdos de sua disciplina, sem buscar integrá-los aos de outros componentes curriculares. Perguntado se utilizava as diretrizes para planejar seus cursos, o Professor respondeu: *[As diretrizes] do MEC eu nunca vi... [As] da ABEPRO eu já vi. [...] É que eu estou tão ligado à administração que eu sempre consulto nas coisas da administração.* Este fenômeno seria ainda agravado por um processo de distanciamento crítico que ocorre ao longo dos anos de docência, de acordo com TARDIF (2002, p. 100), “em relação aos instrumentos de trabalho (programas, livros didáticos, diretivas, regras do estabelecimento etc.), que o professor adapta pouco a pouco a suas necessidades”.

Afora a falta de integração entre os componentes curriculares no planejamento dos cursos, a formação holística do engenheiro também não estaria sendo atendida nas aulas porque a maioria dos docentes, como reconheceu o Professor, enfoca principalmente os conhecimentos específicos, descuidando das habilidades e atitudes profissionais igualmente necessárias para atingir este objetivo:

*A gente só enfatiza o conteúdo [conhecimentos]. Os outros conteúdos [habilidades e atitudes] a gente até pensa, mas não explicita. Por exemplo: “Naquela aula eu vou aplicar este caso [...]” ou “Eles vão trabalhar em equipe [...]” ou “Eu vou provocar uma discussão”... Mas a gente não explicita. [...] Acho que na prática a gente já está fazendo as coisas, às vezes sem saber que é aquilo. [...] Mas em termos de pensar, da reflexão, do preparo, [não]...*

A fala do Professor também indica um aspecto importante relativo à valorização dos conhecimentos específicos, ou seja, o entendimento de que o currículo se reduziria a eles, menosprezando-se a forma, a estrutura e o método por meio dos quais deveriam ser trabalhados. A IES, como coloca BECKER (1999, p. 185), parece “entende[r] a produção e a transmissão de conhecimento apenas como conteúdo e não como forma, estrutura ou metodologia”. Sem diminuir a importância do conteúdo na educação em engenharia, já que é a própria razão de existência dos cursos, o autor segue questionando:

“Para que serve a quase totalidade dos conhecimentos arrolados no histórico escolar de um diplomado? Os conteúdos deveriam constituir pretexto para a organização de variadas ações, tais como as implicadas por projetos que envolvem metodologia investigativa, jamais como fim em si mesmos. O que deve interessar a um currículo atual é que o aluno aprenda a pensar, ‘aprenda a aprender’ e não a reter informações, freqüentemente de valor discutível”.

### **Inexistência de Formação Pedagógica Inicial dos Docentes**

O favorecimento dos conhecimentos específicos durante o planejamento das aulas, ilustrado pelo excerto precedente, pode também decorrer da ausência de capacitação pedagógica, isto é, do fato de os professores serem engenheiros, matemáticos, físicos etc. que ensinam (CUNHA, 1996a), como ilustra este excerto da fala do Professor:

*A gente objetiva geralmente os conhecimentos [técnico-científicos], algumas habilidades e muito poucas atitudes: 80%, 20%, 0%... E é a nossa formação! Você vira engenheiro, depois professor de engenharia. Estes 80% [conhecimentos] refletem isto mesmo, toda essa preocupação com o conceitual, como ser forte, passar... A gente nem sabe que os outros [habilidades e atitudes] existem. A gente vai descobrindo isto um pouco... as habilidades, como passar as competências... Nem sempre [...] o volume [de teoria] ou o mais moderno no conceito é o importante para a habilidade dele [aluno]. A gente começa a rever...*

Essa revisão da própria prática relatada pelo Professor não parecia ser disseminada entre os docentes da IES. A situação mais comum era, aparentemente, aquela descrita por CUNHA (1996a) e CASTANHO (2000), na qual os professores raramente refletem sobre suas práticas, partem de experiências que tiveram como alunos e as norteiam por meio de um processo de tentativa e erro, como disse o Professor: *Através da observação de nossos professores e na prática, vendo o que dá certo.*

### **Carência de Capacitação em Serviço e Apoio Pedagógico**

Essa reflexão, tão necessária ao desenvolvimento da base de conhecimento da docência, era ainda desencorajada pela IES, sem o desejar, mediante a soma de fatores institucionais citados neste trabalho. Como resultante desta somatória, o formato da maioria das aulas na IES parecia denotar a necessidade por parte dos professores de uma melhor elaboração de sua base de conhecimento da docência, ao

menos no que se refere ao conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1987), como aparenta indicar a fala do Professor:

*Eles [professores de outros departamentos] não têm aquela concepção: “É a minha disciplina, qual o papel que ela tem?” É isso que eles têm que saber: dar aula de matemática para matemático é uma coisa, dar aula de matemática para engenheiro é outra. Ele [engenheiro] não precisa saber tudo, todas as demonstrações. Não é isto que vai contribuir...*

A despeito da carência de formação pedagógica dos docentes, a IES aparentemente não tinha nenhum programa sistemático de formação continuada – como relatou o Professor: *Não há reciclagem!* – ou de apoio pedagógico. Na IES, como em outras instituições de ensino, sustenta HUBERMAN (1973, p. 45), “a educação permanente [dos docentes] é considerada problema individual”. Por sua vez, a ausência de apoio institucional ou sistemático de colegas aprofundava o isolamento dos docentes, que eram deixados à própria sorte. Quando perguntado sobre como aprendeu a ensinar, o Professor explicou:

*Foi na marra. Nunca, nenhum treinamento... Também porque há aquele treinamento de pelo menos uma pessoa chamando a atenção para algumas coisas. Nunca o institucional! Aquela visão, então, do currículo como parte da formação do todo... Eu acho que cada professor que chegasse... ele precisaria tomar pé das coisas, não é? “O profissional que nós queremos formar aqui é esse, nosso currículo procura desenvolver essas habilidades... habilidade de se comunicar enquanto técnico em engenharia, habilidade de pensar abstratamente alguns modelos, [...] habilidade em agir e interferir em um sistema social... e quais são os conhecimentos que nós vamos trabalhar associados a estas habilidades, as metodologias... como que a gente pensa...” Acho que nada disso é passado. Temos dois professores que foram contratados [recentemente pela IES]: “As disciplinas são essas, os programas são esses e boa sorte!” [...] Não se dá nem o currículo, nem uma folhinha para mostrar para ele onde ele se localiza, ou o currículo com as ementas... ou o projeto pedagógico do curso [...] que existe...*

A ausência de capacitação pedagógica, muitas vezes denunciada na literatura sobre docência no ensino superior, também era a regra na IES. Parece que a crença equivocada de que “quem sabe, automaticamente, sabe ensinar”, levantada por MASETTO (2002), ainda era fato vivido pela instituição e docentes no contexto estudado. A IES parecia entender que a docência era construída na prática, sem apoio pedagógico, do que discordava o Professor:

*No começo da carreira a gente tem muita dificuldade, inclusive porque a gente não tem um aprendizado e a gente aprende na prática. Então acho que facilitaria muito se no começo da vida acadêmica você fosse pelo menos despertado [...] para algumas coisas e não passasse dez anos batendo a cara...*

Conquanto tivesse afirmado a necessidade da capacitação docente e apoio pedagógico, a fala do Professor parecia sinalizar as limitações de um curso pedagógico de natureza estritamente teórica, em concordância com CANDAU (1996), que propõe uma capacitação estruturada em torno de projetos de ação ao invés de conteúdos acadêmicos. Neste sentido aponta o seguinte excerto:

*Mas quando você lê, no começo da carreira, algumas coisas também não lhe fazem sentido. Não é só questão de ler. Precisa fazer sentido para a gente. Você pode, no primeiro ano de docência, ler um artigo sobre aula, mas... legal... não reflete em nada.*

O Professor também indicou a necessidade de uma capacitação que conseguisse mudar as concepções docentes, isto é, ajudasse os professores a galgarem algumas posições no *continuum* de KEMBER (1997):

*Para a pessoa mudar, qualquer pessoa, e vai valer para o caso do professor também, não basta às vezes você ouvir uma coisa. O professor, no caminhar dele, ele ouve que tem uma metodologia ou ele lê alguma coisa rápida. Não sei, eu acho que o processo de mudança é mais que isso. Ele precisa de uma certa consciência. Não sei como que é isso entre você ouvir e ter a consciência [...]. Então acho que o professor ouve uma porção de coisas, alguns lêem, mas não chegam ao ponto da consciência de ele explicitar isto, preparar... Então eu acho que são estes valores, valores muito fortes no conceito. [...] Depois a gente vai quebrando um pouco a cara e vai revendo...*

## **ASPECTOS CULTURAIS**

Muitos aspectos culturais da IES parecem advir de fatores institucionais ou estar em estreita relação com eles, tornando difícil destrinchá-los. Por exemplo, é possível que aspectos tais como a desvalorização do ensino, a relativa autonomia, a especialização, a intensificação do trabalho docente, a ausência de objetivos compartilhados etc. contribuam para o fraco espírito de grupo entre os professores com respeito aos processos de ensino-aprendizagem. Apesar de haver amizade, coleguismo e, ocasionalmente, corporativismo entre os docentes, especialmente entre aqueles do mesmo departamento/escola, a observação do pesquisador e a fala do

Professor levam a crer que o espírito de grupo não seja muito desenvolvido nesta IES quando se trata da formação dos alunos.

Um outro exemplo da inter-relação entre os aspectos institucionais e culturais reside no fato de a IES estar voltada principalmente à pesquisa e ao ensino das ciências exatas e aplicadas. Sabe-se que estas ciências são fortemente pautadas no positivismo, o que promovia, em concordância com MENGES & AUSTIN (2001), a existência de uma cultura positivista na IES, cultura esta que era compartilhada tanto pelos administradores e docentes quanto pelos alunos.

### **Preferência por Modelos Convencionais de Ensino**

A cultura positivista da IES ajudaria a explicar a predominância do modelo convencional de ensino, como sustentam MENGES & AUSTIN (2001). Contudo, a preferência por abordagens expositivas não parecia ser homogênea na IES. A fala do Professor sugere que mesmo a utilização de métodos convencionais comportaria certo matiz na instituição. Aparentemente, quanto mais exata era a especialização de engenharia, isto é, quanto mais conteúdos das ciências exatas e aplicadas seu currículo continha, maior parecia ser a predileção pela transmissão de conhecimentos mediante aulas expositivas, segundo o Professor:

*A engenharia de produção ainda tem muitos professores que fazem isto [discussões em grupo, em círculos], mas quando você dá aula para a civil ou para a mecânica, alunos de 5º ano... [...] era a primeira vez que eles estavam mudando as carteiras. Então quando você falava assim: “Vamos discutir um caso... Por favor, vocês formem grupos de quatro” Ninguém saía do lugar! Eu estou exagerando? Eu estou relatando um caso real! Eu falava: “Pessoal, vocês não entenderam? Vamos fazer grupos de quatro...” Um olhava para o outro, às vezes levantava e ia para perto do outro... “Pessoal, podem mexer na carteira. Peguem as carteiras e coloquem próximas!” E o aluno às vezes vinha no final da aula e falava: “Professor, é que nós estamos no 5º ano de engenharia mecânica e nós nunca fizemos isto, nunca o professor falou para a gente que nós podíamos trabalhar em grupo, que a gente podia mover as carteiras...”*

### **Desvalorização dos Conhecimentos das Ciências Sociais e Humanas**

A fala do Professor também indica, em concordância com SORDI (2000), um aspecto da cultura positivista, quer dizer, a atribuição de valores diferentes aos diferentes campos de conhecimento. Aparentemente, as especializações da engenharia que têm

uma interface maior com as ciências humanas, como a engenharia de produção (ESCRIVÃO FILHO *et al.*, 1997), eram desvalorizadas na IES frente àquelas cujos currículos continham mais conteúdos das ciências exatas, consideradas ‘duras’:

*“Engenharia de produção é perfumaria!”, eles falavam... porque os alunos da mecânica, sim, é que eram... Eles [professores] falavam [isso] em sala de aula. O pior é que essa pessoa hoje é chefe de departamento. É, talvez, por isso que acabou o comentário. Enquanto ele não era chefe, falava abertamente: “Vocês fazem perfumaria!”.*

Esse aspecto cultural era tão arraigado na IES que podia ser observado dentro da própria engenharia de produção. Suas disciplinas com conteúdos das ciências exatas e aplicadas eram mais valorizadas que as das ciências humanas e sociais.

Como acontece com a maioria dos aspectos culturais, os alunos também compartilhavam desse valor, influenciados (ou doutrinados, como sugere o trecho anterior da fala do Professor) pelas concepções de alguns docentes. Para o Professor, uma aula para muitos docentes e alunos da IES:

*É aquela exposição na lousa e cálculo. [...] O pessoal de engenharia, quando eles dão uma equação enorme e o pessoal leva três horas para resolver em uma prova... isso é [considerado] conhecimento! Isso é ‘duro’! Quando você vai a uma sala de aula e você faz um círculo e fica discutindo, eles acham que isto é banalidade...*

O menosprezo pelos conteúdos das ciências humanas e sociais na formação do engenheiro está em desacordo com o que sugerem muitos autores. SALUM (1999, p. 114), por exemplo, denuncia que “os currículos de engenharia vêm sendo duramente criticados pelos setores empregadores quanto à falta de conteúdos de ciências humanas, sociais e gerenciais, no que estão absolutamente corretos”. A autora ilustra esta desvalorização comparando os currículos de engenharia de minas no Brasil, Austrália e EUA: há, em média, 2 créditos/hora no Brasil contra 26 créditos/hora nos outros países.

Outros autores ainda acreditam que esses conhecimentos poderiam mitigar o ‘choque da realidade’, quer dizer, facilitariam a transição entre a vida estudantil e o mundo do trabalho. FERREIRA (1999, p. 138), por exemplo, sustenta que os formandos em engenharia recebem “uma bagagem maciça de conteúdo técnico e, ao se defrontarem com a realidade social que os espera, sentem-se impotentes e fora do contexto real. Os conteúdos humanísticos e sociais em maior quantidade e qualidade são uma tendência indubitável”.

Um fato observado em uma das aulas do Professor exemplifica esta desvalorização dos conhecimentos das ciências humanas e sociais na IES. Na aula em que os alunos assistiram a um filme sobre a Revolução Industrial, um outro docente (engenharia civil), passando perto da sala, brincou com o Professor: *Esses cursos só têm filminho...* Mais tarde, comentando sobre este evento, o Professor disse: *É por isso que eu tenho receio de implementar uma metodologia diferente... por conta da percepção de outros professores. Aquele ainda falou na brincadeira, mas tem outros que realmente acham isto.*

Este episódio também explicita a inter-relação e justaposição de aspectos institucionais, culturais e individuais. Nele, um aspecto institucional, a autonomia do docente, é limitado pela cultura vigente. Porém, este cerceamento depende do docente, da importância que ele lhe confere, já que somente em casos extremos o que acontece em sala de aula levava a algum tipo de admoestação ou sanção da parte da IES.

Devido a sua cultura, é possível ainda supor que uma intervenção por parte da IES decorreria mais de problemas relativos ao conteúdo trabalhado nas aulas (como no caso do professor que pesquisava Dante) que da desaprovação ao método de ensino empregado pelo docente. De fato, a IES aparentava delegar bastante autonomia com relação à abordagem instrucional dos professores. Em um encontro com o pesquisador o Professor comentou que *a [IES] dava espaço para este tipo de experiência [PBL], diferentemente de outras instituições que conhecia, nas quais poderia ser mal interpretado se deixasse os alunos livres para fazerem pesquisa. Pareceria que estou matando aula.*

### **Valorização e Acumulação de Conhecimentos Específicos**

Estão implícitas nessa cultura positivista, de acordo com SORDI (2000) e CUNHA (2002), a valorização e a acumulação de conhecimentos específicos, manifestadas no ensino por meio da preocupação excessiva dos professores em cumprir um programa, mesmo que este esforço não se traduza em aprendizagem e que estes conhecimentos não respondam às necessidades de formação dos alunos. O Professor conjecturou sobre esta preocupação docente:

*Talvez seja até preocupação deles [professores das ciências básicas] de passar o máximo, eles consideram que as demonstrações são imprescindíveis para as pessoas saberem e isso fica um curso muito*

*pesado, distante do aluno [...]. Eu mesmo percebi algumas coisas, que a gente fica angustiada como professor, quer dizer... a formação tradicional que vem é aquela preocupação de passar a fundo, de passar o tudo, quer dizer, tanto a profundidade quanto a amplitude.*

Este aspecto cultural parece advir da racionalidade técnica (SCHÖN, 1983, 1991) ou, como coloca BRUNER (1987), de um entendimento equivocado de que para se tornar um *expert* em uma dada área de conhecimento seria somente necessário aprender conhecimentos específicos. Para BRUNER (1987, p. 18), de modo a atingir o domínio em uma área de conhecimento também é preciso desenvolver uma atitude positiva com relação à aprendizagem e à investigação, “em relação ao modo de imaginar a solução, de ter intuições e palpites quanto à possibilidade de alguém resolver, por si só, os problemas. [...] Introduzir essas atitudes através do ensino exige muito mais que a mera apresentação das idéias fundamentais”.

### **Valorização da Eficiência em Detrimento da Eficácia**

Um aspecto também associado à cultura positivista é a valorização da eficiência (fazer certo uma coisa) em detrimento da eficácia (fazer a coisa certa), ambas igualmente importantes em situações reais de atuação em engenharia, nas quais geralmente se trabalha com escassez de tempo e recursos humanos e materiais insuficientes. Este aspecto parecia ser engendrado na IES tanto pela forma como os problemas eram apresentados (de fim fechado) como pelas exigências dos docentes. Comentando sobre a dificuldade de muitos alunos terminarem as tarefas propostas em sala de aula, o Professor ponderou: *Os alunos têm dificuldade em fazer o melhor possível dentro do tempo estabelecido, eles querem fazer mais do que é pedido.*

A valorização da eficiência em detrimento da eficácia também pode ser atribuída ao modelo da racionalidade técnica adotado pela IES. O entendimento de que a prática de engenharia consiste da aplicação da técnica na solução de problemas da prática levaria os alunos a negligenciarem as variáveis não técnicas do contexto (e.g., escassez de recursos, tempo, materiais etc.). Isto concorreria, segundo SCHÖN (1983, p. 188), para a formação de engenheiros predispostos a “uma atuação profissional rigidamente definida, tratando o resto da situação como um mal necessário”, quando seria desejável que aceitassem as interferências do contexto maior como uma parte legítima de suas preocupações profissionais, abrindo-se desta forma para a complexidade, instabilidade e incerteza da prática no mundo real.

## Supervalorização dos Conteúdos Ensinados

Um outro dado da cultura da IES era a supervalorização, por parte dos docentes, dos conhecimentos que ensinavam. Este aspecto aparenta ter múltiplas explicações; pode ser devido a aspectos institucionais (e.g., o isolamento das disciplinas) ou mesmo individuais, por serem parte do campo de conhecimentos das pesquisas dos docentes. Pode também ser derivado de outros aspectos culturais, tais como corporativismo e defesa territorial. De qualquer forma, esta valorização se revelava mediante uma cultura individualista e competitiva, descreve o Professor:

*Tem professor que não quer saber... Porque às vezes até há esta disputa entre as disciplinas, porque eu acho que o currículo e a comissão coordenadora devem fazer este papel entre 'governo' e 'mercado', não é? Porque se deixa, tem professor que acha que a sua disciplina é a mais importante do semestre e os alunos abandonam as outras, quer dizer, mal assistem às aulas ou faltam da sua aula porque têm exercícios para fazer do outro professor... Acho que a gente tem que ter um equilíbrio... se todas [as disciplinas] estão no semestre. Então eu acho que acontece isso e a gente entende isso, [quando] o pessoal não veio ou então veio metade da classe, quando o aluno fala: "É professor, amanhã tem prova". Acho que tem algo errado, se ele [o aluno] precisa faltar do seu encontro para se preparar para o encontro do outro professor...*

## A Dificuldade na Aprendizagem como Valor

Decorre ainda dessa cultura a valorização das disciplinas de acordo com sua dificuldade, ou seja, como coloca DEMO (1999), muitos professores pareciam medir a qualidade de sua disciplina pela dificuldade encontrada pelos alunos na aprendizagem de seus conteúdos. O Professor reclamou: *Como o pessoal [professores das ciências básicas] faz [a disciplina] ser massacrante!*; e explicou a razão de alguns professores assim agirem:

*Porque eles têm uma visão... eles acham o curso deles excelente porque é muito 'duro'... [...] O pessoal da [engenharia] mecânica fala a mesma coisa: "Vocês da [engenharia de] produção são soft. O nosso curso é bom porque é hard, massacra o aluno..." Eles usam esse termo mesmo: massacrar!*

Para o Professor este aspecto da cultura também era compartilhado pelos alunos:

*Eu não entendo... o curso vai ser bom só se for exigente? Eu acho meio populismo você não querer enfrentar essa situação... Os meus cursos são relativamente relaxados... Não que não tenham nota, têm tudo certinho: as notas... Mas, os alunos sabem disso, eu não sou de ferrar ninguém. Ferrar o nego para o curso ser bom?! Não! Acho que o bom está ali naquilo que a gente discute [em sala de aula]. Agora, eu vou ferrar porque os alunos estão querendo que ferre? Acho que não, acho que a postura como educador é discutir com eles: “Por que vocês querem que [os professores] ferrem?” Eu não acho que eu tenho que seguir o que os alunos querem. Eu acho que eu tenho que discutir com eles! [...] O papel do educador é discutir com eles: “Por que vocês avaliam que isso é qualidade de curso?”.*

### **Orientação para a Nota e a Prova**

Como em outras instituições, dava-se ênfase excessiva na IES à avaliação, principalmente por meio de testes que mediam a capacidade do aluno de memorizar conceitos e fórmulas e aplicá-los na resolução de problemas teóricos. Este aspecto institucional derivado da cultura positivista, que SIRVANI (1996) e SHERR & LOZIER (1997) também atribuem ao modelo de produção em massa, acabava engendrando uma cultura voltada para a obtenção de notas com o intuito de ser aprovado na disciplina, para a prova e para os resultados em detrimento do processo e da própria aprendizagem.

A orientação para a nota levava a um comportamento estudantil semelhante ao de trabalhadores em um sistema de cotas criticado por DEMING (1986). Em uma das aulas observadas uma aluna perguntou: *Professor, como vai ser a prova final? Para eu saber como estudar.* Este excerto também confirma os resultados de estudos, citados por RAMOS (1999, p. 223), que mostram que “os estudantes em geral escolhem como e o que aprender com base na forma como serão avaliados, ou melhor, na forma como eles conseguem imaginar que serão avaliados”.

O custo para a aprendizagem devido a essa orientação parece ser alto. BRUNER (1987, p. 60-61) acredita que a ênfase excessiva na nota poderia inibir o pensamento intuitivo eficiente dos alunos, já que esta forma de pensamento demanda “a disposição para enganos honestos na tentativa de resolver problemas”. Para o autor, o desenvolvimento do pensamento intuitivo (analogamente à criatividade e à curiosidade) é dificultado quando o aluno se preocupa demais com as conseqüências de seus erros (ou acertos) em sala de aula, quer dizer, com suas notas. Quando assim agem, os alunos tendem a “aderir firmemente aos processos analíticos, mesmo

quando não são os mais adequados”, ou seja, na melhor das hipóteses buscam a eficiência em detrimento da eficácia na solução de problemas e no estudo em geral.

Além disso, MENGES & AUSTIN (2001) sustentam que a cola seja mais comum entre os alunos que têm baixa orientação para a aprendizagem e alta orientação para as notas. Os autores também sugerem que os alunos que dão ênfase excessiva às notas concentram-se mais em formas de impressionar o professor que no conteúdo da disciplina, um comportamento comum na sala de aula convencional. Por outro lado, este estudo indica que os alunos altamente direcionados para a aprendizagem e com baixa orientação para notas mostram hábitos de estudo mais eficientes.

Apesar de ter uma visão diferente sobre avaliação, como mostram trechos anteriores de sua fala, o Professor lançou mão algumas vezes desse aspecto da cultura para conseguir a atenção dos alunos nas aulas observadas na Fase 1 da pesquisa. Em uma ocasião, ao alertar sobre a necessidade de se atentar para o que as questões das tarefas de casa pediam de modo a respondê-las corretamente, disse aos alunos: *Será útil no futuro, na sua vida profissional, nas provas, no Provão!*

Embora possa ocasionalmente motivar os alunos, dar início a uma atividade ou levar à sua repetição, como crê BRUNER (1973, p. 125), esse tipo de reforço “não parece digno de confiança para sustentar o longo caminho da aprendizagem”. Além disso, este episódio também indica uma das características principais do ensino tradicional, segundo SNYDERS (1974), a saber: o entendimento de que os conhecimentos ensinados, mesmo não aparentando fazer sentido no presente, serão úteis no futuro, quando o esforço empreendido para aprendê-los será então recompensado.

No entanto, é necessário reconhecer a legitimidade dessa preocupação do Professor, na medida em que o Provão pode determinar muito do que ocorre na sala de aula universitária, apesar da autonomia dada aos seus docentes. CUNHA (2001, p. 81) acredita que a existência de mecanismos de controle como o Provão também desencorajaria a adoção de modelos alternativos de ensino e pergunta: “Que universidade se anima a fazer a ruptura com o modelo imposto?”. Ou seja, a adoção de abordagens alternativas estaria atrelada ao tipo de avaliação que se faz do ensino superior.

## Não Ingerência no Trabalho de Colegas

O isolamento, decorrente da ausência de espaços institucionais nos quais os docentes poderiam trocar informações e experiências sobre suas práticas, parece concorrer para outra característica cultural da IES: a não ingerência no trabalho de colegas. Com relação a este ponto os professores da IES não parecem diferir dos professores em outros contextos educacionais. LORTIE (1975, p. 192) sustenta que o “individualismo caracteriza sua socialização; os professores não compartilham uma forte cultura técnica. As maiores recompensas psíquicas dos professores são obtidas em isolamento” e a intromissão de um no fazer de outro poderia comprometer este ganho.

Segundo o Professor, mesmo quando havia a possibilidade de troca de experiências em reuniões gerais na IES, isto não acontecia porque *não tem clima! Os professores se sentem desconfortáveis em falar sobre dificuldades de ensino*. Esse desconforto poderia ser entendido a partir da formação do engenheiro, como coloca FERRAZ (1983, p. 121):

“O engenheiro que exerce o magistério, como todos os demais especialistas, sofre de certas deficiências naturais, próprias da profissão. Falta-lhe por exemplo a humildade em aceitar o diálogo, não somente com os alunos, mas com colegas de profissão [...]; não admite refutações; habitua-se a falar sozinho, cômico de sua autoridade [...]; impõe inconscientemente e categoricamente a lei do *magister dixit*”.

Ainda poderia ser atribuído, segundo o Professor, ao fato de a IES só valorizar a pesquisa, não alocar tempo para a troca de informações e experiências entre os docentes e porque

*existe uma tradição de não interferência no trabalho dos colegas. Se você interfere, você está entrando na autonomia do professor. Há muito receio de se abrir por medo de puxarem o seu tapete. Não existe um clima positivo. Tudo é tratado na superficialidade. Eu acho que parte deste comportamento é decorrente da ‘cátedra’. É muito difícil expor as dificuldades no grupo [de docentes do mesmo departamento]. Não existe tradição de fazer isto. Já aconteceu de um professor que estava tendo problemas sérios em sala de aula e numa reunião, quando lhe foi dada a oportunidade de expressá-la, disse que estava tudo bem.*

Este comportamento devido à ‘cultura da cátedra’ – resquício de uma estrutura organizacional adotada por muitas universidades brasileiras no passado – estaria também de acordo com TARDIF (2002), para quem a prática docente é fortemente

determinada pelas atitudes e comportamentos estabelecidos pela tradição ocupacional.

Já o receio de se abrir por medo de puxarem o seu tapete remete a Miles, citado por HUBERMAN (1973). O autor acredita que “uma comunicação suficiente entre os professores (pois o isolamento dos professores resulta provavelmente de sua desconfiança)” caracteriza uma instituição educacional sadia e propensa à inovação. A julgar por esta fala do Professor, a não ingerência e/ou o isolamento podiam ser atribuídos, ao menos em parte, à existência de desconfiança entre os docentes da IES.

Assim, além de embargar o desenvolvimento dos docentes, a não ingerência parecia também dificultar as mudanças educacionais. De fato, esse aspecto da cultura da IES aparece entre os indicadores de uma escola conservadora de acordo com THURLER (2001, p. 11): “individualismo, estrutura ‘caixa de ovos’, poucas discussões sobre assuntos profissionais, [...] os professores imaginam sua profissão como um conjunto de rotinas a serem assumidas, cada um por si, sem pensar muito”.

### **ASPECTOS INDIVIDUAIS**

O último excerto da fala do Professor, assim como a maioria dos apresentados até o momento, também sugere seu grau de conscientização com relação à profissão docente. Mesmo sendo membro da IES, muitos dos aspectos institucionais e culturais desta não contavam com sua aquiescência.

### **Objetivos Educacionais Centrados na Formação do Profissional e Cidadão**

Essa divergência era atestada com relação ao enfoque no mercado conferido pela IES à formação dos alunos, um aspecto comum em instituições com características semelhantes (SORDI, 2000). O Professor reconhecia a existência desta concepção entre os docentes, mas discordava: *O pessoal fala muito no mercado. Eu bato que a universidade não é cursinho técnico. Tem que preparar o homem! [...] Eu acho que os alunos deveriam ser preparados para a vida em sociedade.* Desta forma, o Professor parecia atribuir a si a função de educador, desvalorizada no mundo de hoje de acordo com TARDIF (2002), a quem cabe a instrução e formação integral da personalidade dos alunos.

Essa fala do Professor coincide com o que muitos autores pensam sobre o ensino em engenharia. Por exemplo, SOUZA (1999, p. 118) coloca: “Penso que o profissional [de engenharia] não deve ser preparado para o mercado de trabalho mas, sim, para atender as demandas sociais. O mercado de trabalho é uma expressão das variações cíclicas na conjuntura econômica”. Concordando, BOTOMÉ (1994) sustenta que a formação universitária não deveria apenas preparar os alunos para uma determinada função ou emprego (mercado), mas também para a atuação profissional. Para o autor, isto implica que os alunos devam aprender tanto como fazer (*know how*) quanto o que fazer (*know what*).

### **Predisposição para Inovações**

Já que a educação convencional em engenharia enfoca principalmente o *know how* (modelo da racionalidade técnica), pode-se supor que os docentes que têm uma visão diversa dos objetivos do ensino superior estejam mais predispostos a inovar na sala de aula para acomodar esta diferença. (Inovação é aqui entendida conforme HUBERMAN (1973), isto é, a adoção, ao invés da invenção, de novos métodos pelos professores).

Com efeito, a predisposição do Professor a inovações parecia destoar da predileção por modelos convencionais de ensino na IES. O fato de ter se oferecido a participar deste trabalho já elucidaria este aspecto, mas não seria o único. Em outras ocasiões o Professor aceitou participar de experiências de cunho pedagógico, ainda que pontuais. Recentemente, tinha utilizado o modelo de Kolb para investigar os estilos de aprendizagem de seus alunos junto com um orientado, o que pode ter aberto o caminho para o presente trabalho:

*Sabe que isto [PBL] me faz pensar também no Kolb... Nós fizemos um trabalhinho aqui... o [orientado] tinha visto em algum lugar. Aí ele começou a trazer esta idéia e começou a me provocar isto... da questão dos problemas mesmo. Ao invés de estabelecer os princípios, criar uma situação-problema... Agora estou sentindo um pouco o efeito daquelas conversas também. Parece que não ficou nada, mas agora estou sentindo que pensar o problema também vieram daquelas conversas todas que nós [Professor e orientado] tivemos...*

## Momento da Vida e da Carreira

Essa predisposição do Professor para inovar e buscar abordagens alternativas à sala de aula convencional pode ter várias causas, entre elas, seu momento de vida e de carreira. Na ocasião da pesquisa o Professor contava 45 anos de idade, a qual SIKES (1985), embora pautada em estudos realizados em outros níveis de ensino, considera estar dentro de uma faixa etária crucial para os professores. Segundo a autora, nesta idade os docentes questionam-se sobre o que fizeram de suas vidas e carreiras e procuram formas de se expressar e de se satisfazer no futuro.

Além disso, sem desejar enquadrar o Professor em uma categoria ou tipo-ideal, já que há um sem-número de fatores pessoais e profissionais que o tornam único, a predisposição à mudança do Professor à época da pesquisa pode ser também compreendida a partir da fase da carreira em que se encontrava, segundo HUBERMAN (1995). Apesar de também se basear em investigações junto a professores do ensino fundamental e médio, o autor considera a fase da carreira do Professor (7-25 anos) como uma fase de questionamento ou de experimentação e diversificação.

Em comparação com contextos escolares nos demais níveis de ensino, é possível assumir que o prestígio, as condições materiais e as oportunidades de crescimento oferecidas pela IES eram capazes de mitigar ou afastar os conflitos que fazem parte do questionamento do meio da carreira indicado por HUBERMAN (1995). De fato, não foram encontrados indicadores deste processo em sua fala. Mesmo o fato de estar fazendo à época da coleta de dados um curso de especialização (em administração hoteleira) aponta para um processo mais de experimentação ou diversificação que insatisfação e mudança de carreira.

Assim, a experimentação e a diversificação aparentam ser as características mais marcantes do momento profissional do Professor. HUBERMAN (1995) atribui estes aspectos a um receio emergente de cair na rotina, o que pode ser verificado na fala do Professor: *Eu dou esta disciplina há vinte anos; está na hora de mudar um pouco*. Este excerto ainda concordaria com Trow, citado por HUBERMAN (1973, p. 18), para quem as mudanças no ensino superior resultam menos “do sentimento de insuficiência da ordem existente que do tédio suscitado pelo que até então se fez”.

A fala do Professor também parece corroborar o que encontrou CHAMLIAN (2003) em seu estudo sobre professores inovadores na USP. A autora sustenta que professores nos estágios mais avançados de suas carreiras estariam

mais livres (com relação à produção de conhecimento ou da pressão da carreira) para contemplarem questões de ensino. Ou ainda, a autora sugere que com maior tempo de experiência no ensino os professores se sentiriam mais seguros para inovar em sala de aula, o que coincidiria com a fala do Professor: *Só de uns anos para cá eu me sinto mais tranqüilo para tentar coisas diferentes [em sala de aula].*

### **Senso Crítico e Sensibilidade a Questões Sociais e Humanas**

CUNHA (1996b) coloca outros fatores que parecem predispor os professores universitários à diversificação e experimentação paralelamente à insatisfação com a prática realizada ou receio de cair na rotina. Em seus estudos, a autora encontrou que muitos desses professores tinham forte consciência crítica e sensibilidade às questões humanas, advindas de um passado de participação em movimentos político-sociais, o que pode ser percebido na fala do professor:

*Eu fui uma pessoa, quando jovem, de querer mudar as coisas e isso veio da Igreja, muito conservadora, durante o período militar, com um bispo super conservador, uma sociedade fechada [...] Eu sempre questionando tudo que acontecia. Na minha adolescência e começo da vida adulta, a participação, ingresso no [partido político]... Hoje eu sou mais incrementalista [...]. É preferível você dar um passo para a mudança do que 'ou se faz a revolução ou não se faz nada'.*

Este trecho também alude à maneira que Schön *apud* HUBERMAN (1973, p. 72) define o profissional inovador. Segundo o autor, o profissional inovador é um indivíduo “dotado de vontade forte, atraído pelo risco, firmemente contrário à ordem estabelecida, que revela grande energia e é capaz de incitar e de sustentar desaprovação”.

### **Formação Religiosa**

O trecho prévio ainda traz à baila uma das características observadas no Professor: sua formação religiosa. Além de ter lhe conferido sensibilidade a causas sociais e integridade profissional, este aspecto, segundo HUBERMAN (1973, p. 70), também parece tê-lo predisposto à inovação. O autor cita estudos com inventários gerais da personalidade em que pessoas inovadoras “ocuparam posições elevadas nas escalas de autonomia (AU) e de orientação religiosa (RO)”.

Paradoxalmente, este aspecto do Professor pode, em alguns momentos, ser contrário à adoção de abordagens de ensino menos lineares, menos seqüenciais, menos centradas no cumprimento de um programa, como ele próprio reconheceu:

*Esse conceito de culpa, que eu, por exemplo, que fui criado na Igreja Católica, para mim é muito forte. É forte na vida e não seria diferente na minha vida profissional e na sala de aula porque você fica com complexo de culpa: “Eu não passei toda a profundidade!” ou então “Não abrangei o programa como um todo... não fui um bom professor, fui relapso”.*

Por outro lado, é provável que este sentimento de culpa também esteja relacionado com o conceito do bom professor internalizado pelo Professor. A avaliação que o Professor faz de sua prática estaria associada ao que a IES entende como uma boa prática docente. O Professor parece pensar: “Sou um bom professor porque atendo adequadamente às expectativas sociais em relação aos comportamentos e às atitudes institucionalizadas que dão origem ao meu papel” (TARDIF, 2002, p. 78).

### **Concepção de Ensino Centrada na Fundamentação Teórica**

Essa preocupação do Professor com o cumprimento do programa poderia também ser atribuída à adesão a uma concepção de ensino dominante na IES. Mesmo que a maioria dos aspectos individuais o predispuesse à inovação, a prática do Professor em alguns momentos da Fase 1 da pesquisa parecia indicar uma concepção convencional de ensino e aprendizagem, comum no ensino de engenharia da IES. Isto poderia ser explicado pela forte tendência de os professores aderirem a alguns ou a todos os valores culturais da equipe de trabalho/instituição, conforme TARDIF (2002). Isto explicaria, segundo o autor, o fato de ocasionalmente agirem de forma contrária aos seus próprios valores, principalmente por desconhecerem os resultados que suas ações acarretam.

De qualquer forma, a prática do Professor parecia às vezes revelar uma concepção que se aproximava do extremo do *continuum* de KEMBER (1997) que entende o ensino como um processo centrado no conteúdo e/ou docente. Como indica a literatura, esta concepção implica um modelo de ensino em que a teoria sempre precede à prática, cuja integração é considerada, basicamente, responsabilidade dos alunos, que deverão fazê-la em um momento posterior, nos últimos anos escolares ou em suas futuras carreiras (MIZUKAMI, 1986).

Um evento no primeiro dia do segundo semestre de 2001 elucida este aspecto individual. O Professor perguntou aos alunos o que esperavam da disciplina e eles relataram que gostariam de aprender técnicas de administração, que houvesse integração entre a teoria e a prática. Estas repostas foram então seguidas por uma longa preleção do Professor na qual justificou a necessidade da teoria para a construção de um modelo prático e colocou que o objetivo da disciplina era *oferecer uma fundamentação para vocês poderem tomar decisões não programadas [em suas futuras carreiras]*.

### **Domínio do Conteúdo**

A preocupação com o *passar o tudo* pode também ser derivada do vasto conhecimento que o Professor tinha sobre a área em foco (TGA), reconhecido por colegas e alunos. Sua aula demonstrava o domínio daquilo que ensinava, requisito *sine qua non* para que o docente possa transitar com tranquilidade pelos conteúdos, ter uma visão ampla e profunda dos mesmos e trabalhá-los de modo a satisfazer as necessidades e características dos alunos. É o que se infere neste trecho em que comentava sobre o uso de livros-texto:

*Porque os livros continuam ainda saindo... Inclusive a [Editora] me mandou um livro: "Ah professor estou mandando um livro sobre Teoria Administrativa que acabou de sair do forno..." [...], continua (o livro saiu... maio de 2001) a mesma coisa. Ele desfia do começo ao fim cada uma das teorias e qual é o problema? O problema é a compreensão. Porque o aluno lê tudo aquilo e pergunta: "E eu faço o que com tudo isso?" Estruturado nos quatro momentos, eu faço aquele quadrinho, você mostra [que] na verdade o que está havendo é uma evolução do pensamento administrativo. [...] Então, com isso eu procuro mostrar que a TGA tem uma aplicação relevante. Eu acho que essa é uma abordagem que muitas pessoas têm utilizado... o professor [...], por exemplo, até brinca comigo: "A sua transparência já viajou para todo lugar..." [...] usou para estruturar dois capítulos da tese de doutorado dele... [...] Muitos alunos meus na pós comentam: "Puxa, eu fiz TGA na graduação e nunca tive esta visão". Porque ela passa uma visão do todo, porque neste modo tradicional de apresentar, desfiando as teorias, o aluno não tem uma visão do todo. Ele pode até saber bem as teorias, mas ele não consegue juntar...*

## Valorização do Ensino

A seriedade com que encarava o ensino também era um aspecto individual importante do Professor. A valorização do ensino permeava toda a prática e a fala do Professor, como se viu no excerto anterior e é reafirmado neste trecho:

*Eu falo para os alunos: “A TGA enquanto corpo de conhecimento... não é isso que ela está querendo dizer para a gente. Nós não precisamos decorar 18, 36 teorias [...], nós precisamos entender que o propósito deste corpo de conhecimento é querer revelar como funciona a dinâmica de uma organização [...]”. Quando, por exemplo, o [autor] publica um livro sobre estratégia, ele é um pesquisador, ele está contribuindo com o corpo de conhecimento de TGA. Mas o professor de TGA não pode pegar o livro do [autor] e adotar ele como livro-texto [...]. O professor tem que ter a compreensão e falar: “Esse corpo de conhecimento [...] o que ele quer dizer para nós”. [...] Então minha primeira preocupação sempre foi me indagar o que este corpo de conhecimento quer dizer para nós e tentar trazer isto para a disciplina. E eu faço uma crítica a alguns professores [que] repetem o que alguns livros têm de forma acrítica.*

Esse excerto remete ao fato, relatado pelo Professor, de alguns professores universitários utilizarem apenas um livro-texto como organizador do conteúdo. HUBERMAN (1973, p. 41) crê que isto possa ser atribuído a uma base de conhecimento da docência deficiente, que tornaria o docente “presa de manuais e de meios de ensino ou de seus vendedores”.

Pode-se imaginar que a adoção de livros-texto (ou textos predeterminados) seja relativamente comum em universidades como a IES, já que HUBERMAN (1973) também a considera como uma estratégia de sobrevivência frente à sobrecarga de trabalho docente. O uso deste material facilitaria a transmissão do conteúdo, deixando mais tempo para outras atividades acadêmicas (e.g., pesquisa).

## Humanismo e Idealismo

Os últimos excertos da fala do Professor também ilustram duas de suas características mais marcantes: humanismo e idealismo. Na fala seguinte ele comenta sobre a importância do ensino na formação do aluno, do cidadão, do ser humano:

*Ter prazer e felicidade [na sala de aula] é importantíssimo para a própria harmonia deles, porque hoje os valores são muito fortes de mercado, da disputa, do egoísmo, do individualismo... Então o professor*

*deve... embora eu tenha consciência de que a mudança minha ali vai ser muito pequena.*

Porém, como defendem BALL & GOODSON (1992), o idealismo do Professor podia ocasionalmente se mostrar frágil quando confrontado com as pressões e a inércia da cultura institucional:

*Tem aquela coisa da idade... Chega uma hora... Já fui coordenador da [comissão da IES], já fui membro da [mesma comissão], [...] você, de forma idealista, vai batendo, mas tem uma hora que cansa porque isto envolve você despender muita energia e esforço em um trabalho que é coletivo, portanto, todos deviam se engajar. Você sozinho não muda! Não adianta mudar sua disciplina se os outros não mudam!*

Como mostra esse excerto o idealismo do Professor compelia-o a atuar ativamente na gestão universitária mediante a participação em várias comissões de coordenação e cargos administrativos da IES. Esta participação, por sua vez, seria indicativa de predisposição à inovação no ensino, já que, de acordo com CHAMLIAN (2003, p. 54),

*“estes postos naturalmente tendem a encaminhar as reflexões de seus ocupantes para questões mais gerais da vida da universidade, e no caso das comissões de ensino, diretamente para a natureza das atividades desenvolvidas pelos cursos sob sua direção”.*

## **Simpatia e Empatia**

É desnecessário dizer que um docente com as características acima era bem quisto por colegas e alunos, o que foi atestado durante os encontros para planejamento da implantação da PBL (Fase 1). Os encontros eram várias vezes interrompidos por visitas ou telefonemas sociais de alunos e ex-alunos, que, por sua vez, explicitavam como o Professor exercia autoridade e conseguia a adesão dos alunos: por intermédio de respeito e carisma. Nas aulas e na fala do Professor também foi possível encontrar exemplos deste traço de sua ‘personalidade profissional’ (TARDIF, 2002):

*Eu acho que estou mais para o lado tradicional do que para uma metodologia inovadora, embora os alunos sempre, não todos mas... [...] O que mais me chama atenção no final da [disciplina] é assim: eles consideram que houve um grande respeito por eles, e respeito acho que de... que se manifesta, talvez eles não saibam expressar bem e eu também no começo não tinha entendido bem mas que agora está um pouco mais claro... respeito de várias formas: respeito pela pessoa que*

*muitas vezes o professor não tem, de você tratar a pessoa com educação [...]; respeito de ouvi-los, tem muitos professores que não têm diálogo, mais aqui na engenharia, talvez em outras áreas seja diferente; respeito pela aula bem preparada [...]; respeito por ter um plano de aula, na parte de conhecimento, você tem um propósito quando você consegue transmitir isso para o aluno, ele viu que você fez um grande esforço, um grande esforço que você está se dedicando a ele, não é? Eu acho que é esse respeito que ele manifesta, quer dizer, você se dedicou um tempo a ele, você não fez aquilo burocraticamente, naquele horário lá e pronto. Você pensou, você se esforçou...*

Um outro trecho da fala do Professor ilustra a abertura e proximidade que procurava cultivar com ex-alunos e, também, indica um fator motivador da mudança que buscava com a implementação da PBL:

*Teve um aluno nesta sala minha aqui, ai onde você está, o aluno sentado, e eu aqui... Sempre vem um aluno conversar com você, as salas da graduação são maiores, a gente nunca consegue se lembrar de todos, mas tem sempre um aluno que se destaca, vem conversar com você. Teve um aluno da [engenharia] civil... Essas turmas da civil têm 60, 70 alunos, você dá aula um semestre, você não tem essa intimidade... Teve um aluno em particular, acho que uns dois anos atrás que ele se interessava, ele vinha conversar... Esse aluno veio... ele fez o curso comigo no primeiro semestre... aí ele veio lá para 15 de dezembro: “Professor, estou chateado, queria conversar com o senhor porque não estou entendendo o que está acontecendo, queria que o senhor me ajudasse. Eu participei de um processo seletivo e fui para a entrevista e na primeira entrevista, numa dinâmica de grupo, no primeiro passo do processo, eles já me cortaram no primeiro passo...” Eu falei: “Olha, o que aconteceu foi o seguinte, penso eu. Eles te chamaram porque eles não têm dúvida sobre a sua formação técnica. O curso da civil aqui está entre os três melhores do Brasil. [...] Eles não têm dúvida. Você é capaz de trabalhar na engenharia civil! Agora a dinâmica em grupo foi para ver se você tem capacidade de comunicação, se você tem capacidade de trabalhar em grupo, se você tem alguma noção de liderança, se você consegue... Qual que era a função?” [O aluno:] “Ah, eu ia ser responsável por uma construção de uma estrada lá no Tocantins.” [Professor:] “Você é recém formado, mas já teria que tocar os operários, o mestre de obras, os operadores de máquinas. De imediato você teria que ser responsável pelo trabalho de outras pessoas, então o trabalho técnico não tem dúvida.” [Aluno:] “Então nosso curso não fala nada, não prepara nada?!”*

### **A AULA DO PROFESSOR ANTERIOR À IMPLEMENTAÇÃO**

Em essência, apesar de sua postura crítica com relação à cultura positivista da IES, a prática do Professor na Fase 1 da pesquisa parecia aproximar-se da concepção de

ensino como transmissão de conhecimento estruturado (KEMBER, 1997), na qual o docente, detentor de um conhecimento definido pelo currículo, apresenta conceitos cuidadosamente estruturados aos alunos, que na maior parte do tempo se comportam como recipientes passivos.

Ainda que não se deseje reduzir a prática do Professor anterior à implantação da PBL a um modelo único, constante e uniforme, a observação de treze aulas durante esta fase possibilitou a identificação de alguns procedimentos e aspectos comuns a elas. Em geral as aulas do Professor seguiam o esquema mostrado na Tabela 5, a qual contém os segmentos da aula, o tempo que o Professor lhes alocava (proporcional à duração do encontro) e a característica predominante de participação (Professor ou alunos).

No entendimento do Professor, o método que empregava para ensinar encontrava-se *no meio termo entre a aula expositiva e a PBL*. Ele utilizava textos retirados de livros (previamente entregues aos alunos para leitura em casa) para motivar a discussão de tópicos da TGA em sala de aula. Estes textos eram escolhidos pelo Professor no período de recesso escolar, quando geralmente planejava sua disciplina para o semestre subsequente.

*Tabela 5: Esquema representativo da aula do Professor anterior à implementação.*

SEGMENTO	TEMPO	CARACTERÍSTICA	ATIVIDADES
1	5-10%	Centrado no Professor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Conversa informal para quebrar o gelo;</li> <li>▫ Devolução de material corrigido;</li> <li>▫ Comentários sobre os trabalhos dos alunos.</li> </ul>
2	15-20%	Centrado no Professor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Recapitulação dos tópicos tratados no encontro anterior;</li> <li>▫ Pequena síntese sobre os conteúdos trabalhados até o momento.</li> </ul>
3	45-60%	Centrado no Professor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Apresentação do tópico da aula por intermédio de preleções iniciadas por perguntas sobre o texto lido em casa e entremeadas de discussões ocasionais;</li> <li>▫ Síntese dos conceitos apresentados em aula (oral e na lousa).</li> </ul>
4	15-20%	Centrado nos alunos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Atividade em grupo (análises de casos, questões etc.).</li> </ul>

O Professor considerava importante replanear a disciplina todo semestre, o que, segundo ele, não era feito por muitos docentes, que seguiam os mesmos planos durante muitos anos. Nesta ocasião ele fazia uma revisão dos textos usados no semestre anterior, trocando alguns deles. Segundo o Professor: *Alguns dos textos eram excelentes, mas muito difíceis para os alunos, então preferi sacrificar um pouco da profundidade em prol de uma melhor compreensão do conteúdo*, o que

denotaria sua predisposição à reflexão sobre a prática, que poderia resultar em aprimoramento desta (SCHÖN, 1983) e em desenvolvimento de sua base de conhecimento para a docência (SHULMAN, 1987).

Uma vez escolhidos os textos, o planejamento das aulas consistia, segundo o Professor, da leitura atenta dos mesmos e reflexão sobre as prováveis dúvidas dos alunos e como elucidá-las, na véspera dos encontros. Este procedimento do Professor parece ser comum na educação convencional em engenharia, na qual o domínio do conhecimento específico é a competência principal e, talvez, única para o exercício da docência. Neste contexto, preparar aulas parece significar preparar-se para as aulas, ou seja, estar preparado para expor o conteúdo e responder a quaisquer dúvidas dos alunos.

O Professor começava suas aulas com comentários iniciais gerais, para 'quebrar o gelo' (Segmento 1). Logo depois devolvia os trabalhos realizados pelos alunos no encontro anterior ou em casa. Estes trabalhos podiam ser respostas a perguntas colocadas pelo Professor na lousa na aula anterior sobre o tópico em questão (respondidas em grupo em sala de aula), resumos sobre a aula anterior fundamentados na literatura feitos individualmente em casa, entre outras tarefas.

O Professor relatou que tentava devolver os trabalhos logo no encontro seguinte às atividades, porque achava *muito importante dar retorno aos alunos*. Esta percepção do Professor indica seu conhecimento dos alunos, um dos componentes da base de conhecimento da docência (SHULMAN, 1987), já que estudos que investigaram estratégias para aumentar a motivação de alunos mostram resultados positivos associados ao *feedback* corretivo (MENGES & AUSTIN, 2001).

Depois de entregar os trabalhos, o Professor fazia comentários sobre eles, quando geralmente os elogiava. Ele relatou que considerava essencial elogiar e estimular os alunos, apesar de também ter tecido comentários ocasionais sobre tarefas mal realizadas. A prática de elogiar os alunos é particularmente comum na sala de aula convencional, segundo BRUNER (1973, p. 49), já que esta depende bastante da motivação extrínseca dos alunos. No entanto, o autor indica que "com o processo de aprendizagem, chega-se a um ponto em que é melhor abster-se de premiações extrínsecas, como elogios do professor, em favor da recompensa intrínseca inerente à solução de um problema complexo".

Nessa direção, NEWMANN & WHELAGE (1998) sustentam que louvar o trabalho dos alunos não se constitui um apoio social efetivo. Para os autores, este apoio só pode ser conseguido quando o docente encoraja os alunos a assumirem

riscos, a buscarem a conclusão de trabalhos acadêmicos desafiadores e a aprenderem conhecimentos e habilidades fundamentais. Por outro lado, o clima de respeito observado na sala de aula do Professor seria considerado apoio social pelos autores. NEWMANN & WHELAGE (1998) acreditam que um ambiente de respeito mútuo contribui para que todos os alunos alcancem os objetivos da disciplina/curso.

No segundo segmento da aula, o Professor fazia uma recapitulação dos conceitos apresentados na semana anterior e relacionava-os com conceitos ensinados desde o começo do curso, mediante perguntas e sentenças com final aberto: *Quando descemos na pirâmide [organizacional] temos problemas do tipo...?*, geralmente respondidas ou completadas por ele mesmo: *Problemas do tipo estruturado!* Depois ia à lousa e esquematizava o conteúdo em foco. Os alunos participavam pouco deste segmento, mesmo quando incitados com perguntas do Professor: *Vocês têm alguma dúvida sobre a aula anterior?*

No Segmento 3 o Professor passava para o tópico da aula, sobre o qual os alunos deveriam ter lido um texto em casa. Ele começava colocando perguntas, freqüentemente respondidas de forma breve por um grupo pequeno de alunos que se sentavam nas primeiras carteiras das fileiras centrais da sala. Isto estava em acordo com a distribuição espacial da fala na aula convencional, segundo DREEBEN (1973, p. 465). Este estudo localiza a fala na frente e no centro das salas em escolas de nível médio e superior: “Quando o professor fala, há grande probabilidade de esta fala estar direcionada a um grande grupo de alunos (não a um pequeno grupo), de o aluno que fala depois dele estar sentado perto da frente e ao longo de uma faixa central e de o professor ser o próximo a falar [...]”.

O Professor tentava envolver os outros alunos: *Só os três [alunos] aqui da frente leram o texto?* Mas a maioria deles permanecia passiva e/ou alheia à discussão, às vezes dedicando-se a outras atividades. As respostas dadas pelos alunos do grupo ‘da frente’ às perguntas do Professor eram seguidas por longas preleções do mesmo. Nestes momentos o Professor colocava-se à frente da sala, discorrendo sobre o tópico da aula, tal como MIZUKAMI (1986) ilustra o modelo convencional de ensino.

Durante essas preleções os alunos ouviam passivamente, poucos tomavam nota; alguns se distraíam e outros se debruçavam sobre as carteiras. Postado à frente da sala, o Professor comportava-se da forma descrita por DREEBEN (1973), isto é, tentava manter a instrução sob seu comando, palestrando e

perguntando a maior parte do tempo. A participação dos alunos reduzia-se a respostas às perguntas colocadas pelo Professor.

O fato de muitos alunos não participarem era fonte de desconforto para o Professor. Ele relatou que esta postura dos alunos era *desmotivante para um professor que, como eu, prepara sua aula cuidadosamente*. Aparentemente, também valia para o Professor o que NUTHALL & SNOOK (1973, p. 53) descobriram junto a professores em ambientes educacionais convencionais: “O ensino está bom quando os alunos estão respondendo com entusiasmo, quando parecem alertas e interessados”.

Para encorajar o debate entre os alunos, em alguns encontros o Professor pediu para que rearranjassem as carteiras de modo a formarem um círculo. Isto causava grande transtorno devido à dificuldade de locomoção das carteiras e não surtia efeito em termos de uma maior participação dos alunos. A discussão pretendida ocorria, como em outras ocasiões, principalmente entre o Professor e um aluno individualmente; raramente envolvendo interações aluno-aluno, como era desejado.

Este fato coincide com o estudo de PIZZINI & SHEPARDSON (1992, p. 243) sobre as dinâmicas estabelecidas na sala de aula em função de seus contextos. Os autores defendem que as discussões envolvendo toda a classe estimulariam as interações professor-aluno, enquanto que em pequenos grupos, as interações aluno-aluno seriam mais freqüentes. Mesmo a postura passiva dos alunos, lamentada pelo Professor, aparenta ser em parte determinada pelo contexto: “O comportamento de responder também aumentou à medida que o contexto de aula caminhou para pequenos grupos, enquanto que a interação professor-aluno afetou negativamente este comportamento”.

Os alunos, acostumados à passividade, assim permaneciam mesmo quando o Professor adotava meios alternativos de instrução. No dia em que os alunos assistiram ao filme sobre a Revolução Industrial, o Professor teve que intervir algumas vezes para que os alunos tomassem notas sobre o filme para posterior discussão em sala de aula. Os debates insignificantes que se seguiram à disposição das carteiras em círculo e à projeção sugerem que a adoção de algumas inovações dentro de um ensino predominantemente convencional não garante por si só a participação dos alunos.

Apesar de considerar sua aula diferente do modelo convencional devido ao uso de textos, o método de ensino do Professor, ao menos neste segmento da aula (o mais longo deles), condizia com a abordagem convencional descrita por NUTHALL &

SNOOK (1973, p. 52). Segundo os autores, nesta abordagem o professor fala bastante, gasta a maior parte do tempo palestrando, demonstrando, perguntando, comentando sobre as respostas dos alunos ou supervisionando tarefas passadas para os alunos. “De quando em quando ele usa o tempo de aula para estruturar o conteúdo e fornecer sínteses de falas anteriores”. O papel principal do aluno neste modelo é responder a perguntas e, ocasionalmente, fazer perguntas. Sobretudo, espera-se que ele esteja sempre atento à lição, mesmo que não tenha que responder a muitas perguntas durante a aula e “quando solicitado a responder a uma pergunta, sua resposta será repetida, elogiada ou comentada pelo professor. A maioria de seu tempo será gasto ouvindo as respostas de outros alunos e os comentários do professor sobre estas respostas”.

Esse esquema (i.e., perguntas do Professor seguidas de respostas curtas de alguns alunos e preleções do Professor) continuava durante todo o terceiro segmento da aula. Depois de certo tempo, as perguntas não eram mais respondidas pelos alunos e sim pelo próprio Professor. Aquilo que ele havia planejado como uma discussão, um debate, um diálogo resumia-se em um monólogo. Os alunos ouviam passivamente, o que era quebrado esporadicamente quando o Professor colocava um exemplo ou um aluno relacionava o tópico em questão a uma situação real. Nestes momentos o nível de interesse parecia aumentar. Este segmento terminava freqüentemente com perguntas do tipo: *Pessoal, ficou claro? Mais alguma coisa que esquecemos de falar?*, invariavelmente seguidas de silêncio.

No quarto segmento o Professor passava tarefas aos alunos relacionadas ao tópico tratado na aula, que poderiam ser caracterizadas como problemas de aplicação de teoria e, mais freqüentemente, como rememoração de conceitos. Geralmente eram perguntas que ele escrevia na lousa ou um estudo de caso seguido de perguntas (Anexo VIII). Os alunos dividiam-se espontaneamente, quase sempre formando os mesmos grupos e assumindo os mesmos papéis: *Eu notei que nos grupos que têm mulheres, elas sempre são as redatoras, fazem o papel de secretária*, observou o Professor. Neste segmento da aula o Professor circulava por entre os alunos, deixando pela primeira vez a frente da sala, e respondia às questões ocasionalmente colocadas por eles. Depois de um tempo os alunos começavam a entregar as respostas e iam embora.

“Onde eu cresci, a aprendizagem era uma atividade coletiva. Porém, quando cheguei à escola e tentei partilhar a aprendizagem com outros alunos, foi-me dito que isto era colar. O currículo transmitia uma mensagem clara para mim de que a aprendizagem era um empreendimento altamente individualista, quase secreto”.

(Henry A. Giroux)

“O ensino é a obtenção de significados compartilhados”.

(D. B. Gowin)

## IMPLEMENTANDO E AVALIANDO

Apesar das diferentes cargas horárias semanais (as turmas de EP e EC tinham um encontro por semana de 100 minutos e a PG, um de 200 minutos), o formato da PBL empregado foi semelhante nas três implementações, baseado nos princípios e no processo descritos anteriormente (DUCH, 1995, SAMFORD UNIVERSITY, 2000, BARROWS, 2001). O formato adotado consistia de ciclos semanais de trabalho com problemas como mostra a Figura 4.

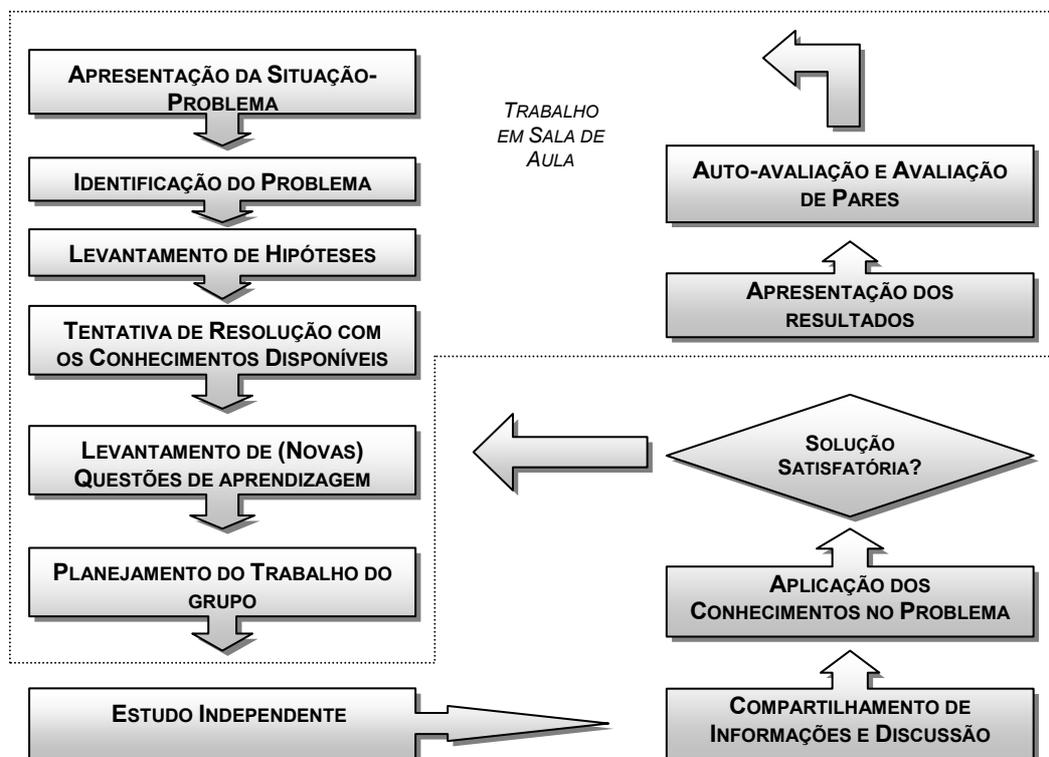


Figura 4: Ciclo de trabalho com o problema na PBL.

Ainda que a taxonomia de BARROWS (1986) seja mais direcionada às implementações curriculares da PBL que às parciais (em disciplinas isoladas em currículos convencionais), o formato utilizado poderia ser caracterizado como 'aprendizagem baseada em problemas'. Isto é, a abordagem PBL em questão utilizou problemas para motivar e focar a aprendizagem da TGA, explorados pelos alunos em pequenos grupos auto-regulados e facilitados pelo Professor. (A atuação docente poderia ser denominada 'facilitação flutuante' segundo DUCH (2001), quer dizer, o Professor atuava como orientador de grupos auto-regulados de alunos, o que é recomendado para implementações com características semelhantes ao contexto em foco.) Paralelamente ao processo de solução de problemas, a abordagem compreendeu uma sistemática de auto-avaliação e avaliação de pares e do processo educacional.

Conforme a classificação proposta por HADGRAFT & PRPIC (1999), o formato empregado nas três turmas teria uma pontuação (2, 2, 4, 4, 4), na medida em que contemplou: a utilização de um problema por semana; a integração de conceitos, ao menos no nível do conteúdo da disciplina; o trabalho em equipe com encontros dos grupos fora da sala de aula; a avaliação por pares e auto-avaliação, além da avaliação do Professor; a entrega de relatórios e apresentação de resultados em conjunto; um método formal de solução de problemas, que os alunos aplicaram sozinhos a cada novo problema; e o fornecimento aos alunos no primeiro dia de aula de uma lista de livros para consulta, embora também tivessem sido encorajados a buscar informações em outras fontes, na Internet, junto a especialistas etc.

Os problemas empregados nas três turmas foram concebidos pelo Professor a partir dos conceitos que planejava tratar nos encontros. Como pode ser observado nos Anexos IX, X e XI, os problemas poderiam ser descritos como *paper cases* (CARDER *et al.*, 2001) e classificados como desafios acadêmicos ou cenários (GORDON, 1998), isto é, eram narrativas escritas e estruturadas de modo a promover o entendimento de um tópico da TGA selecionado e o desenvolvimento da capacidade de construir conhecimentos e trabalhar colaborativamente. Em grande parte deles os alunos assumiram papéis da vida real em contextos reais, ainda que fictícios (simulações).

O conteúdo da TGA foi dividido pelo Professor em duas partes de forma que os problemas da primeira metade das disciplinas da EP e PG (e da totalidade do módulo da EC) tiveram um enfoque histórico enquanto que os problemas na segunda metade abordaram elementos da administração organizacional. Embora cobrissem a

parte histórica do conteúdo, os problemas na primeira metade do semestre (e.g., Anexos IX e X) não objetivavam que os alunos ‘descobrissem’ o que havia acontecido nas situações descritas, um fato ou uma teoria, mas, como coloca STEPIEN *et al.* (1998), que solucionassem os problemas usando os dados e, idealmente, a inclinação mental consistentes com os lugares, personagens, eventos e datas encontradas nos problemas.

Os grupos continham quatro a cinco alunos – um número considerado por Hare, citado por WILKERSON (1996), como o mais produtivo para o trabalho em grupo. A escolha dos membros dos grupos foi delegada aos próprios alunos em um primeiro momento. Porém, a partir da metade do semestre (EP e PG), o Professor rearranjou os grupos de acordo com as habilidades dos alunos, de forma a encorajar a troca de experiências, evitar a formação de ‘panelinhas’ e ‘caronas’ e até estimular conflitos. Também foi pedido aos alunos neste momento que estabelecessem e documentassem conjuntamente algumas regras para o funcionamento dos grupos (chamados então de equipes).

As regras, inspiradas em ALLEN *et al.* (1996), geralmente versavam sobre a presença, pontualidade e participação dos alunos nos encontros dentro e fora da sala de aula, o cumprimento de prazos de entrega das tarefas individuais e conseqüências para os membros da equipe que as violassem. Esses documentos foram assinados por todos os membros das equipes e uma cópia deles foi entregue ao Professor.

Nos grupos/equipes os alunos assumiam, alternando-se toda semana, os seguintes papéis, baseados em ALLEN *et al.* (2001b): líder, redator, porta-voz e membros participantes. Os papéis foram assim pensados tanto para tentar aliviar a carga de trabalho dos alunos, já que não teriam de fazer a mesma coisa toda semana, quanto para lhes dar a oportunidade de praticar habilidades distintas e necessárias para sua vida profissional futura. A alternância de papéis mais a variação da composição dos grupos estavam de acordo com BRIDGES & HALLINGER (1998), que consideram estas estratégias importantes porque expõem os alunos à natureza contextual da liderança e ao risco e incerteza que caracterizam a atuação profissional.

Após o término do trabalho com cada problema, todos os grupos/equipes entregavam um relatório final e apresentavam-no oralmente. Durante a primeira metade do semestre os trabalhos foram apresentados na forma de seminários. O Professor preferiu manter a apresentação na forma de seminários durante este tempo para que os alunos pudessem se concentrar na melhoria dos

relatórios e no desempenho das demais atividades do método. Houve uma diversificação na forma de apresentação para incluir dramatizações e painéis a partir do meio do semestre.

O procedimento de avaliação adotado na implementação (Anexos IV e V) estava em concordância com BRUNER (1973, p. 156), para quem a avaliação em uma disciplina deveria objetivar “a confirmação geral da matéria e dos métodos de ensino para atender às necessidades do estudante, aos critérios do especialista da disciplina, e às exigências do professor que procura estimular determinadas maneiras de pensar nos alunos”, e com RAMOS (1999, p.227), que propõe que o procedimento de avaliação em um ambiente de aprendizagem cooperativa “seja realizado de forma triangular, buscando ver o produto do aprendizado sob três perspectivas: a do aluno, a dos colegas e a do tutor”.

As avaliações realizadas pelos alunos foram computadas na nota final dos alunos junto com as do Professor. As auto-avaliações/avaliações de pares tiveram peso 4 e as avaliações do Professor, após cada processo de solução de problema (relatórios e apresentações) e ao final da disciplina tiveram peso 3 cada uma. A avaliação ao final da disciplina consistiu de uma entrevista com cada grupo, na qual o Professor debateu questões conceituais com os alunos que haviam sido tratadas durante o módulo/semestre.

### **A AULA DO PROFESSOR COM A PBL**

As salas onde as aulas na Fase 2 da pesquisa aconteceram assemelhavam-se ao descrito no capítulo anterior. Isto é, apesar de estarem em um edifício recém construído, as salas da EP e PG tinham carteiras enfileiradas, lousa e patamar. Todas as três salas apresentavam falta de conforto térmico e acústico. Havia uma diferença no espaço em que aula da EP se dava que reafirmava a cultura positivista da IES: a sala era em forma de anfiteatro, o que parecia favorecer o tipo de instrução em que o professor posiciona-se à frente e transmite seu saber a um auditório de alunos (MIZUKAMI, 1986).

Independentemente, mesmo levando em conta as particularidades dos três contextos (EP, EC e PG) e como estas foram incorporadas pelo Professor nas respectivas implementações da PBL, suas aulas nesta fase da pesquisa eram bastante semelhantes. Por esta razão é possível, mesmo que seja difícil, propor um esquema único que represente suas aulas na Fase 2 da pesquisa (Tabela 6).

Tabela 6: Esquema representativo da aula do Professor com a PBL.

SEGMENTO	TEMPO	CARACTERÍSTICA	ATIVIDADES
1	5-10%	Centrado no Professor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Conversa informal para quebrar o gelo;</li> <li>▫ Devolução de material corrigido;</li> <li>▫ Comentários sobre os trabalhos dos alunos;</li> <li>▫ Comentários sobre aspectos metodológicos.</li> </ul>
2	30-40%	Centrado nos alunos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Apresentação dos trabalhos dos grupos à classe relativos ao problema anterior;</li> <li>▫ Entrega dos Relatórios Finais.</li> </ul>
3	30-40%	Centrado no Professor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Debate entre professor e alunos;</li> <li>▫ Síntese do Professor.</li> </ul>
4	5-10%	Centrado nos alunos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Avaliação do problema/processo educacional (todos os membros do grupo/equipe menos os líderes);</li> <li>▫ Auto-avaliação e avaliação dos membros dos grupos/equipes (somente os líderes).</li> </ul>
5	15-30%	Centrado nos alunos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Apresentação do novo problema;</li> <li>▫ Definição do problema;</li> <li>▫ Levantamento de hipóteses;</li> <li>▫ Verificação das hipóteses frente aos dados do problema;</li> <li>▫ Levantamento e priorização das questões de aprendizagem;</li> <li>▫ Planejamento do trabalho do grupo para a semana subsequente;</li> <li>▫ Entrega do Relatório Parcial.</li> </ul>

De forma geral, usando o modelo proposto por KEMBER (1997), as aulas do Professor com a PBL poderiam ser classificadas entre a 'interação professor-aluno' e a 'facilitação da compreensão dos alunos', pois, embora em determinados segmentos da aula o Professor se comportasse mais como um apresentador que facilitador, o conteúdo trabalhado, devido às características do método, não podia ser totalmente definido pelo Professor.

De modo a dar aos alunos tempo para pesquisas e trabalho em grupo fora da sala de aula, o ciclo completo da PBL não coincidia com a aula do Professor (Figura 5), ou seja, o ciclo começava na segunda metade de uma aula (Segmento 5) e terminava na primeira metade do encontro subsequente (Segmentos 1, 2, 3 e 4). O tempo gasto em cada segmento era semelhante nas três turmas e proporcional à carga horária das disciplinas, isto é, o tempo utilizado em cada segmento era maior na PG, porém proporcionalmente equivalente ao das aulas na EP e EC.

Os ciclos da PBL começavam com a apresentação do problema (Segmento 5). Uma vez introduzido o problema, os alunos, em seus grupos, dedicavam-se ao processo de solução do mesmo usando como roteiro os passos delineados no Relatório Parcial (Anexo XII), adaptado de Barrows & Meyers *apud* SAVERY & DUFFY (1998). A primeira atividade do grupo, após a leitura do texto, consistia da definição do problema. Para isto os alunos realizavam um *brainstorming*

por meio do qual tentavam levantar a natureza e as possíveis causas do problema. Nesta fase do ciclo o Professor pedia para que os alunos suspendessem a auto-censura e a crítica às idéias de colegas (outros membros do grupo/equipe), anotando todas as hipóteses que porventura surgissem.

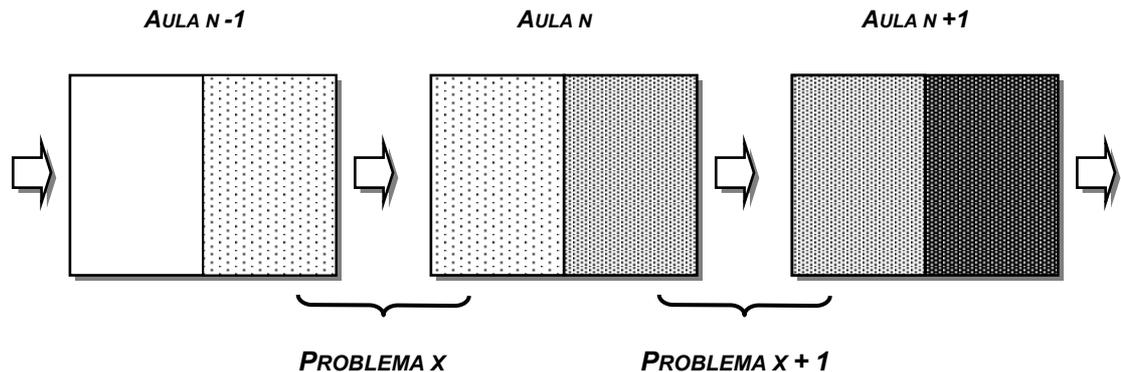


Figura 5: Ciclos de trabalho com os problemas versus encontros semanais.

Após o *brainstorming* cabia aos alunos checar as hipóteses levantadas pelo grupo frente aos fatos descritos no problema, eliminando aquelas que não eram sustentadas pelo texto. Ainda, como parte desta fase de discussão, os alunos levantavam e priorizavam as questões de aprendizagem (conceitos e teorias cujo entendimento acreditavam ser necessário para a solução do problema). Durante o Segmento 5, a atuação do Professor compreendia movimentar-se entre os grupos, responder a algumas questões colocadas por eles referentes ao método e ao problema, orientar as discussões, etc.

Em continuação os alunos planejavam o trabalho do grupo, decidindo quem, o que, quando e onde seria feito na semana subsequente. Uma cópia desta folha (Anexo XII) era entregue ao Professor no fim deste segmento, que coincidia com o final do encontro semanal. A idéia da entrega do Relatório Parcial partiu do Professor, que acreditava ser uma forma de os alunos comprometerem-se com um planejamento, ainda que este não fosse sempre cumprido à risca.

Na semana seguinte (Segmento 2), após a entrega dos relatórios corrigidos e os comentários gerais sobre as dúvidas dos alunos a respeito do assunto em questão ou do funcionamento do método de ensino (Segmento 1), os redatores entregavam os Relatórios Finais, cujo roteiro pode ser visto no Anexo XIII e os porta-vozes apresentavam os mesmos para toda a turma. A apresentação dos trabalhos era avaliada pelo Professor, que ocasionalmente questionava as soluções oferecidas

pelos alunos. As apresentações eram seguidas de incentivos do Professor para que os alunos comentassem os trabalhos dos colegas. Todavia, a participação dos alunos neste momento era pequena, especialmente nas turmas da graduação (EP e EC).

No terceiro segmento o Professor ia à frente da sala, cumprimentava os alunos pelas tarefas bem realizadas e fazia um resumo das apresentações dos grupos e uma síntese sobre os conceitos apresentados (como geralmente é recomendado em implementações da PBL em classes numerosas com tutor flutuante). Esta parte da aula, especialmente na EC e EP, era bastante similar à forma de ensinar do Professor no semestre anterior. O Professor comentava sobre alguns pontos surgidos durante as apresentações e usava-os para expor e aprofundar conceitos. Esta exposição era permeada por perguntas do Professor, que, via de regra, eram respondidas ou completadas pelo Professor. De qualquer forma aconteciam mais interações do tipo professor-aluno que do tipo aluno-aluno.

Na última parte do ciclo (Segmento 4), os alunos preenchiam os formulários de avaliação do desempenho dos alunos e do processo educacional. Devido à escassez de tempo, estas avaliações eram feitas simultaneamente. Os líderes avaliavam seu desempenho e os dos outros membros do grupo (Anexo IV) enquanto que os demais membros avaliavam o processo educacional (Anexo V). Depois de algumas semanas o Professor decidiu separar (especialmente) os líderes de seus grupos neste momento de modo a minimizar o corporativismo e a pressão exercida pelos colegas que estavam sendo avaliados.

## **A AVALIAÇÃO DOS ALUNOS**

A grande maioria dos alunos (85% EP, 89% EC e 91% PG) avaliou positivamente o método de ensino adotado. Os seguintes trechos ilustram esta avaliação positiva: *A metodologia, a partir do momento que foi assimilada, funcionou muito bem, pois [...] favorecia competências além da técnica (EP04); Gostei muito da metodologia utilizada. [...] a aula torna-se mais dinâmica e assim é mais facilmente entendida (PG19);*

*A metodologia de ensino aplicou-se bem às características da disciplina, pois como apresentava muita teoria tornou o aprendizado mais interessante. Se a metodologia aplicada fosse a usual, do professor falando e os alunos ouvindo, as aulas seriam muito tediosas (EC04).*

Este alto nível de satisfação de alunos está de acordo com a literatura e é, segundo ALBANESE & MITCHELL (1993), por si só um forte argumento a favor da PBL, já que pode promover nos alunos a apreciação pelo estudo, favorecendo a aprendizagem por toda a vida. De qualquer forma, estas falas rebatem a crença equivocada, denunciada por KIDD (1978), de que a formação de adultos deva ser somente uma abordagem intelectual, ou pior, intelectual como sinônimo de monótona.

Não obstante terem acolhido a PBL e terem-na preferido aos métodos convencionais de ensino, alguns alunos da EC restringiram sua aplicação ao ensino das ciências humanas, especificamente da TGA, como mostram os seguintes excertos: *Mas talvez essa metodologia baseada na PBL não fosse a mais indicada para outras disciplinas da engenharia civil* (EC04);

*Esta metodologia aplica-se muito bem em ciências humanas, pois está relacionada a conhecimentos intrínsecos às pessoas. Porém existem dificuldades na aplicação desta metodologia às ciências exatas, pois nestas são requeridas demonstrações de teorias cujo embasamento matemático e o fenômeno físico fogem ao conhecimento básico dos alunos* (EC01).

Essa percepção dos alunos contradiz a origem do método, no ensino de medicina, e sua larga utilização no ensino das ciências exatas, puras e aplicadas, tais como matemática (e.g., ALPER *et al.*, 1988), física (e.g., WILLIAMS, 2001), arquitetura (e.g., KINGSLAND, 1996) e engenharia (e.g., WOODS, 1996, POLANCO *et al.*, 2001). Também pode ser atribuída à sua incapacidade de imaginar uma implantação da PBL em todo o currículo de engenharia, na qual os problemas têm a forma de projetos (e.g., NIELSEN, 2000). Sobretudo, em um sentido amplo, pode ser derivada da interiorização da lógica burocrática por parte dos alunos (e docentes), que muitas vezes a confundem com a própria escola, como explica THURLER (2001, p. 28):

“Os atores não imaginam poder funcionar de outro modo, não percebem que a organização do trabalho existente é o resultado de uma construção social, com sua parte de *arbitrário*. Apesar de toda a reflexão, mesmo admitindo que uma outra organização fosse possível, abstratamente, estão certos de que seriam incapazes de funcionar de outro modo, ou pensam que isso acarretaria conseqüências graves para a qualidade de ensino” (grifo da autora).

Pode-se supor também que a fala de EC01 espelhe a cultura positivista da IES, ou seja, a crença de que a exposição da teoria deve necessariamente preceder à aplicação e à prática. Similarmente, esse excerto pode ilustrar o

desconhecimento (talvez desvalorização) dos alunos sobre os conhecimentos sociais e humanos, já que os equipara ao senso comum e os acredita prescindir de elaboração e embasamento teóricos. Esta suposição é fortalecida quando se leva em conta que as falas mostradas advêm de alunos da EC, uma especialização da engenharia com grande número de disciplinas das ciências exatas e aplicadas, o que a torna mais 'dura' na cultura da IES.

### **As Vantagens da PBL**

Independentemente das pequenas diferenças entre as três intervenções (EP, EC e PG), os motivos atribuídos pelas três turmas a esse alto grau de satisfação em relação ao método foram convergentes. Estes motivos, como mostram os excertos seguintes, estão de acordo com as vantagens da PBL apontadas nas meta-análises de ALBANESE & MITCHELL (1993), VERNON & BLAKE (1993) e DOCHY *et al.* (2003).

Além de tornar a aula mais dinâmica e prazerosa (um ponto positivo do método que aparece em trechos precedentes da fala dos alunos), estes atribuíram à abordagem:

- Promoção da motivação e da aprendizagem autônoma: *A vantagem é que os alunos não recebem todo o material pronto e por isso são obrigados a pesquisar e, portanto, aprendem mais (EP01); A vantagem é a de não ter o conhecimento pronto para ser digerido, mas ter que ir buscá-lo (PG14);*

*A metodologia utilizada enfatiza as competências, é menos diretiva e mais centrada no aluno, diferentemente das disciplinas tradicionais, nas quais os professores apenas expõem as informações de forma pouco interativa, esperando que os alunos busquem em si mesmos a motivação para o aprendizado (EC03);*

- Integração da teoria à prática e do trabalho em sala de aula à presente (PG) ou futura (EP, EC) atuação dos alunos: *As vantagens da metodologia são o contato 'prático' (simulações de situações reais) com a disciplina e a discussão em grupo (consenso do grupo), que permitem assimilar mais facilmente os conhecimentos (EP08), Fazendo-nos pesquisar, como no mundo real, encontramos o conhecimento necessário para nossos trabalhos e para nós mesmos (EP09); Esta metodologia se mostra eficiente nesta disciplina, pois se enquadra no assunto desta, que visa mostrar ao aluno os conceitos de administração, já fazendo com que ele trabalhe como se estivesse realmente gerenciando uma empresa (EC08);*

*Particularmente achei [o método] muito bom, principalmente a troca de grupos, que simula nossa vida real dentro das organizações (PG10).*

- *Maior envolvimento dos alunos com a disciplina: No começo, o grupo achou que a metodologia não seria adequada [...], mas com o passar do tempo vimos que a nova metodologia era interessante, pois não ocupava muito tempo e nós mantínhamos contato com a matéria durante toda a semana (EC05); Gostei muito da metodologia, pois estamos em contato contínuo com a matéria e sempre nos atualizando (EP23); [O método de ensino] convida a um maior comprometimento e responsabilidade (PG07);*

Além desses pontos positivos, foram citados: a promoção de uma maior integração entre os alunos e entre estes e o Professor, a possibilidade de haver múltiplas visões sobre um mesmo assunto, como pontuou EC09: *O grupo pensa que a experiência foi válida, pois acrescentou novos conhecimentos e ensinou a enxergar os problemas através de visões diferentes devido às discussões entre/em grupos, entre outros.*

A fala de PG12 também ilustra estes pontos e outros listados anteriormente:

*Permite uma gama maior de pesquisa ao longo do semestre, conhecer as idéias/contribuições [...] dos outros grupos, trocar idéias entre os componentes do grupo e buscar consenso de idéias. [Há] a necessidade de pesquisas semanais, [de criar] sistemáticas de pesquisa, [...] de relatórios, [...] de comunicação entre os grupos.*

### **Pontos Negativos do Método**

Muitos aspectos do método tiveram avaliações contraditórias. Por exemplo, apesar de a maioria dos alunos ter atribuído à PBL a capacidade de motivar a aprendizagem, alguns alunos também relataram como desvantagem da PBL o fato de depender demais da motivação dos alunos: *Depende muito da vontade do aluno de buscar o conhecimento (EP03); Nos últimos problemas os membros do grupo já não tinham motivação para pesquisas, reuniões e discussões pelo fato de já terem feito isso várias semanas seguidas (EC04); A desvantagem é que todos devem estar motivados para que a metodologia [se] desenvolva bem (PG13).* De fato, a participação/motivação intrínseca parece ser um aspecto *sine qua non* na PBL. Diferentemente do que acontece no ensino convencional, ao qual os alunos podem permanecer alheios ou a

ele se dedicarem apenas às vésperas das provas, a PBL demanda motivação e dedicação constante dos alunos.

Uma desvantagem semelhante, relatada por alguns alunos da PG, foi a pressão por participação sobre alunos mais tímidos: *A disciplina, da forma que foi dada, força o aluno a participar e isso pode muitas vezes inibir o aluno devido às suas características* (PG02). A este respeito seria importante ressaltar que a personalidade e o bem-estar dos alunos devem ser sempre respeitados quando da adoção da PBL. No caso de alunos mais introvertidos, o professor deveria explicar aos alunos os requisitos não negociáveis do método e enfatizar a importância de desenvolverem e aprimorarem as habilidades comunicativas e interpessoais (KAUFMAN & MANN, 2001), como ocorreu na implementação em foco.

Portanto, ainda que alguns alunos sejam mais talhados para o estudo individual ou se sintam desconfortáveis apresentando seus trabalhos oralmente a uma platéia de colegas, eles deveriam estar cientes de que as atividades da PBL não foram concebidas só para melhorar a aprendizagem, mas também para favorecer habilidades que lhes serão úteis em suas carreiras. Isto valeria tanto para os futuros engenheiros quanto para os futuros professores universitários e/ou pesquisadores, haja vista as atividades docentes e as dinâmicas de divulgação de resultados de pesquisas utilizadas em congressos, simpósios etc.

Embora consideradas menos essenciais pelos professores, HADGRAFT (1993) crê que as habilidades de trabalho em equipe e de comunicação oral e escrita sejam vitais aos engenheiros, já que muitos atingem posições gerenciais dez anos depois da formatura. O estudo de MORAES (1999), baseado nos resultados de um levantamento de atributos profissionais desejáveis encomendado pela Escola Politécnica da USP, também corrobora a importância do desenvolvimento da habilidade de comunicação verbal, que ficou em uma posição mais destacada (11<sup>o</sup>) em relação à comunicação escrita (26<sup>o</sup>), ressaltando a importância de o engenheiro ser capaz de saber transmitir o que deseja e expor suas idéias de forma organizada.

Mesmo o fato de a abordagem encorajar enfoques diferentes sobre um mesmo tópico, uma característica desta abordagem de ensino tida como positiva, também foi visto de forma dúbia por alguns deles, como sugeriu PG15:

*Talvez se a discussão em aula fosse mais direcionada para alguns pontos principais, o objetivo de conhecimento poderia ser melhor alcançado. Mas não sei se se perderia em outros lados, como, por exemplo, a principal vantagem dessa metodologia que é ver vários aspectos do mesmo problema. Não sei...*

Contudo, o ponto negativo mais mencionado pelos alunos, principalmente os da graduação (42% EP), foi o aumento do trabalho/tempo dedicado à disciplina, que pode ter conflitado com outros compromissos acadêmicos dos alunos. No caso dos alunos de graduação, o trabalho exigido pela PBL aparenta ter se chocado com as demandas de outras disciplinas da grade curricular (EP) e/ou estágios profissionais (EC): *Considero uma metodologia interessante, porém os trabalhos constantes fogem do controle do grupo que têm mais disciplinas para correr atrás* (EP20).

Mesmo tendo uma carga horária menor, os alunos de pós-graduação podem ter encontrado dificuldade em compatibilizar o tempo e o trabalho requerido pela disciplina com seus compromissos profissionais e familiares, com o agravante de muitos morarem/trabalharem em outras localidades. Porém, foram condescendentes, já que somente um deles levantou esta questão: *É uma metodologia interessante, mas exige do aluno um maior comprometimento e responsabilidade. [Mas] isto é esperado dos alunos de pós-graduação* (PG06). Esta aquiescência da parte dos alunos da PG pode ser atribuída à sua maior maturidade e motivação epistêmica e, como ilustrou PG06, à cultura da IES, isto é, à crença de que o curso de pós-graduação demandaria mais esforço dos alunos.

Existem vários aspectos relacionados com a questão do tempo na PBL. Em primeiro lugar, como relata a literatura (e.g., KINGSLAND, 1996), é necessário reconhecer que a PBL provavelmente, mas não necessariamente, aumente o tempo/carga de trabalho dos alunos. Em segundo lugar, é necessário reconhecer a influência da cultura positivista da IES traduzida em cursos que não preparam os alunos para serem eficientes e eficazes, atributos igualmente fundamentais na prática em engenharia. Nesta direção, é possível supor que a cultura individualista da instituição não ensine aos alunos como administrarem bem seu tempo/trabalho por meio da divisão e posterior compartilhamento de tarefas, um dos requisitos da PBL, segundo MARTIN *et al.* (2000). Esta abordagem requer dos alunos o planejamento de como melhor atender os objetivos de aprendizagem e solução do problema com um período fixo de tempo e os recursos existentes e sejam capazes de levar a cabo as tarefas a eles designadas neste planejamento, assumindo suas responsabilidades perante o grupo (BRIDGES & HALLINGER, 1998).

Por outro lado, talvez esses relatos sobre o aumento do tempo de dedicação à disciplina também estejam relacionados ao fato de os alunos terem tido

que se dedicar à disciplina de forma contínua, durante todo o semestre/módulo, uma situação diferente da encontrada no ensino convencional. Assim, é possível assumir que o método tenha colocado à prova a capacidade dos alunos de administrar seu tempo de uma forma diferente da que estavam acostumados (e.g., preparação para as provas). Portanto, a percepção de aumento de tempo poderia ser atribuída em parte à administração deficiente do tempo por parte de alguns alunos.

Com efeito, considerando-se a boa aceitação do método mencionada anteriormente, as sugestões de melhoria do método apresentadas pelos alunos, tais como: uso de menos problemas, com ciclos mais longos (EP02, EP20); aumento dos créditos ou da carga horária da disciplina (EP05, EP12, EP15, EP18, EP25), divisão do encontro semanal em dois dias (PG21), transferência do encontro da segunda-feira para outro dia da semana, de modo a dar tempo para os grupos se reunirem depois do fim de semana (EP04, EP20), aparentam indicar que os alunos não consideraram o aumento do tempo como um ponto negativo da PBL, mas do formato empregado e do contexto em que foi implementada. Algumas dessas sugestões também estão de acordo com o estudo de KINGSLAND (1996), no qual os alunos demonstraram estar mais preocupados com a disponibilidade e distribuição do tempo das atividades que com o aumento do tempo *per se*.

Em suma, é possível acreditar que os pontos negativos relatados pelos alunos nesta pesquisa também reflitam suas vivências como alunos em ambientes de mais diretivos com aprendizagem passiva. STINSON & MILTER (1996) supõem natural que a adoção de metodologias tais como a PBL cause conflitos (como o ilustrado pela fala de PG15 anterior, i.e., sobre a vantagem e a desvantagem de a aula ser mais direcionada para alguns pontos principais), desestabilize algumas estratégias de aprendizagem e provoque reações da parte de alguns alunos, principalmente daqueles bem-sucedidos em ambientes educacionais positivistas, mais diretivos. Além de abrigar uma cultura positivista, o fato de a IES ser uma instituição bastante procurada por vestibulandos reforça a suposição dos autores. Devido à grande procura por suas vagas e às características de seus exames de admissão (baseados geralmente na memorização de conceitos, aplicação de fórmulas e procedimentos etc.), é provável que a IES selecione os alunos que foram capazes de desenvolver estratégias de estudo vitoriosas em ambientes educacionais positivistas.

## **Alcance dos Objetivos da Disciplina**

A despeito dos pontos negativos a maior parte dos alunos das três turmas foi enfática em reconhecer que o método atingiu os objetivos gerais propostos para a disciplina, como ilustram os seguintes excertos: *A metodologia diferenciada proporcionou maior discussão e absorção dos temas e conhecimentos envolvidos. Além disso, o ambiente descontraído proporcionou uma maior liberdade e conseqüentemente maior criatividade (EC06); Imagino que sim [a disciplina atingiu os objetivos], pois o que aprendi considero de grande proveito para minha carreira e até minha vida (EP23); Pessoalmente sim. Passei a enxergar o papel da administração de outras maneiras, reforçando principalmente as conseqüências de uma decisão tomada sem pensar em todos os fatores envolvidos no processo (PG03).*

## **Aprendizagem de Conhecimentos**

Especificamente com relação à aprendizagem de conhecimentos, a maioria dos alunos relatou sua promoção, como atestam os seguintes trechos: *O conhecimento adquirido durante o curso foi acima do esperado devido à metodologia aplicada, que induziu a constantes reuniões do grupo, sendo então fixados os conceitos de discussões propostas (EC03); Os conhecimentos, como deveriam ser adquiridos através de pesquisa, eram melhor assimilados que [por intermédio de] uma simples aula (EP04); Todo o conhecimento do estudo/pensamento administrativo no decorrer dos tempos foi passado. Os alunos puderam exercitar esses conhecimentos de forma a adquirir a habilidade para usá-los (PG11); A visão de movimento [forma que o Professor utiliza para organizar e ensinar as teorias administrativas] mudou totalmente minha concepção de modelos (PG01).*

Ademais, parece que o método foi capaz de promover a aprendizagem de conhecimentos da maneira descrita por BARROWS (1996), isto é, de forma integrada, vinculada a processos de solução de problemas e estruturada ao redor de problemas relacionados à vida profissional dos alunos, como mostra o seguinte excerto:

*Quando fiz TGA na graduação, não sabia para que esta matéria serviria na minha vida profissional. Mas agora vejo a abrangência que este curso tem, permitindo ter uma visão geral de toda a organização e como podemos resolver diferentes problemas que existem dentro delas através de tudo que foi discutido no decorrer das aulas (PG10).*

No entanto, alguns alunos ressaltaram que essa aprendizagem pode ter sido deficiente ou superficial, devido à falta de tempo (EP e EC) ou de conhecimentos prévios dos alunos (PG): *A metodologia é boa, mas a exploração dos tópicos é superficial (EP02); 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 (EP10); Os objetivos do módulo quanto aos conhecimentos [...] foram satisfatoriamente alcançados. As teorias mais relevantes foram compreendidas, embora não tenham sido estudadas a fundo (EC04); Só tenho a frisar que os alunos sem base em administração talvez não tenham conseguido construir adequadamente o prédio que abriga as teorias administrativas (PG06).*

Esta percepção de superficialidade de alguns alunos pode ser atribuída a vários fatores. Primeiramente, é necessário ressaltar que a disciplina tinha uma natureza panorâmica, varrendo uma grande gama de teorias e por esta razão não conseguiria, independentemente do método de ensino adotado, discorrer sobre qualquer delas em profundidade. Em segundo lugar, sabe-se que a capacidade de a PBL favorecer a aprendizagem de conhecimentos ainda é objeto de discussão na medida em que algumas pesquisas mostram uma pequena vantagem a favor dos métodos expositivos (ALBANESE & MITCHELL, 1993; VERNON & BLAKE, 1993; DOCHY *et al.*, 2003).

Porém, essa diferença tem sido rebatida por alguns autores, tais como STINSON & MILTER (1996), por ser baseada em resultados de testes objetivos padronizados que medem somente a capacidade dos alunos de memorizar conceitos descontextualizados e por esses resultados estarem indicando mais falhas da implementação que do método *per se*. Tomando como exemplo o estudo em questão, o pequeno número de horas/créditos das disciplinas da EP e EC pode ter comprometido o aprofundamento nos tópicos. Ou seja, a exigüidade do tempo pode ter levado os alunos a adotarem uma estratégia superficial de estudo.

É preciso também levar em conta o impacto da adoção da PBL nos resultados das pesquisas arroladas por ALBANESE & MITCHELL (1993), VERNON & BLAKE (1993) e DOCHY *et al.* (2003), frente aos anos de escolarização dos alunos em ambientes convencionais de ensino. Brickell, citado por HUBERMAN (1973), sustenta que toda mudança no processo de ensino-aprendizagem reduziria automaticamente seu rendimento. Considerando-se que a maioria dos indivíduos cujos conhecimentos foram testados nos estudos acima advenha de 12 anos (ou mais, no caso das escolas

de medicina dos EUA) de aprendizagem passiva, é possível presumir que a mudança desta para a PBL venha a afetar negativamente o desempenho dos alunos, até que desenvolvam novos hábitos de estudo.

Nessa perspectiva, há também a dificuldade de os alunos passarem da abordagem convencional, passiva e centrada no professor, para a PBL. Para CHING & GALLOW (2000), os alunos podem se recusar a assumir um papel mais ativo e pró-ativo no processo de ensino-aprendizagem a despeito de suas queixas com relação ao tédio das aulas expositivas. É provável que isto aconteça porque esta mudança individual implica superar a concepção do professor como detentor de conhecimentos, aquele que determina a profundidade e a abrangência do ensino (embora isto nem sempre equivalha à profundidade e abrangência na aprendizagem). Isto explicaria o fato de um aluno da PG ter pedido ao pesquisador para que falasse *com o [Professor] para que ele se coloque mais* (PG03).

Com efeito, para POLANCO *et al.* (2001, p. 113), um dos pontos que mais causam ressentimentos nos alunos nessa passagem do modelo convencional de ensino para a PBL é o fato de o docente não mais determinar a profundidade, a abrangência e o foco do que será estudado:

“É o próprio aluno quem deve colocar as perguntas que permitirão que chegue a uma solução adequada. É também o próprio aluno quem deve decidir quão profunda sua investigação será; quem deverá cuidar para não perder o foco – a solução do problema – de sua investigação; e quem deverá avaliar a acuidade de suas conclusões”.

Por outro lado, a percepção de superficialidade também pode emanar do dilema entre abrangência e profundidade enfrentado por docentes que utilizam métodos de ensino alternativos ou convencionais, devido a aspectos que lhes são alheios. Por exemplo, se não houvesse as limitações impostas por aspectos institucionais, culturais e individuais, tais como a carga horária baixa da disciplina/módulo, a elevada quantidade de horas de contato direto professor-aluno nos currículos e a percepção da necessidade de cumprimento de um programa, este aprofundamento poderia ser conseguido, como sustentam NEWMANN & WHELAGE (1998), em parte trabalhando-se menos tópicos de uma forma sistemática e integrada, quer dizer, mediante a utilização de um número menor de problemas com várias fases que promoveriam um detalhamento progressivo do conteúdo em questão.

Já o comentário sobre a necessidade de conhecimentos prévios – contrário aos princípios da PBL – vindo principalmente de alunos da PG (alguns já

professores universitários) pode decorrer da ausência de formação pedagógica e de sua escolarização (e atuação) em ambientes educacionais convencionais e/ou estar revelando suas próprias crenças sobre o que constitui uma boa aula ou o que é ser um bom professor. A ausência de conhecimentos prévios sobre TGA por parte de alguns alunos, como foi o caso da PG, pode ainda favorecer a aprendizagem por meio da interação social (GIJSELAERS, 1996) ou da reciprocidade social (BRUNER, 1973), quer dizer, por intermédio da cooperação, compartilhamento de informações e conceitos.

Desde que se garanta que a heterogeneidade do grupo não seja muito pronunciada, já que alguns estudos parecem mostrar que neste caso os níveis de respeito poderiam se tornar muito desiguais (RAMOS, 1999), esse constitui um ambiente de aprendizagem de que todos os alunos podem se beneficiar. Mesmo os alunos que sabem mais podem reforçar seus conhecimentos ao ensiná-los aos que sabem menos, já que, como defende BECKER (1999, p. 195), “um aluno que é desafiado a falar o que sabe, ao fazê-lo, (re)constrói o que ele sabe – transforma, pois, seu quadro conceitual”. O autor crê que a sala de aula deveria ser, idealmente, “um espaço de atividades de sujeitos – sujeitos com assimetria de capacidades ou de conhecimentos, mas sujeitos. Neste sentido, ela é o local de encontro da diversidade: de culturas, de capacidades, de dizeres” (p. 185).

### ***Desenvolvimento de Habilidades***

Com relação às habilidades, os comentários dos alunos das três turmas (a despeito da brevidade do módulo da EC) concordaram com as meta-análises mencionadas, que sugerem “um efeito positivo robusto da PBL nas habilidades dos alunos” (DOCHY *et al.*, 2003, p. 549): *O grupo chegou à conclusão que devido ao pouco tempo não houve como desenvolver novas habilidades, mas acha válida a experiência da rotatividade de cargos [papéis]* (EC09). As habilidades mais citadas foram:

- Solução de problemas: *Mais que aprender a teoria [...], nós aprendemos onde buscar a solução para os problemas, como analisar as soluções e julgá-las* (EP21); *Exigiu-se que cada elemento do grupo usasse de discernimento e criatividade para a resolução dos problemas apresentados, tendo uma coerência com a discussão em grupo e com os fatos e dados apreendidos dos textos* (EC07);
- Pesquisa: *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* (EP01); *O módulo propiciou o desenvolvimento de habilidades como: noção de*

*liderança, capacidade organizacional, trabalho em equipe, noções de pesquisa [...] (EC06);*

- *Trabalho em grupo: O conhecimento foi transmitido através de trabalhos executados, que também contribuíram para exercitarmos a habilidade de trabalhar em grupo (PG17); O grupo avalia que as habilidades desenvolvidas durante o módulo, tais como liderança, trabalho em grupo e apresentação em público, foram de grande validade para a nossa formação acadêmica (EC08);*
- *Comunicação oral e escrita: A apresentação oral em sala permitiu a observação de qualidades e defeitos de um porta-voz durante seu discurso, mesmo que todos não tenham sido chamados a apresentar-se (EC04);*

*No primeiro trabalho todos pareciam perdidos [...], mas nas últimas aulas era fácil perceber o progresso da turma, que, baseados em conhecimentos anteriormente acumulados, produziram melhores trabalhos e sentiam-se mais seguros para apresentá-los (EP17);*

- *Estudo autônomo: Foi interessante desenvolver habilidades diferentes [...] e aprender a aprender (PG04); [Os alunos] puderam desenvolver habilidades específicas, desinibição para falar em público, expressar as próprias idéias, capacidade de auto-avaliação e desenvolvimento de sínteses (EC05);*
- *Relações interpessoais: De uma maneira geral, todas as habilidades citadas no programa disciplina foram bem trabalhadas. Cabe destacar que as habilidades relacionais foram as que tiveram maior desenvolvimento (EC01).*

### **Promoção de Atitudes**

Quanto à promoção de atitudes, os alunos das três turmas foram mais vagos ou não as diferenciaram das habilidades: *O trabalho em grupo possibilitou o desenvolvimento da capacidade de argumentação, cooperação, respeito à opinião dos outros (EC04); Esse método proporcionou ao grupo o desenvolvimento do respeito perante as idéias de outras pessoas, como também o aperfeiçoamento do ato de expor nossas idéias perante um público (EC02).* Esta dificuldade de diferenciação era esperada na medida em que estes objetivos educacionais são menos explicitados e avaliados nos métodos convencionais.

Por outro lado, algumas atitudes inadequadas, tais como a formação de ‘panelas’, a ocorrência de ‘caronas’ e corporativismo foram detectadas. Em algumas ocasiões líderes da EP deram conceito ‘E’ (excelente) para todos os membros de seus

grupos e pelo menos um líder da turma da PG deu conceito 'E' para um colega ausente. Os próprios alunos relatam estas atitudes indesejadas: *O sistema de avaliação do próprio grupo não é totalmente eficaz, pois pode ocorrer de um componente 'cobrir' o outro (EC05); Eu fui sincera e considerei a equipe como uma organização [...]. Porém muitos estavam preocupados somente com a nota, até combinando dar conceito 'E' para todos, independente do seu desempenho no processo (PG15).*

Conquanto estas ocorrências indesejadas não possam ser imputadas somente às abordagens de aprendizagem ativa ou em grupo; não é surpreendente que os alunos tenham desenvolvido táticas de sobrevivência nesta implementação da PBL, principalmente devido à escassez de tempo. De qualquer modo, este fenômeno aponta para a dificuldade na promoção de atitudes e na mudança de estratégias de estudo resultantes de uma longa escolarização focada na obtenção de notas para passar. Este limite da implementação foi reconhecido pelos próprios alunos:

*No caso de atitudes acho que a mudança de postura em classe, de algumas pessoas, foi observada (mudança no sentido de compreender outras abordagens do mesmo problema, vinda de outros elementos do grupo de trabalho, e ser mais flexível em relação a elas). No caso de atitudes no sentido de mudança de postura pessoal, fora da classe, é um processo muito pessoal, lento (PG21).*

Mesmo assim, como mostra essa fala e alguns trechos das respostas de outros alunos, a PBL pode ter sido capaz de favorecer algumas atitudes, tais como flexibilidade, criatividade, respeito pelas opiniões de outros e colaboração. Estas atitudes parecem ter sido promovidas principalmente pelo trabalho em grupo, o que concordaria com KIDD (1978, p. 118), para quem "uma mudança nas atitudes parece freqüentemente acompanhar a aceitação de responsabilidade ou uma obrigação para consigo mesmo e para com outras pessoas". É o que se depreende dos seguintes excertos: *[Os alunos] adquiriam a habilidade de discussão em grupo, trabalho em grupo, respeitar as opiniões dos outros (EP01); Foram necessárias algumas posturas como responsabilidade, idoneidade, criatividade, assiduidade e a capacidade de expressão e de trabalho em grupo, aceitando opiniões diversas e sabendo trabalhar sem individualismo e de forma [não] despótica (EC07); Devido à convivência contínua dos integrantes do grupo, observou-se uma evolução do comportamento em relação ao próximo e ao grupo (EC03);*

*Foi interessante [...] aprender a ter atitudes diferentes de acordo com a situação [...] além de adquirir conhecimento e ponto de vista crítico em relação aos temas abordados; Atitudes para com o grupo e a classe. Colaboração, planejamento do tempo, cumprimento de prazos e de respeito às dificuldades dos colegas (PG12).*

### **Sobre Alguns Aspectos da Aula nesta Abordagem**

O método, na forma como foi implementado, consistia de várias fases que iam desde a apresentação do problema pelo professor até o fechamento coletivo. Quando instados a opinar sobre estas fases, alguns alunos preferiram fazê-lo de forma global, como mostram PG16: *Sem muitos comentários sobre as partes da aula, visto a grande discussão gerada sobre esta metodologia, boa e interessante;* e PG17:

*Não encontrei muitos problemas em relação à metodologia, acho que as fases de planejamento, pesquisa e fechamento no grupo contribuíram muito, pois simulam o andamento do processo de solução de problemas em várias organizações. A apresentação é ótima, haja vista que nos obriga a trabalhar a comunicação, a expressão e as técnicas de apresentação.*

### **Trabalho em Grupo**

Um dos aspectos mais valorizados pelos alunos nesta abordagem, mencionado anteriormente, foram os momentos de trabalho em grupo na sala de aula e fora dela. A utilização do trabalho em grupo tem objetivo amplo na PBL, ou seja, crê-se que serviria para desenvolver nos alunos habilidades relacionais, de planejamento, de análise de alternativas múltiplas, de obtenção de consenso etc., e atitudes, tais como respeito com relação à opinião de outros, saber ouvir, concordar e discordar etc.

RAMOS (1999, p. 220) advoga que “o trabalho em grupo tem uma grande dimensão social; por isso deve levar a aprendizados que não são considerados acadêmicos, tal como o aumento da competência em trabalhar com outros, autoconfiança etc.”. O trabalho em equipes ainda favoreceria a troca de experiências entre os alunos, ao exporem diferentes estratégias de estudo e competências. Sobretudo, como mostra a fala de EP13: *A metodologia é excelente, pois o trabalho em grupo estimula o aluno a estudar através da cobrança dos companheiros do grupo,* parece aumentar a motivação intrínseca por meio da reciprocidade social (BRUNER, 1973).

Entre todas as atividades que implicavam trabalho em grupo, o planejamento foi considerado fundamental porque dava uma direção ao trabalho do grupo e favorecia o *entendimento do problema, definia tudo o que deveria ser buscado/estudado, além dos prazos, tarefas a serem feitas* (PG11), e *necessário para não ficarmos perdidos com relação aos problemas* (EP24). Assumir a responsabilidade pelo andamento do próprio trabalho tem um grande potencial de promoção da motivação intrínseca à aprendizagem, segundo RAMOS (1999, p. 222), já que “isso [o desenvolvimento da motivação epistêmica] ocorre principalmente nos casos em que o grupo tem um maior grau de liberdade para se autogerir”.

Entretanto, a estratégia de trabalho planejada por alguns grupos de dividir as tarefas para posterior troca de informações e síntese nos grupos, nem sempre contava com o aval de todos os alunos. PG06 opinou que *todos deviam pesquisar tudo e não esfacelar o problema e cada um cuidar de uma parte*. Além disto, apesar de a maioria dos alunos ter destacado o trabalho em grupo como um catalisador de discussões: *Estimula a participação de todos através de uma discussão saudável em que se somam visões e percepções diferenciadas* (PG06), ocorreram algumas dificuldades, por vezes atribuídas pelo próprio grupo a um planejamento deficiente: *Às vezes ocorreram alguns problemas [na fase de fechamento do problema no grupo], o que precisou ser mais especificado no planejamento* (PG19). De qualquer modo, parece que os fatores tempo (EP e EC) e/ou distância (PG, já que muitos destes alunos residiam fora de São Carlos) foram os principais responsáveis pelas dificuldades encontradas no trabalho em grupo, o que acabou levando ao desenvolvimento de estratégias interessantes, como contou PG18: *Para grupos com integrantes de lugares distantes as salas virtuais se mostraram bastante eficazes*.

### **Delegação e Alternância de Papéis**

Parte fundamental do trabalho em grupo foi a delegação e alternância de papéis, que foram pensados tanto para contrabalançar o aumento da carga de trabalho individual dos alunos quanto para promover a troca de informações e a aprendizagem de habilidades distintas. As avaliações da parte dos alunos demonstram que isso pode ter sido alcançado: *O fato de assumir vários papéis contribuiu muito para um entendimento melhor do que é trabalho em equipe* (PG05); *É importante distribuir os papéis para haver certa ‘hierarquia’ e comando* (EP05); *Os papéis estabelecidos foram muito bons, para que cada um não assumisse somente aquele papel que mais se identifica* (PG14); *Boa. Cada pessoa tem uma determinada função, as atividades são*

*distribuídas, assim todos participam (EP12); É interessante, pois permite que os mesmos não fiquem sobrecarregados com tarefas, esse rodízio de papéis permite também que os alunos experimentem diferentes formas de trabalho e contribuam para o sucesso do grupo (EP08); A proposta de rodízio de papéis desenvolve no aluno habilidades de apresentação, escrita e liderança (PG16).*

Todavia, há evidências de que a adesão aos papéis nem sempre aconteceu como se esperava, como relataram EP22: *Geralmente os papéis não mudam na prática, só no papel*; EP15: *Muitas vezes sem utilidade, diferenciava apenas redator e porta-voz pelas suas funções*; PG21: *Os papéis não foram definidos totalmente: muitas vezes todos agiam como líderes, todos auxiliavam na redação do relatório, e essa participação 'fora dos papéis' foi muito interessante*, PG10: *Cada um soube assumir sua função, a não ser pelo líder, pois ninguém cobrava muito*; PG15: *Os [papéis] mais definidos foram o redator e o porta-voz. O líder e os [demais] participantes tiravam 'folga' na semana (sem generalizar, o.k.?)*.

Algumas sugestões oferecidas pelos alunos de EC também refletem as dificuldades apontadas pelos alunos da EP e PG com relação à adesão aos papéis, especialmente no que concerne ao desempenho da liderança e gerenciamento do trabalho do grupo: *Como o próprio nome já diz, o líder, além de desenvolver comando nas discussões e relatórios iniciais, deveria 'chamar à responsabilidade' para a união, desenvolvimento e responsabilidade do grupo (EC02); Os líderes devem ser responsáveis pela organização do grupo dentro e fora da sala de aula (EC06).*

Afora a questão das atitudes que essas falas levantam, a não adesão aos papéis e a participação desigual dos membros do grupo são dificuldades relatadas também por WOODS (2001) para turmas com tutores flutuantes, como esta implementação da PBL. Neste caso a delegação de responsabilidade e a responsabilização dos alunos perante seus colegas e o professor seriam mais difíceis. Nos casos em que é impossível designar tutores (e.g., alunos de anos anteriores) para cada grupo, WOODS (1996) acredita que um melhor acompanhamento do trabalho individual dentro dos grupos possa ser conseguido tornando-se visíveis as contribuições individuais dos alunos, por exemplo, por meio de diários semanais documentando sua participação nas atividades. Além de diários, BLUMENFELD *et al.* (1998) sugerem a utilização de *portfolios*, entrevistas e investigação do discurso dos alunos. Já STINSON & MILTER (1996) alocam alguns problemas para resolução individual durante o semestre.

Nas implementações na EP e PG, um dos procedimentos adotados pelo docente para contornar essa dificuldade foi a redistribuição dos alunos em novos grupos (equipes) a partir do meio do semestre. Alguns alunos perceberam esta mudança como negativa: *Adorei o grupo inicial, onde trabalhei da melhor forma possível, principalmente pelo fato do laço de amizade entre o grupo. Já na equipe, não apresentei o rendimento pretendido por mim, pois trabalhar com certas pessoas me desestimula* (EP09); *Foi complicado a equipe se reunir e se entrosar para começar a produzir. Gostei mais do grupo* (EP10), enquanto que outros a consideraram positiva: *A troca de grupo no meio do processo foi muito interessante, pois é como se trocássemos de ambiente de trabalho dentro da nossa empresa e experimentássemos tudo o que a mudança envolve* (PG14); *Boa idéia de refazer os grupos, pelo menos o meu produziu melhor após a troca. Senti-me mais motivada* (EP17). Embora este rearranjo dos grupos não tenha acontecido na EC, alguns alunos apontaram esta necessidade: *Achamos que ao invés de fazermos nossos próprios grupos, o professor deveria montá-los evitando assim afinidades preexistentes, objetivando novas relações pessoais* (EC07).

A reação negativa com relação à formação das equipes era esperada, principalmente dos alunos da EP, já que na graduação a formação de grupos por amizade (i.e., 'panelinhas') aparenta ser mais comum. Contudo, a redistribuição dos alunos em grupos diferentes estava de acordo com os objetivos do curso e da PBL, isto é, simular situações reais de trabalho, uma vez que raramente é possível escolher as pessoas com quem se trabalha e nem sempre as pessoas com quem se tem afinidade dentro da organização são as mais indicadas para a consecução de um dado projeto.

De qualquer forma, parece que a curta duração dos cursos impediu o desenvolvimento de atitudes mais impessoais com relação ao trabalho em grupo e a percepção das vantagens da adesão aos papéis por parte de todos os alunos. Também parece que simplesmente colocar os alunos em grupos não resulta por si só na aprendizagem de habilidades e atitudes desejáveis com relação ao trabalho em grupo. Certamente faltou capacitação aos alunos sobre como trabalhar em grupo e sobre as habilidades necessárias ao cumprimento dos papéis (redação de relatórios, liderança, gerenciamento de discussão, apresentação oral etc.). Sem esta capacitação os alunos parecem repetir comportamentos e estratégias de trabalho em grupo aprendidas no ensino convencional, isto é, sem a utilização sistemática e efetiva de planejamento, delegação de responsabilidades, discussões e obtenção de consenso.

### ***Apresentação Oral dos Trabalhos***

A apresentação dos resultados do trabalho dos grupos foi considerada uma *parte interessante [do método], pois não adianta saber sobre os assuntos, tem que saber passar o que se sabe* (EP22), ou seja, as diferentes formas utilizadas para comunicar o diagnóstico dos problemas, as soluções e suas fundamentações teóricas (relatórios, seminários, painéis e dramatizações) *mostraram-se adequadas e eficazes* (PG06). O artifício de variá-las a partir do meio do semestre foi bem recebido: *A forma de apresentação foi muito proveitosa para o aprendizado, principalmente na parte final do curso [segunda metade]* (EP06), pois o uso repetido de seminários nos primeiros problemas foi desmotivante para alguns alunos, como relataram EP15: *A variação nos métodos evitou a monotonia*, e PG09:

*No começo, lá pela 3ª aula, quando percebi o esquema repetitivo da apresentação dos resultados, me senti desanimado e que estava preso a isso até o fim do semestre, mas depois isso mudou e foi muito impactante porque todos, e não apenas o redator, tiveram que concluir as idéias e seu formato de apresentação.*

As falas de PG09 e EP15 levantam ainda o aspecto de alguns alunos terem ficado desmotivados depois de passada a fase inicial da metodologia. Esta desmotivação poderia derivar da existência de dois entendimentos antagônicos, mas igualmente falaciosos, a respeito da educação, partilhados por professores e alunos, segundo KIDD (1978): o entendimento de que não há aprendizagem sem desprazer e o entendimento de que a aprendizagem só pode ocorrer se for excitante e divertida. Ainda que seja importante trazer uma gama variada de opções para uma determinada atividade de modo a desenvolver habilidades diferentes, é necessário verificar se a desmotivação não é decorrente deste entendimento equivocado da parte dos alunos. Com efeito, SAVIN-BADEN (2000) alerta para o fato de alguns alunos perceberem a PBL apenas como *infotainment* (informação + entretenimento) e poderem se ressentir, passada a fase da novidade, do trabalho que ela requer.

A percepção de *infotainment* parece ter sido maior entre os alunos da graduação (especialmente na EP), que se mostraram mais fascinados pela relativa autonomia e liberdade que o método permitia. Este comportamento poderia ser explicado por sua menor maturidade e experiência no mundo do trabalho em comparação com os alunos da PG. Poderia também ser indicação de sua experiência mais recente em ambientes de ensino mais rígidos, onde disciplina, geralmente

imposta pelo professor, significa silêncio e inação para que os conhecimentos possam ser transmitidos com maior eficiência.

Na ausência desse tipo de disciplina alguns alunos pareciam, às vezes, agir como crianças na hora do recreio escolar em ambientes educacionais convencionais, associando a possibilidade de mobilidade e conversação à dispersão e divertimento. Embora a aula sob esta metodologia seja mais dinâmica, ou mesmo mais divertida, é necessário mostrar aos alunos desde o princípio e lembrá-los ao longo da disciplina/curso que a PBL objetiva, principalmente, a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades e atitudes e isto demanda esforço, tempo e, sobretudo, um outro tipo de disciplina, isto é, a auto-regulação e a organização para atingir metas comuns.

Nessa direção BLUMENFELD *et al.* (1998) acreditam que “as atividades que contêm muitos atrativos aos alunos (e.g., filmes) podem lhes parecer diversão e assim sugerir um engajamento mais passivo”. Além disso, o docente também deve ter consciência de que seu papel em um método de aprendizagem ativa como a PBL não pode se reduzir ao de provedor de atividades divertidas aos alunos. Ao contrário, sua função se aproximaria daquela descrita por DEWEY (1976, p. 16),

“a de dispor as coisas para que as experiências, conquanto não repugnem ao estudante e antes mobilizem seus esforços, não sejam apenas imediatamente agradáveis, mas o enriqueçam e, sobretudo, o armem para novas experiências futuras”.

Assim, o propósito das apresentações, particularmente com turmas grandes, segundo RANGACHARI (1996), seria o de estimular os alunos a exercitarem suas habilidades comunicativas e ensiná-los a comunicar de forma eficaz os conhecimentos que construíram – atestado pela fala de PG04: *Proporcionaram o desenvolvimento de capacidades que alguns pensavam, até então, não serem capazes ou então nunca desenvolverem* – e o de prover mecanismos para que expressem suas idéias individualmente, o que se deu durante os debates subseqüentes, no fechamento coletivo. De qualquer forma, como ocorreu com o trabalho em grupo, a mera presença de oportunidades de apresentação oral parece não garantir o desenvolvimento a contento da habilidade de comunicação dos alunos. É necessário dar-lhes suporte para que esta habilidade se desenvolva em todo o potencial que a PBL pressupõe.

### **Fechamento Coletivo**

A fase do fechamento coletivo foi considerada importante por todos os alunos, como mostram PG05: *Constituía-se o 'clímax' de todo o processo*; PG12: *O fechamento coletivo foi o mais proveitoso de todo o processo onde pudemos discutir várias visões para um mesmo problema*; e EP03: *Foi muito bom por podermos ver que às vezes nos apegávamos demais a alguma teoria. Também foi bom por mostrar sempre que há várias maneiras de se resolver os problemas na administração*.

A síntese do professor nesta fase foi valorizada: *A análise final das idéias apresentadas e explicação geral do professor [foram boas] para esclarecer possíveis erros de análise dos grupos (EP09)*; *O fechamento coletivo foi importante, pois validava o conhecimento obtido e exposto pelos grupos (PG04)*; *Bom, onde o aluno compara o conhecimento adquirido com o do professor (EP15)*; *Necessário, pois o professor acrescentava algumas coisas (EP14)*.

Em implementações da PBL como a deste estudo – nas quais o docente atua como facilitador flutuante de grupos de alunos inexperientes na metodologia – é natural que o professor se afaste um pouco do papel descrito por BARROWS (2001), intervindo em determinados momentos do processo para garantir que os alunos sejam capazes de distinguir conceitos essenciais de fatos triviais. Porém, isto deve ser feito de tal forma que não prejudique sua transição da aprendizagem passiva para a ativa (ALLEN *et al.*, 1996). Ademais, é preciso observar se estas falas não estariam refletindo as vivências destes alunos em metodologias pautadas na figura do professor como o detentor do conhecimento, ao qual, e somente a ele, cabe a palavra final que irá legitimar ou não as pesquisas feitas pelos alunos.

Por outro lado, apesar da valorização da fala do Professor neste segmento da aula, alguns alunos, principalmente da EP, pareceram pedir maior participação dos alunos: *Os resultados finais deveriam ser mais discutidos (EP16)*; *Foi meio fraco a interligação e o intercâmbio de conhecimentos entre os grupos (EP10)*; *Deveria ser mais explorado, para criar maiores discussões e debates entre os alunos (EP04)*. Isto pode ser explicado pelo pouco tempo alocado ao fechamento coletivo na EP e EC, o que o limitava à síntese do professor.

### ***Avaliação de Desempenho e do Processo***

Na última fase do ciclo os alunos realizavam a avaliação do processo educacional ou APE (problema, dinâmica da aula etc. feita pelo grupo) e a avaliação do desempenho dos alunos ou AD (quando o líder, separadamente, avaliava a si mesmo e os demais membros do grupo).

Em uma abordagem que delega responsabilidade aos alunos pela sua própria aprendizagem, não seria coerente que a avaliação coubesse somente ao Professor. Portanto, foi fundamental que os alunos mantivessem alguma autoridade quando da avaliação de seu próprio desempenho e do processo educacional, como reconheceu EC04: *A forma de avaliação foi boa, e também pode ser considerada mais justa por ter sido dividida em etapas e entre o professor e o líder*. Além de contribuir para o aprimoramento do processo, esta responsabilização pode favorecer a motivação intrínseca ou epistêmica nos alunos, sustenta BRUNER (1973, p. 120), uma vez que “obtemos relativa independência de recompensas e castigos atribuídos pelos outros quando temos nossos padrões próprios”.

De modo geral, os alunos encontraram dificuldades nessa fase. Subjetividade e imparcialidade parecem ter sido fatores complicadores para os alunos: *Achei interessante, mas às vezes ficava muito difícil avaliar através de notas [conceitos] por ser algo muito subjetivo* (PG21); *Muito difícil, pois avaliamos as pessoas de acordo com a nossa visão que não é sempre certa; podemos ser muito rigorosos* (EP07); *Alguns conflitos de idéia devem ter influenciado as avaliações* (EP15).

Também foi observado o preenchimento mecânico dos formulários de avaliação também foi observado durante o semestre, o que apareceu nas respostas aos questionários: *No grupo e na equipe, alguns membros não davam a devida importância ao assunto* (EP04); *[A avaliação] às vezes tornava-se desgastante e rotineira, por ter que ser feita toda semana e ao final de cada relatório* (EC04). Segundo GROH (2001), uma maneira de mitigar a dificuldade devido à subjetividade dos conceitos e evitar o preenchimento *pro forma* das avaliações seria diminuir sua frequência e oferecer *feedback* imediato aos alunos mediante comentários construtivos anônimos dos colegas.

Analisando a APE (Anexo V) separadamente, ela parece ter sido considerada positiva: *Muito bom, pois o professor podia saber o que estávamos achando* (EP14); *É um canal que beneficia as duas partes* (EP21); *De extrema*

*importância para que os alunos demonstrassem seus pontos de vista sobre a aula (PG20). Entretanto, notou-se tanto pela maneira como realizavam esta avaliação durante o semestre (mecanicamente), quanto pela forma como responderam sobre este ponto no questionário final (confundindo a APE com a AD ou dando uma resposta conjunta para as duas), que o rendimento desta atividade foi aquém do esperado. Isto indica a necessidade de aprimoramento, principalmente porque seria um instrumento importante tanto para o processo de melhoria contínua do curso quanto para o desenvolvimento de uma atitude reflexiva sobre o processo de ensino-aprendizagem, especialmente dos alunos da PG, presentes/futuros professores no ensino superior.*

Já a AD (Anexo IV) foi mais bem aproveitada, como indicaram PG01: *Foi de grande valia. Levou a equipe a repensar o seu envolvimento com as tarefas que foram designadas, individualmente; EP06: Importante para saber se o grupo/equipe está trabalhando de forma séria e correta; EC08: O procedimento se mostrou coerente, pois os alunos também participam da avaliação, desenvolvendo assim o senso crítico de cada um e trabalhando como se estivesse em uma empresa.* Entretanto, há evidências de que este procedimento também foi prejudicado por atitudes e estratégias de sobrevivência adquiridas durante o processo de escolarização dos alunos: *Não sei avaliar o quanto fomos sinceros. Acho que só no final do semestre abandonamos o coleguismo e fomos mais sinceros (EP17);*

*A idéia de que a avaliação de desempenho [AD] poderia afetar a nota final de algum componente do grupo fez com que não fosse tão crítico e realista como devia. Com o passar das semanas houve uma melhor consciência da importância da avaliação ser mais real para ajudar o processo (PG12).*

Para mitigar esse efeito, percebido durante o semestre por meio das avaliações e relatos informais dos alunos, o Professor tentou lhes mostrar a importância deste procedimento e a responsabilidade nele embutida, além da possibilidade de estarem vivendo situações passíveis de serem encontradas em um ambiente profissional real, o que foi reconhecido por PG04: *Mostrou a importância em sua auto-avaliação e na avaliação de seus colegas, tentando isolar o relacionamento pessoal (uma atitude que os administradores e gerentes precisam ter).*

Mesmo sendo necessário repensar as avaliações do desempenho (AD) e do processo educacional (APE), os excertos mostrados aqui parecem sugerir que estão de acordo com o procedimento de avaliação mais adequado à promoção de processos cooperativos de aprendizagem. RAMOS (1999, p. 227), pautada em

McConnel, sustenta que os alunos deveriam estar ativamente envolvidos no processo de avaliar suas atividades, pois, sendo o aprendizado um processo pessoal, sua avaliação deve ter uma dimensão pessoal. Ainda que reconheça a importância da avaliação do professor dado seu papel imprescindível na condução do processo educacional, a autora acredita que “a assessoria ou a avaliação entre pares também é essencial, porque eles estiveram juntos durante o processo de aprendizado, eles estão aptos a elaborar questões relevantes, a tomar parte da avaliação de uma perspectiva muito mais próxima ao processo de aprendizado que a do tutor”. É o que aparenta significar a fala de EC09: *Interessante [a forma de avaliação adotada], pois como a maior parte do trabalho é feita extra classe, somente os alunos que o fizeram têm condições de avaliar.*

### **A PBL SOB A ÓTICA DO PROFESSOR**

À semelhança dos alunos, a PBL teve uma avaliação positiva do Professor, considerada por ele como um método de ensino mais dinâmico e prazeroso. Essa apreciação positiva concorda com pesquisas sobre este método, as quais “sugerem claramente que os docentes consideram a PBL uma maneira satisfatória de ensino” (ALBANESE & MITCHELL, 1993, p. 69).

A boa recepção à PBL da parte do Professor foi, entre outros motivos, porque seus princípios e atividades respondiam às suas concepções sobre os objetivos do ensino superior, a função da universidade e da docência universitária. Isto, à luz da insatisfação do Professor com relação a sua prática na fase anterior da pesquisa (Fase 1), estaria de acordo com HUBERMAN (1973), para quem as mudanças são assimiladas pelos docentes na medida em que satisfazem suas necessidades específicas.

Na sua avaliação o Professor concordou com os alunos em muitos pontos. Por exemplo, o Professor concordou com os alunos no que concerne à capacidade do método de tornar a aprendizagem mais agradável e as aulas mais dinâmicas para os alunos e para si mesmo. Isto poderia ser considerado um fator importante para o sucesso da implementação, segundo HARGREAVES *et al.* (2002, p. 149). Os autores advogam que uma avaliação positiva da parte dos docentes favoreceria o sucesso de uma mudança educacional, já que esta deveria ser “construída e sustentada de tal forma que faça com que a parte intelectual e emocional do trabalho [docente] seja divertida, ao contrário de ser cansativa e exaustiva”.

O Professor ainda concordou que os alunos podem ter aprendido grande parte dos conhecimentos e desenvolvido muitas das habilidades e atitudes objetivadas pela disciplina, principalmente aquelas relativas à aprendizagem autônoma (pesquisa) e ao trabalho em grupo. O Professor também indicou estar de acordo com os alunos quanto à necessidade de maior comprometimento por parte deles para o bom funcionamento da PBL e quanto ao aumento do tempo de dedicação e carga de trabalho requeridos pelo método, como mostram os seguintes excertos de sua avaliação.

### **Semelhança com a Futura Atuação Profissional dos Alunos**

Um dos aspectos da PBL que mais agradou ao Professor foi a semelhança de seu processo com o futuro exercício profissional dos alunos. As atividades em sala de aula se aproximavam muito das situações que os futuros engenheiros enfrentariam no seu cotidiano. O Professor percebeu esta característica do método desde o início, inclusive fazendo uso dela para organizar e administrar a sala de aula, como mostra esta fala com relação ao comportamento inadequado de alguns alunos da EC:

*Como vocês acham que teriam sido avaliados se isto hoje fosse uma reunião na sua empresa? Vocês estariam conversando se seu diretor estivesse falando? Chegariam atrasados? E se fosse uma dinâmica de grupo para um emprego? Vocês não acham que teriam aí uns pontinhos negativos? Estamos interessados na habilidade de ouvir, em atitudes de respeito para com os colegas...*

### **Similaridade com o Trabalho Docente Universitário**

No que diz respeito ao trabalho docente, ainda que a PBL tenha aumentado seu tempo de dedicação à disciplina, o Professor opinou que o trabalho em sala de aula não apresentou dificuldades devido à grande similitude entre este método de ensino e algumas atividades que já realizava na IES. Atividades tais como pesquisa e orientação de alunos de pós-graduação assemelham-se bastante à atuação docente neste ambiente educacional. De fato, DAHLGREN *et al.* (1988) relatam uma maior receptividade do método entre professores que têm experiência na orientação de projetos de alunos de graduação e/ou pós-graduação.

Na apreciação do Professor, um ponto positivo da PBL era sua semelhança com relação ao método científico. Portanto, suas atividades não seriam estranhas à maioria dos docentes e a muitos alunos na IES:

*A minha impressão da metodologia é que ela, em termos de aprendizado, eu creio, que aquilo que está no fundamento dela... Eu acredito bastante que realmente ela provoca a questão da pesquisa; que é a gente pesquisando e refletindo que a gente aprende. É isto o que a gente faz enquanto pesquisador; a gente está sempre querendo resolver um problema de certa forma, um problema que a gente divide em partes, vai resolvendo em partes, durante às vezes anos, mas está fazendo isso... Então a impressão que eu tenho [é] que em termos da sua essência, ela realmente desencadeia a pesquisa e isso é essencial. Diferente, por exemplo, de uma metodologia tradicional, de uma aula expositiva em que você não provoca nada...*

### **Aumento da Imprevisibilidade da Aula**

A despeito dessa semelhança com o trabalho de pesquisa e orientação, na opinião do Professor a PBL colocaria um grande desafio aos docentes e alunos: a imprevisibilidade. Ou seja, o método aumentaria a imprevisibilidade que caracteriza o trabalho docente, independentemente da abordagem instrucional adotada. Esta imprevisibilidade inerente à docência é ilustrada por TARDIF (2002, p. 137): “Os professores precisam tomar decisões e desenvolver estratégias de ação em plena atividade, sem poderem se apoiar em um ‘saber-fazer’ técnico científico que lhes permita controlar a situação com toda a certeza”.

Na visão do Professor, devido ao aumento da imprevisibilidade, um docente com menos experiência e menor domínio do conteúdo ensinado encontraria mais dificuldades na PBL, o que poderia ser considerado uma limitação para a utilização generalizada da abordagem por professores da IES. A imprevisibilidade causada pelo método aparece na fala do Professor com respeito a dois aspectos:

- Perda de controle sobre o conteúdo trabalhado em sala de aula (em termos de cumprimento de um programa):

*Eu acho que para o professor [o método expositivo] é o mais tranquilo porque ele prepara do jeito que ele quer. É tudo muito previsível, [enquanto que na PBL] as coisas podem acontecer muito mais livremente [...] em termos de planejamento. [...] [Na PBL] o professor fica em uma situação, não diria ruim, mas numa situação onde as coisas podem acontecer muito mais livremente, o que poderíamos chamar de imprevisto em termos do planejamento [...], porque o*

*professor provoca com um problema e ele não tem controle estrito do que vai acontecer realmente na volta, mas que dá aos alunos uma grande liberdade de enxergar de forma diferente.*

- Vulnerabilidade do docente com relação a assuntos levantados pelos alunos em sala de aula e desconhecidos por ele:

*Eu acho que esta metodologia [PBL] exige um grande conhecimento do professor, porque você andar no trilho não exige muito questionamento e não checa, [isto é,] não coloca o professor em cheque. Você imagina alguém que é novo, alguém que sabe, mas saber e transitar em um corpo de conhecimento é outra coisa. [...] Então é melhor aquela aula que você transita no trilho, porque você trabalhar com a idéia de capitão de navio é mais difícil, porque são os imprevistos que você tem que trabalhar na hora. Você tem que lidar com estes imprevistos [...] de conhecimento. Você nem pensou e pá! [O aluno] te pega ali. Quando você dirige muito a aula, dificilmente escapa. Ainda que aconteça um imprevisto, ele é um imprevisto de certa forma controlável. Agora este tipo de aula [PBL], é um imprevisto incontrolável, porque você não tem controle da aula.*

Ademais, para o Professor, essa imprevisibilidade seria ainda maior na sua disciplina devido à natureza do conteúdo que ensinava, já que *o sujeito da biologia, por exemplo, [...] vai ter muito menos interferência externa de outros conhecimentos das pessoas do que quando você trabalha com administração [...], porque o cara vem lá com auto-ajuda, religião...*

Essa percepção de aumento da imprevisibilidade na PBL pode estar na raiz da resistência a sua adoção e dos receios docentes citados na literatura. De modo geral, a julgar pela fala do Professor, parece que a PBL põe à prova aquilo que os professores deveriam saber e realizar e isto poderia lhes causar grande desconforto psíquico (conseqüentemente resistência), já que está intimamente relacionado com a maneira como concebem sua identidade profissional (HUBERMAN, 1973). É preciso lembrar que os docentes, similarmente aos alunos, precisam se sentir competentes e valorizar aquilo que estão fazendo de modo a se disporem a tentar novas abordagens de ensino (BLUMENFELD *et al.*, 1998).

O cumprimento do programa é uma preocupação comum entre os docentes na PBL (ALBANESE & MITCHELL, 1993). GALLAGHER & STEPIEN (1998) colocam a pressão – interna ou auto-imposta – por cobertura de conteúdos entre os dez obstáculos apontados por docentes à mudança de suas práticas de sala de aula. Isto ocorre mesmo entre aqueles que a consideram um método de aprendizagem ao invés de apenas uma abordagem de ensino, segundo DAHLGREN *et al.* (1998), ou seja,

mesmo entre os professores cujas concepções de ensino se aproximam da facilitação ou desenvolvimento do aluno no continuum de KEMBER (1997). Um dos receios mais citados pelos docentes é que, deixado nas mãos dos alunos, o conteúdo planejado para a disciplina não seja trabalhado a contento (ALLEN *et al.*, 2001a). Isto não é totalmente infundado, já que os métodos de aprendizagem cooperativa semelhantes à PBL não priorizam o cumprimento de um programa, mas o desenvolvimento de habilidades de análise, síntese, avaliação e pensamento crítico (HERREID, 1988).

De fato, como foi mencionado anteriormente, ALBANESE & MITCHELL (1993) indicam a existência de alguns ‘buracos’ no conhecimento dos profissionais que estudaram por meio da PBL, atribuída por HERREID (1988) tanto à imprevisibilidade quanto à dificuldade de conceber problemas que cubram todos os conteúdos propostos pelo currículo. Porém, o autor crê ser mais importante objetivar o desenvolvimento das habilidades de aprendizagem de ordem superior, já que a maioria dos ‘buracos’ pode ser facilmente remediada por intermédio de estudo autônomo, *workshops*, cursos de especialização etc.

Paralelamente, o receio de ser colocado em uma situação em que tem que admitir o desconhecimento de algum conceito ou fato tampouco parece ser inusitado. POWELL (2000), por exemplo, relata o aumento da vulnerabilidade docente, sustentando que a PBL testaria os professores quando, por exemplo, os alunos levantam perguntas inesperadas ou cujas respostas extrapolam sua área de especialidade (*expertise*).

Entretanto, a própria percepção de vulnerabilidade poderia ser questionada e explicada por uma combinação de aspectos institucionais, culturais e individuais. No caso da IES, poderia ser atribuída à sua cultura positivista, à concepção do professor como detentor de conhecimento, à avaliação de competência pautada no domínio de conhecimentos específicos, à internalização de uma autoridade indisputável por parte dos engenheiros-professores etc. Mesmo não validando estes aspectos, o Professor conjecturou sobre os efeitos da admissão repetida de desconhecimento e sua possível implicação na avaliação dos docentes que a IES realiza (mediante questionários respondidos pelos alunos ao final dos cursos):

*Claro que os professores foram treinados desta forma e isto dá uma segurança também. Até porque nós teríamos problemas, você imagina [em] toda aula você falar para os alunos: “Eu não sei exatamente isso, na próxima aula eu retorno”? É porque nós não temos esta compreensão [...] de que o professor não tem a obrigação de saber tudo*

*[...]. Mas acho que como nós fomos treinados, nós não perdoaríamos o professor por ele errar uma, duas, três vezes... Errar, não! Não ter resposta! Provavelmente este professor, dentro dos moldes atuais, seria sacrificado.*

A imprevisibilidade não era percebida pelo Professor como uma possível causa de resistência ao método somente da parte dos docentes. Ele considerava-a um desafio a ser enfrentado também por alunos:

*Talvez pudéssemos dar a mesma explicação do professor. O professor não quer usar a metodologia porque traz imprevisibilidade e eu acho que o aluno também. Pelo menos o primeiro impacto dele, quando está ouvindo o professor falar do programa, ele está cochichando com o outro: "Isso aí vai dar um trabalho!" Quer dizer, é preferível eles ficarem aqui ouvindo, porque para ele [a PBL] traz imprevisibilidade, vai ter que trabalhar fora da sala de aula, vai ter que pesquisar.*

Este desafio, por sua vez, também poderia influenciar a avaliação do desempenho docente que a instituição realiza e dificultar ainda mais a aceitação da PBL pelos docentes.

Sobretudo, a imprevisibilidade devida às percepções de perda de controle e vulnerabilidade pode impedir a adoção da PBL porque os professores, segundo HUBERMAN (1973, p. 63), "resistem em particular a todas as mudanças que lhes deixem menos autoridade sobre a classe ou sobre cada um dos alunos que a compõem". Ademais, WATSON & GROH (2001, p. 18) crêem que mesmo para os docentes intelectualmente convencidos de que mudar para uma abordagem tal como a PBL "seja pedagogicamente sólido e desejável, dar o primeiro passo para além do pódio e entregar um pouco que seja da responsabilidade pela aprendizagem aos alunos pode ser debilitante".

### **Necessidade de Experiência e Domínio do Conteúdo**

Decorrente dessa imprevisibilidade, o Professor supunha que um docente inexperiente teria maior dificuldade em trabalhar com este método. Isto remete à discussão encontrada na literatura sobre PBL a respeito da imprescindibilidade do tutor especialista na área do conhecimento que está sendo trabalhado no problema (ALBANESE & MITCHELL, 1993). O Professor imaginava que *um professor recém formado [...] passaria apertado. [...] Na aula expositiva alguém pode perguntar, mas*

*perguntar dentro daquilo que foi preparado por você.* O Professor assim explicou as preferências didáticas dos docentes:

*A [aula] expositiva seria aquela em que o professor discorre sobre um tema sem interlocução com os alunos. A aula com texto seria como eu trabalhei no semestre passado, os alunos lêem o texto em casa e participam da discussão. E tem a PBL, em que eles vão pesquisar os conceitos. Quanto mais inexperiente e inseguro o professor, ele vai dar prioridade para a aula expositiva, pois ela permite um total controle do tema da aula. Na aula PBL a gente não sabe o que os alunos vão trazer de suas pesquisas. Você tem que ter muito jogo de cintura e domínio vasto do conhecimento específico.*

Para o Professor, experiência e domínio do conteúdo pareciam estar intimamente ligados, haja vista sua escolha em aplicar a PBL somente na disciplina em que tinha mais anos de magistério. Apesar de estudos como o de MENGES & AUSTIN (2001) mostrarem que estes atributos, individualmente ou em conjunto, não garantiriam um ensino eficiente (em quaisquer abordagens educacionais), o Professor, como mostra o trecho anterior, acreditava que um docente com um maior domínio do conteúdo ensinado enfrentaria menos obstáculos em um ambiente educacional PBL que em uma aula expositiva.

Mesmo considerando que nessa fala possam estar embutidos o padrão institucional e a concepção do bom professor da IES (que negligenciam suas habilidades e conhecimentos pedagógicos), é necessário mostrar que a literatura não sustenta este ponto. Uma vez que algum domínio do conhecimento é um requisito *sine qua non* para que haja instrução em qualquer abordagem educacional, pesquisas citadas por WILKERSON (1996, p. 26) mostram que não há correlação entre o fato do tutor ser ou não ser um especialista no tópico em questão e o desempenho dos alunos. Estas mesmas pesquisas também indicam que, embora sejam mais eficazes na retificação dos conceitos equivocados dos alunos, “tutores com grande especialização [*expertise*] no assunto do problema engajaram-se em comportamentos mais diretivos, enquanto que seus alunos exibiram menos iniciativa que em tutoriais dirigidos por docentes mais generalistas”.

### **Capacidade de Motivar Alunos e Professor**

Por outro lado, a imprevisibilidade imprimida à aula também foi vista pelo Professor como uma vantagem, quer dizer, esta característica da PBL tornava as aulas mais

dinâmicas e interessantes e permitia o surgimento de múltiplas visões sobre um mesmo tópico, o que pode promover o desenvolvimento tanto dos alunos quanto do docente:

*A gente vê pontos de vista diferentes, vê os interesses deles [alunos] diferentes do que você imaginou, a forma de abordar é diferente. Eu acredito que inclusive o professor aprende muito, pelo fato desta imprevisibilidade ser grande, mas também significa que está tendo um retorno de coisas muito inesperadas ao contrário daquela [abordagem] totalmente fechada que não tem retorno, o retorno é praticamente zero para o professor...*

A capacidade de evitar a rotina das aulas expositivas, tornando cada aula uma experiência única, seria, segundo o Professor, um forte argumento a favor da PBL:

*O professor não precisa ficar assustado com isso, com o fato de cada aula e cada turma ser diferente. Isso até deve motivar o próprio professor, pontos de vista diferentes, que não vai deixar que ele próprio entre numa certa rotina. Acontece comigo, você dá um curso 'n' vezes, num método expositivo, vamos dizer. Como que o professor consegue dez anos dar a mesma disciplina na forma expositiva?! A gente sabe de alguns que nem revisam suas anotações... Como podem repetir isso?! Que motivação têm?! Eu acho que o professor também precisa ter um desafio intelectual, ele precisa se sentir motivado. [...] Esta metodologia motiva neste sentido: são sempre aspectos diferentes que algum aluno olhou, não é pelo fato de ele ser aluno e você estar há vinte anos [ensinando]... Sempre tem alguma coisa, pela própria geração diferente. Você tem vinte anos de diferença do aluno, ele já tem a cabeça diferente, ele enxerga o mundo diferente, às vezes ele traz coisas diferentes e [isto] tem que ser para a gente um aprendizado, uma forma de ver diferente, questionamentos diferentes, e principalmente preocupações diferentes: o que preocupa ele [o aluno]? Esta é uma forma, uma metodologia em que estas preocupações a que a gente precisa estar muito atento para tentar motivá-los. Ela traz muito isto... A gente precisa ficar atento à solução que eles deram, como que eles encararam o problema, tudo vai estar revelando essas preocupações deles...*

### **Comprometimento, Maturidade e Responsabilidade dos Alunos**

Similarmente aos alunos, o Professor opinou que a aula neste ambiente educacional dependia mais do comprometimento dos alunos (de assumirem a responsabilidade pela aprendizagem) que a aula em ambientes convencionais de ensino. Ainda que seja um requisito básico em qualquer abordagem educacional, convencional ou

alternativa, este comprometimento é imprescindível para o bom funcionamento da PBL (WOODS, 1994), como reconheceu o Professor:

*A metodologia... é evidente que exige muito mais maturidade em termos de responsabilidade, de ter um compromisso com a equipe, com a classe como um todo... que ele tenha uma parte ativa, quer dizer, depende dele, se ninguém fizer nada, o que vai acontecer com a aula?! Na outra [abordagem] não, se ninguém fizer nada, o professor dá aula e pronto, a aula prossegue... Aqui não, se o sujeito não tiver esta maturidade de saber: "Puxa vida, eu estou aqui de forma ativa, construindo esta aula, esta disciplina". Se ele não tiver esta consciência, é difícil o andamento da disciplina...*

Na fala do Professor, a maturidade parece não estar somente relacionada à responsabilidade dos alunos, mas também associada a sua capacidade intelectual. Esta percepção da necessidade de maturidade dos alunos da parte do Professor procede se for considerado que a PBL tem suas raízes em uma escola de medicina da América do Norte, cujos alunos não advêm diretamente do ensino secundário. O fato de a PBL ter sido originalmente pensada para alunos intelectualmente maduros e altamente motivados (DUCH *et al.*, 2001) foi percebido pelo Professor quando relacionou o comprometimento com as atividades do método à capacidade de pensamento científico dos alunos da EC. Enquanto esses *alunos [EP] parecem de cursinho!*, os alunos da EC

*têm um perfil diferente. O pessoal da civil tem uma ótima formação científica, por ele ter um curso que é [...] formar alguém projetista, então eu acho que mesmo que eles não tenham uma disciplina de metodologia científica, estão embutidos na cabeça deles o método científico e a forma de tratar o conhecimento, eles têm um rigor muito grande. Veja o rigor da menina [porta-voz]! [...] A gente vê pelas perguntas, pela seriedade, pelas dúvidas que têm do método [PBL], que são diferentes. E o pessoal da pós-graduação tem a formação mais diversa possível, em escolas diversas, com uma formação deficiente mesmo no pensamento científico...*

Para o Professor essa capacidade de pensar cientificamente parecia ser mais importante para um ambiente de aprendizagem PBL que a maturidade cronológica. Ele acreditava que, paralelamente ao fato de serem mais velhos e já terem experiência profissional (às vezes como docentes), a formação científica deficiente de alguns alunos da PG fazia com que eles, mesmo aprovando o método, não se comprometessem totalmente com seu processo como deveriam fazê-lo de modo a obter seus benefícios:

*O pessoal de pós já traz às vezes uma história bastante rodada que até dificulta eles pensarem de uma forma diferente, eles insistem sempre no que eles já têm de conhecido, no que eles já têm de solução. [...] O problema dá uma oportunidade de pensar diferente. Se o sujeito fica preso naquilo lá ele não cresce. [...] eu até penso às vezes que eles já tinham a solução de antemão.*

*E quanto mais velho o pessoal que você pega, o pessoal já tem uma maneira de trabalhar, uma visão de mundo que não é muito científica, ou é pouco científica, melhor dizendo. Ele trabalha, às vezes ele é um profissional lá, trabalha no escritório ou coisa assim e não tem essa forma de pensar. Por que eles [colocam que] é tudo a mesma coisa aqui [hipóteses e fatos]? Eu percebi assim que é uma forma: “Eu já agrupo, eu já arrumo um conceito ali...” [...] Poderia ser até uma questão de quantos valores brasileiros você vai entrar em conflito nestas questões...*

No entanto, considerando a presente utilização da PBL nos três níveis de ensino (inclusive no ensino fundamental, e.g., GLASGOW, 1997) e sua aproximação ao que KNOWLES (1984) e KIDD (1978) recomendam para a educação de adultos, é possível entender que esses excertos da fala do Professor apontem mais para a dificuldade de obter o comprometimento de alunos devido a suas experiências prévias em ambientes educacionais convencionais e/ou formação escolar deficiente, principalmente no que concerne ao desenvolvimento do pensamento científico.

### **Aumento do Tempo/Carga de Trabalho**

O Professor também concordou com os alunos com relação ao aumento do trabalho, principalmente para os que se comprometeram com a disciplina na forma como foi abordada. Ele considerou este aumento da tempo/carga de trabalho como um dos motivos de alguns alunos virem a preferir as aulas expositivas:

*Eu acho que sim [a PBL aumenta a carga de trabalho para os alunos], porque [os alunos] preferem ficar sentadinhos recebendo e fazer a prova e pronto. Você vê que eles reagem. Há uma reação porque, em princípio, vão trabalhar mais. Eu acho que alguns [alunos] logo calculam: “Eu vou trabalhar mais, mas vou ter mais ganho...” Mas a primeira reação, mesmo dos bons alunos é reclamar. Mesmo porque a estrutura [da IES] empurra a isto: “Vou ficar lá paradinho, sentadinho, ouvindo, não me dê trabalho não! Quero as datas das provas; me preparo para isto e pronto!”.*

O Professor também relatou que a PBL aumentou o tempo que ele dedicava à disciplina, confirmando as meta-análises de ALBANESE & MITCHELL (1993) e VERNON & BLAKE (1993). Isto se deu devido à necessidade de conceber os problemas, de corrigir os relatórios, escrever comentários aos alunos, computar as notas/conceitos das avaliações dos líderes (AD) e das suas avaliações (apresentações, Relatórios Parcial e Final) e refletir sobre os erros e acertos dos grupos referentes aos conhecimentos, habilidades e atitudes objetivadas pelo problema/disciplina de modo a dar *feedback* à turma durante os encontros:

*A metodologia dá trabalho de elaborar os problemas, que não podem ser qualquer formulação, tem-se que pensar qual é objetivo daquela aula e tem que por nesta descrição do problema o objetivo... Então acho que toma tempo. Toma tempo examinar os relatórios. Sábado eu estava fazendo isto, a turminha da graduação da produção, oito equipes, acho que foram três horas... Porque você escreve alguma coisa, você pensa no que você vai escrever para dar um retorno para eles. [...] E dar esse retorno na hora que você está lendo e escrevendo demora muito. Então você vai escrever para cada um um bilhetinho, para cada assunto uma nota e preencher aquele quadro [no qual o Professor computava as notas]... Fazer a síntese da produção dos alunos [para controle do professor] na hora que eu estou corrigindo e colocar naquele quadro... até me ajuda a dar nota, porque em função disso... qual foi o resultado dos grupos? Aquelas anotações ajudam a dar uma nota. Mas ajudam também a fazer as observações, além do quadro tem uma folhinha de observação... [...] São as anotações para trazer para aula, são atitudes dos alunos e procedimentos que eu observei que eu acho importante relatar ou para fazer uma correção comum para a classe toda, para o grande grupo, ou uma correção ou um elogio que é importante: “Olha, está acontecendo isto... que beleza... todos os líderes estão se posicionando...” Eu acho importante falar quando eles estão anotando a falta e a contribuição de cada um...*

No entanto, este aumento de tempo tem que ser relativizado, já que muitas das atividades a que o Professor se referiu são, idealmente, incumbências docentes em quaisquer abordagens educacionais. Assim, o aumento da carga de trabalho aparenta estar mais relacionado com o formato da PBL adotado (com ciclos curtos), que, entre outras coisas, acabava gerando muitas avaliações semanalmente.

### **Necessidade de Maior Carga Horária para a Disciplina**

Além de concordar com os alunos com relação ao aumento da carga de trabalho, o Professor também expressou a necessidade de se aumentar a carga horária/créditos

da disciplina, possibilitando mais encontros e/ou mais tempo de trabalho em sala de aula, para que os alunos se beneficiassem mais da PBL:

*Acho que a principal [limitação] foi o tempo, em termos dos alunos. [...] Quer dizer, por mais que você corte o assunto, é pouquíssimo tempo de sala de aula. Tem o tempo de você receber [os trabalhos], de você falar alguma coisa sobre a aula passada, de você retomar qual é o problema e aí a apresentação... Então fazer um ciclo a toda aula... talvez o problema seja este. A gente não consegue colocar isso dentro de 2 aulas, acaba extrapolando, o que eu concordo com eles [alunos], eles reclamam e eles têm razão, eles têm outras atividades já programadas e acaba entrando na agenda deles e causa um transtorno para eles. Então, primeiro, o tempo em sala de aula, o que com quatro aulas é perfeito, e também o tempo fora. Acho que a grade aqui, por exemplo, na [IES]... a grade não permite porque têm tantas aulas que eles assistem que eles já fazem as suas racionalizações: de como eles vão resolver, administrar aquele semestre... já está tudo mais ou menos... que eles vão aprendendo desde o primeiro semestre que eles entram aqui. Eles já vão aprendendo, provavelmente com os mais velhos também, como lidar com isto. Quando você exige uma atividade que não é rotineira no sentido do assunto, da pesquisa, de ter que pensar coisas diferentes, como muitos expressaram, quebra muito essa rotina deles. E isso cria um problema porque numa semana pode ser duas horas fora da sala de aula, na outra semana pode ser três... Isso já é um transtorno para eles!*

Ademais, este aumento dos créditos não seria somente necessário para que houvesse mais tempo nos encontros, mas também para fazer justiça ao maior tempo despendido pelos alunos fora da sala de aula. Por sua vez, o aumento de créditos também beneficiaria o Professor, já que melhor representaria a maior quantidade de horas utilizadas na preparação das aulas e correção dos trabalhos dos alunos.

### **Superficialidade na Aprendizagem de Conhecimentos**

Mesmo reconhecendo a capacidade de a PBL trazer uma visão ampla sobre um dado assunto, o Professor considerou que a avaliação dos alunos sobre a superficialidade com que o método abordou os conhecimentos específicos foi pertinente:

*A leitura que eu fiz... Bom, desta avaliação e daquelas que nós provocamos... Meu resumo seria dois pontos críticos: um é o tempo, tempo dentro da sala de aula e fora da sala de aula, e o segundo é que eles têm este sentimento de superficialidade... de que toda vez fica muito no superficial. Você abre muito, toca em muitos pontos abrangentes, mas eles ficam com o sentimento de que eles não aprenderam um determinado conceito mais aprofundado.*

*Eu acho que minimizou um pouco do problema o fato de eles entenderem isto, [...] que a disciplina realmente dava uma panorâmica só... que em outros cursos, como em cursos de administração, tem escola que é um ano, tem escola que é dois anos... de que eles estão vendo em um semestre, escola que tem em quatro semestres. Então acho que isto dava a eles uma compreensão, o que aliviava esta crítica deles de que era superficial. Então era o propósito da disciplina também não aprofundar tanto... propósito porque não tem tempo para fazer de forma diferente.*

*Eu, em princípio, também levo em conta as críticas... Claro você faz uma ponderação com que você viu em sala de aula. Pareceu-me razoável principalmente a crítica ao tempo e a crítica da superficialidade no sentido de que o professor, eu acho, eu estou fazendo uma reflexão porque o professor consegue fazer esta síntese final... Não simplesmente porque tem mais experiência que os alunos, mas porque ele tem um monte de coisas atrás e os alunos estão construindo naquele momento ali o que inevitavelmente vai tomar mais tempo... Então é de se esperar... porque o professor não está se posicionando como o que sabe tudo... você poderia em determinado momento intervir e parar o processo, mas acho que isso é ruim...*

Como foi colocado anteriormente, a pesquisa sobre a capacidade de a PBL favorecer o aprofundamento do conhecimento é inconclusiva, uma vez que o alcance de profundidade depende fortemente de fatores tais como a natureza do problema, tempo dedicado ao trabalho com o mesmo, características e funcionamento do grupo, competência do tutor etc. (ALBANESE & MITCHELL, 1993). Como denotam os excertos anteriores, a fala do Professor aparenta seguir nesta direção, já que atribui parte da superficialidade na aprendizagem dos conhecimentos a aspectos da implantação em foco, tais como exiguidade do tempo, forma como o método foi implementado (um problema por semana), contexto (disciplinas isoladas em currículos convencionais) e natureza panorâmica da disciplina. Tanto é verdade que, apesar das limitações da implementação em questão, o Professor julgou a PBL ser uma alternativa viável ao ensino convencional:

*Eu penso que [a PBL] poderia render muito mais. Imagine numa faculdade que tem isto no curso inteiro... Imagine o que é você pegar um aluno que passou cinco anos trabalhando desta maneira, o espetáculo que deve ser. Então o ganho em termos da dinâmica, da participação, das idéias livres, tudo aquilo que a gente imagina que a educação é realmente. Eu acho que a liberdade para mim é uma questão muito importante, embora eu seja uma pessoa muito legalista, quer dizer, acho que a gente deve mudar mas sempre brigando para mudar as regras, as leis com que a gente não concorda. [...] Então imagino num sistema deste que a gente dê assim numa disciplina de*

*forma isolada e quem está disciplinado em um outro [sistema] por 11, 15 anos... Que bacana que é ver eles... Eu acho que em determinados momentos a gente fica emocionado. [...] Eu ficava [emocionado] de ver em certos grupos eles discutindo ali com afinco, com profundidade e você vê que eles estão sérios. Que aprendizado você quer melhor do que isto do que cinco pessoas discutindo a fundo um problema até com certa paixão. Você vê eles defendendo, mas com seriedade, eles não estavam brincando... O homem é livre para discutir... quer dizer, provocar isto, eu acho que me emocionou...*

“Não é tanto o que temos que aprender de modo a aceitar teorias diferentes,  
mas o que temos que desaprender”.  
(Isaac Asimov)

“O primeiro dever de uma universidade é ensinar sabedoria, não uma  
profissão; caráter, não conhecimentos técnicos. Queremos muitos engenheiros  
no mundo moderno, mas não queremos um mundo de engenheiros”.  
(Winston Churchill)

## A VISÃO DO PESQUISADOR

Antes de complementar os dados e análises colocadas nos capítulos anteriores é necessário ressaltar que a PBL não é um modelo pronto nem panacéia para todos os males da educação em engenharia. A PBL, obviamente, tampouco se propõe a resolver o problema do desemprego destes profissionais, já que, como coloca SCHWARTZMAN (1994), este se encontra além da capacidade das escolas de oferecerem uma formação de qualidade. Mesmo assim, como crêem BOUD & FELETTI (1999, p. 11), esta abordagem educacional parece ser adequada à educação em engenharia por ser capaz de fornecer um meio de enfrentar alguns desafios 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 desenvolverem uma visão holística da prática para a qual estão sendo preparados”.

A PBL é também apenas uma entre muitas abordagens de ensino (e.g., aprendizagem ativa, cooperativa, problematizada, centrada nos alunos, centrada no processo, centrada na prática etc.) que constituem alternativas válidas ao ensino convencional de engenharia. A despeito disso, muitos autores consideram-na a melhor opção na medida em que incorpora muitos aspectos das outras modalidades e atende efetivamente ao desenvolvimento dos atributos profissionais necessários para o exercício da engenharia no mundo de hoje. Ademais, em um sentido mais amplo, POLANCO *et al.* (2001) acreditam que a PBL seja capaz de responder de forma satisfatória aos objetivos apontados pela UNESCO para a educação no século XXI, isto é, aprender a aprender, aprender a fazer, aprender a conviver com outros e aprender a ser.

Há ainda outras características da PBL que sugerem sua adequação ao ensino de engenharia, como, por exemplo, a possibilidade de simulação da prática cotidiana destes profissionais, ao fazer uso de situações-problema para iniciar,

enfocar e motivar a aprendizagem de conhecimentos. Sua capacidade de promover habilidades de pesquisa e estudo independente também é um forte atrativo para a adoção do método, já que pode ajudar os alunos a lidarem com um corpo de conhecimentos científicos e tecnológicos em constante evolução em seu futuro exercício profissional. Sobretudo, diferentemente do ensino tradicional cujos ganhos constituem promessas futuras (SNYDERS, 1974), estas habilidades (e as decorrentes de outras atividades da PBL) mais o fato de ser uma abordagem dinâmica e prazerosa, podem também ser úteis aos alunos no presente, ao favorecerem a apreciação pela aprendizagem e encorajarem hábitos de estudo efetivos quando ainda estão na escola/universidade.

O trabalho em grupo, parte essencial da PBL, parece ser particularmente apropriado ao ensino de engenharia visto que espelha o modo de trabalho da maioria desses profissionais. A grande probabilidade de os alunos de engenharia virem a trabalhar em conjunto com colegas e outros profissionais durante suas carreiras também nulificaria uma preocupação levantada por ALBANESE & MITCHELL (1993), isto é, a de que a PBL promoveria nos alunos a predisposição, ou mesmo a dependência, por interações em pequenos grupos de trabalho. Este suposto efeito da abordagem – deletério, segundo os autores, à formação de médicos na medida em que é antagônico à grande demanda por estes profissionais em regiões isoladas do mundo – não se aplicaria ao ensino da engenharia.

Paralelamente à sua capacidade de reproduzir o cotidiano dos engenheiros, é ainda possível considerar a PBL um método instrucional apropriado ao ensino de engenharia devido a uma característica de seu alunado. A engenharia, apesar das variações entre as especializações e dos avanços sociais das últimas décadas, é uma área do conhecimento na qual ainda parecem predominar estudantes do sexo masculino (verificado nas turmas da EP, EC e PG, cujas porcentagens de homens eram 86%, 75% e 74%, respectivamente). Vários autores, especialmente nos países desenvolvidos, têm colocado a importância de as escolas de engenharia buscarem um alunado que melhor represente suas populações, atraindo mais mulheres como também mais minorias, de modo a humanizar e democratizar a profissão.

A pesquisa de TAYLOR & BURGESS (1999) mostra que a PBL – ao estimular diversos tipos de conhecimentos, encorajar visões diferentes sobre o mesmo assunto e promover o trabalho em grupo – favorece a integração de alunos pertencentes a minorias, culturalmente desvalorizados, socialmente desfavorecidos ou

discriminados e/ou com saberes e experiências de vida divergentes. Uma característica bastante oportuna no momento em que são discutidas formas de incluir e, subseqüentemente, dar suporte a minorias no ensino superior no Brasil. Esta capacidade da PBL de integrar os alunos e possibilitar o contato destes com a prática desde o início (principalmente quando utilizada como proposta curricular) pode ser um meio eficaz de atrair e manter mais representantes destes segmentos da população nos cursos de engenharia.

A capacidade de integrar os alunos também é interessante quando se considera a previsão sobre a composição futura do alunado de engenharia. A atual velocidade de geração de novos conhecimentos, especialmente tecnológicos, tornará cada vez mais necessária a atualização constante dos profissionais, fazendo com que os engenheiros retornem à universidade em números cada vez maiores, trazendo consigo diferentes conhecimentos e experiências. Esta previsão é complementada pela tendência, detectada por alguns estudiosos, de crescimento do número de alunos adultos (com mais de 25 anos, com família e/ou inserido no mercado de trabalho) também nos cursos de graduação, na medida em que, como coloca TIGHT (1998, p. 262), o modelo “que via a infância associada à educação e a idade adulta associada ao trabalho está sendo substituído”. Neste cenário, isto é, no caso de aumento de alunos adultos nos cursos de engenharia, a PBL seria apropriada por dois motivos. Primeiramente porque contempla muitas das características que KIDD (1978) e KNOWLES (1984) recomendam para a educação desses indivíduos e também porque o método proporciona, de acordo com TAYLOR & BURGESS (1999), sua inclusão por intermédio da valorização dos diferentes saberes que os alunos adultos naturalmente trazem para a sala de aula.

Além de favorecer a inclusão de alunos adultos, é possível supor que a PBL também ajude a minimizar a evasão destes indivíduos e dos alunos de engenharia como um todo. Assim, presume-se que o efeito da PBL relatado por POWELL (2000), isto é, o de apressar a desistência de alunos desinteressados ou não talhados para a engenharia, seja um fenômeno menos comum que a evasão *stricto sensu* causada pela alienação dos primeiros anos dos currículos convencionais, os chamados ciclos básicos. (Com efeito, PERRENET *et al.* (2000) relatam que a PBL reduziu a evasão na escola de engenharia mecânica da Universidade de Eindhoven, Holanda.) Nesta perspectiva, pode-se também imaginar que a evasão *lato sensu* devida ao ‘choque da realidade’ seria atenuada pela PBL, já que o contato com

situações reais da prática profissional concorreria para um maior conhecimento das dificuldades e demandas da atuação em engenharia.

A PBL também aparenta ser apropriada ao ensino de engenharia (e de outras áreas do conhecimento) devido à possibilidade de trabalhar conteúdos que não são comumente objetivados por métodos convencionais. Nesta abordagem não só os erros conceituais e práticas inadequadas podem ser utilizados como pontos de partida para a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades, mas comportamentos inadequados em sala de aula também podem constituir fontes de desenvolvimento de atitudes profissionais. A PBL possibilita e legitima o aproveitamento da maioria das situações surgidas em sala de aula ou fora dela (relativas ao estudo autônomo) para o crescimento dos alunos. Neste sentido, ao invés de serem considerados interferências indesejáveis e externas à disciplina/curso, muitos conflitos inerentes ao trabalho em grupo, por exemplo, podem ser trabalhados de modo a favorecer atitudes tais como ética, respeito e apreço pelas opiniões de outros etc.

A adequação da PBL ao ensino de engenharia poderia ainda ser vista sob um outro ângulo: a oportunidade que este método apresenta de cooperar com o cumprimento de uma terceira função da universidade ainda não mencionada neste trabalho: a extensão. A inclusão nos currículos/disciplinas de alguns 'problemas da vida real' (GORDON, 1998) que afetam a comunidade cujas 'soluções' demandam conhecimentos de engenharia poderia inserir os alunos nesta função essencial da universidade. Mesmo que a intervenção direta dos alunos não seja possível, devido a aspectos logísticos, legais etc., o processo de solução destes problemas *per se* poderia ajudar a sensibilizá-los para os problemas das camadas mais desfavorecidas e desassistidas da população.

BOUD & FELETTI (1999, p. 9) reafirma a importância dessas experiências junto à comunidade, já que evitam que a PBL seja reduzida a um mero método de solução de problemas, o que levaria os alunos a objetivarem a aprendizagem somente por seu valor prático ou instrumental. Para os autores os 'problemas da vida real' são

“tão importantes quanto simulações da prática profissional para motivar a investigação em sala de aula. [...] Os alunos podem se beneficiar de fazer algo valoroso para outras pessoas, supervisionados de forma adequada e orientados de modo a garantir que seja uma experiência significativa”.

Por intermédio desses problemas seria possível introduzir a discussão sobre as implicações éticas da prática do engenheiro, os impactos sociais e ambientais das tecnologias etc., fazendo da PBL um instrumento de aprendizagem contextualizada e significativa dos conhecimentos das ciências sociais e humanas que tantos autores (e.g., FERRAZ, 1983; WOODBURY, 1967) acreditam estarem em falta na educação do engenheiro.

Ainda assim, é necessário cuidar para que esses conhecimentos das ciências humanas e sociais sejam diferentes daqueles utilizados para conformar o indivíduo à empresa (ESCRIVÃO FILHO *et al.*, 1997). Embora seja temeroso negligenciar os perfis desejáveis de engenheiro levantados junto ao empresariado, os atributos não técnicos encontrados nestas pesquisas (e.g., criatividade, ética, iniciativa, capacidade de trabalhar colaborativamente e de aprender a aprender) não podem ser ingenuamente atribuídos a um súbito interesse das empresas pelas questões sociais/humanas. Ao contrário, é provável que as empresas procurem engenheiros com estas características devido ao esgotamento do taylorismo e à constatação de que a divisão do trabalho é contraproducente. Por isso, como colocam ESCRIVÃO FILHO *et al.* (1997, p. 1790), não se deve preparar os engenheiros com o conhecimento 'humanístico' que "transforma o homem em ser social, participativo, membro de equipe, interativo, comunicativo, como um animal adestrado". É preciso mirar acima dos atributos profissionais demandados pelos novos modelos de organização industrial e desenvolver nos alunos um olhar mais crítico sobre sua futura atuação como engenheiro e cidadão.

### **SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO**

A visão do pesquisador sobre as implementações em questão não difere substancialmente das avaliações expressas pelos alunos e Professor. De maneira geral, as observações confirmaram a percepção destes atores de que o método torna a aula mais dinâmica e participativa. Mesmo considerando que foi heterogênea e variável no decorrer do semestre/módulo, a participação dos alunos foi significativamente maior quando comparada àquela observada na Fase 1 da pesquisa.

Nesse sentido, a motivação conseguida pela PBL seria uma ferramenta valiosa para conseguir a transformação dos alunos em parceiros da interação pedagógica (TARDIF, 2002, p. 222). Apesar de esta motivação também poder ser conseguida em métodos convencionais, isto é, por meio de competências docentes

tais como “teatralização, capacidade de comunicação, capacidade de exercer sua autoridade”, os ganhos colocados pela literatura (i.e., maior estruturação, retenção e significação dos conhecimentos aprendidos) e aqueles que foram apontados pelos alunos no capítulo anterior favoreceriam a adoção da PBL.

De fato, é possível afirmar, com base nos dados, que esta experiência com a PBL (mesmo sendo uma implementação parcial do método) conseguiu, mediante o processo de solução de problemas e o trabalho em grupo, estimular o desenvolvimento das habilidades e atitudes citadas na literatura especializada, coincidentes com os atributos listados em pesquisas sobre perfis desejáveis de engenheiro, tais como comunicação oral e escrita, estudo independente etc. Isto confirmaria o que ALBANESE & MITCHELL (1993) concluíram em sua meta-análise, a saber: os ganhos da PBL podem ser verificados mesmo em formatos mais estruturados desta abordagem.

Sobretudo, o método parece ter proporcionado aprendizagens aplicáveis no presente no que concerne tanto a hábitos de estudo mais adequados quanto a estratégias profissionais mais eficazes (principalmente na PG), como relatou PG17 (engenheiro atuante):

*Foi bom porque colocou a gente em situações que podemos passar na nossa vida profissional e provocou muita discussão... A primeira hipótese ou solução que era levantada era a primeira a ser descartada. Havia um aprofundamento. [...] Eu tinha a tendência de resolver as coisas rapidamente. Hoje penso muito mais, no meu trabalho. Penso nas pessoas, nos problemas, na forma de argumentação...*

O formato da PBL utilizado também aparenta ter sido bem sucedido na integração dos alunos à maneira descrita por TAYLOR & BURGESS (1999). A abordagem parece ter conseguido quebrar algumas ‘panelinhas’ e evitar (por força da delegação e alternância de papéis) a repetição de um fenômeno relatado pelo Professor associado às atividades de trabalho em grupo em suas aulas anteriores à implantação da PBL (EP, Fase 1), isto é, a redução da participação das alunas a papéis estereotipados (i.e., secretária). Paralelamente, foi observado na PG, onde havia um alunado bastante heterogêneo (desde recém graduados a professores universitários), que o método foi capaz de integrar e encorajar o compartilhamento de diferentes experiências profissionais e conhecimentos.

## Os Alunos e a Implementação

Apesar da grande aceitação da abordagem por parte dos alunos, foi também observada alguma resistência ao método. Apesar de ser um fenômeno comum na educação formal, independentemente do método de ensino utilizado (TARDIF, 2002), alguma resistência já era esperada devido ao contexto em que foi implantado, ou seja, em disciplinas isoladas em currículos convencionais, com cargas horárias elevadas, e com alunos provavelmente advindos de ambientes educacionais pautados no modelo de transmissão/recepção de conhecimentos. Mesmo assim, ainda que as implementações em foco sejam diferentes das compiladas por ALBANESE & MITCHELL (1993), predominantemente curriculares, a resistência (EP 15%, EC 11% e PG 9%) ficou dentro da faixa percentual de alunos que não se adaptariam à PBL estimada por estes autores: 4% a 20%.

Essa concordância com a pesquisa sobre a PBL também se estende às desvantagens levantadas pelos alunos neste trabalho – dentre elas destaca-se a questão do tempo. O tempo parece não só ter sido um problema *per se* como também aparenta estar na raiz de outros problemas apontados pelos alunos. Como foi colocado anteriormente, ficou evidente que o método não só aumentou a carga de trabalho dos alunos como o fez de forma constante durante todo o curso/módulo. Isto entrou em conflito com horário dos alunos das três turmas, apesar de cada uma delas alegar razões diversas, tais como compromissos com outras disciplinas (EP, EC), com estágio (EC) e com trabalho (PG) ou moradia em outros locais (PG). A PBL também aparenta ter reduzido a relativa flexibilidade dos alunos no que concerne à pontualidade/presença/participação nas aulas e à procrastinação das tarefas. Em suma, com relação ao tempo de dedicação à disciplina o método parece ter afetado os alunos de três formas: a PBL aumentou-o, demandou disposição constante durante todo o semestre/módulo e reduziu sua autonomia quanto ao seu uso dentro e fora da sala de aula.

É fundamental considerar este efeito da PBL porque o tempo insuficiente pode estar, por exemplo, na origem da queda de motivação dos alunos observada ao final do curso. Além da percepção equivocada do método como *infotainment* (SAVIN-BADEN, 2000) discutida no capítulo anterior, a diminuição da motivação intrínseca dos alunos, principalmente na EC e EP, pode também ser atribuída à escassez de tempo. A redução da motivação é atribuída por WOODS (2002) principalmente ao estresse estudantil, ou seja, à sobrecarga de trabalho dos alunos

em função do tempo que lhes é alocado para realizá-lo. Nesta pesquisa a redução na motivação refletiu-se, por exemplo, no preenchimento mecânico da APE e no cumprimento insatisfatório de outras tarefas, como ilustrou uma fala de EC04 colocada no capítulo anterior. *Percebeu-se que nos últimos problemas os membros do grupo já não tinham tanta motivação para pesquisas, reuniões e discussões pelo fato de já terem feito isto várias semanas seguidas.*

A escassez de tempo pode também estar na origem da percepção de superficialidade na aprendizagem de conhecimentos por parte dos alunos, já que o aprofundamento dos conteúdos enfocados pelos problemas depende do comprometimento destes atores com o método. BLUMENFELD *et al.* (1998) sustentam que, quando a tarefa consome muito tempo, os alunos podem simplesmente focar a compleição do trabalho com o mínimo esforço ao invés de se engajarem em estratégias necessárias para tentar entendê-lo.

O comprometimento dos alunos, por sua vez, só pode concretizar-se mediante a disponibilidade de tempo para o estudo independente. A importância da disponibilidade de tempo também foi reconhecida pelo Professor, que na implementação da Fase 3 (engenharia elétrica) diminuiu o número de problemas trabalhados durante o curso, de um por semana para um por quinzena, concordando com LANTZ & CHAVES (2001, p. 51), para quem as dificuldades encontradas no uso da PBL não deveriam ser usadas como pretexto para se passar por cima dos princípios, estruturas e processos que lhe dão suporte. Para estes autores, é preciso “entender as razões de os alunos sentirem-se desconfortáveis e dar-lhes apoio de formas coerentes com os valores educacionais implícitos nas abordagens PBL”.

Por outro lado, a questão do tempo está vinculada ao bom uso que se faz dele. A disponibilidade de tempo *per se* não garante o cumprimento adequado das tarefas inerentes ao método. A eficácia no uso do tempo está intimamente ligada a hábitos de estudo adquiridos em ambientes educacionais convencionais ou, como foi discutido anteriormente, à cultura da instituição de ensino. A otimização da utilização do tempo (a habilidade de fazer o melhor possível dentro das restrições do problema quanto pelas condições oferecidas pelo contexto educacional) e do planejamento do trabalho em grupo (a divisão de tarefas e posterior compartilhamento dos conhecimentos adquiridos individualmente etc.) é uma habilidade de estudo imprescindível no método educacional abordado. Foi observado que esta habilidade não é desenvolvida de maneira homogênea por todos os alunos ao mesmo tempo.

Tampouco parece ser desenvolvida a contento sem a prévia capacitação dos alunos para a atuação em um ambiente PBL.

Essa capacitação faz-se necessária na medida em que se observou que habilidades de estudo não desenvolvidas ou mal desenvolvidas geralmente estavam na origem de aprendizagens equivocadas ou de estratégias de sobrevivência adotadas pelos alunos durante o semestre/módulo, tais como ‘caronas’, cumprimento mecânico de tarefas e pesquisa insuficiente ou descontextualizada. Há sempre o risco, na ausência de capacitação, de os alunos transformarem a PBL em um mero projeto de pesquisa bibliográfica devido a um entendimento precário do processo de aprendizagem. Quando isto acontece, crêem BRIDGES & HALLINGER (1998), os alunos acabam devotando mais tempo e esforço para resumir e sintetizar o que aprenderam que para aplicar o conhecimento à solução do problema. Tal fenômeno foi detectado em alguns momentos com relação a alguns grupos. Notou-se que suas pesquisas teóricas não estavam associadas de forma clara às soluções apresentadas.

Portanto, além de alocar mais tempo para o estudo autônomo dos alunos, seria fundamental considerar formas de prepará-los para a aprendizagem no ambiente PBL. Deve-se ajudá-los a aperfeiçoarem o uso do tempo disponível principalmente porque a diminuição do número de horas de contato direto professor-aluno nos currículos nem sempre tem os efeitos desejados. Isto pode ser ilustrado por um relato do Professor a respeito de tentativas anteriores de diminuição do número de créditos na IES: a diminuição levou muitos alunos a preencherem os horários ‘vagos’ com disciplinas oferecidas a turmas mais avançadas com o intuito de concluírem os créditos mais rapidamente. Dentro da cultura positivista e do modelo de educação em massa da IES – que valorizava e estimulava a acumulação de informações e a obtenção de notas e créditos (cotas) a despeito de não levarem à (re)construção de conhecimentos – não é surpreendente que os alunos tenham assim agido. Isto também indica que ações institucionais deveriam ser acompanhadas ou precedidas por outras que promovam mudanças culturais.

A preparação dos alunos também deveria ser capaz de desestabilizar algumas estratégias de estudo oriundas de sua escolarização prévia em ambientes convencionais e reforçadas pela cultura da IES. Entre outros aspectos, seria importante ajudar os alunos a entenderem que a busca da profundidade, ainda que facilitada pelo professor, é sua responsabilidade na PBL, como o próprio Professor reconheceu: *“Os alunos estão amarrados. Um aluno na aula passada me perguntou se ele podia pesquisar sobre os sindicatos em 1898... Eles podem e devem! Alunos não*

*são só limitados pelo professor, mas também pelo espaço e tempo... Não conseguem se libertar!”.*

## **A PBL e o Professor**

A questão do tempo também foi importante no que concerne ao trabalho docente. Como foi mostrado anteriormente e similarmente ao que ocorreu com os alunos, a PBL afetou a carga de trabalho do Professor, isto é, aumentando o tempo de dedicação à disciplina de forma constante e cerceando sua liberdade para administrá-lo.

O tempo de dedicação à disciplina parece ter aumentado (embora não de forma extrema, segundo o Professor) e ter-se mantido constante durante todo o semestre/módulo por conta da necessidade de preparação dos problemas e correção do trabalho dos alunos. Esta constância também foi devida ao fato de que nesta abordagem parece ser difícil fazer um planejamento definitivo antecipadamente. Assim, mesmo que os problemas tivessem sido concebidos antes de começar a utilização do método, o Professor provavelmente teria de revê-los, como fez com outros aspectos da implementação (e.g., Relatório Final, composição dos grupos/equipes, formas de apresentação dos trabalhos), de forma a atingir os objetivos colocados para a disciplina e a corrigir os pontos inadequados apontados pelos alunos nas avaliações processuais (AD e APE).

Conseqüentemente, ao contrário do que comumente se atribui a abordagens centradas no aluno, o papel do Professor não foi diminuído. Houve, sim, um redimensionamento da atuação docente. Pautando-se em TARDIF (2002), que sustenta que a ação do professor seja estruturada por duas séries de condicionantes, os condicionantes associados à transmissão da matéria e os relativos à gestão das interações na sala de aula, pode-se dizer que a PBL aparenta ter diminuído a atuação do Professor com relação à transmissão da matéria, mas somente em sala de aula. Fora da sala de aula, o método parece ter aumentado sua dedicação relativa à transmissão da matéria, pela necessidade de concepção de problemas, replanejamento, correção dos relatórios com *feedback* etc. O mesmo aconteceu com os condicionantes relativos à gestão das interações na sala de aula. A PBL parece ter demandado mais liderança da parte do Professor com respeito à gestão das ações desencadeadas pelos alunos, à gestão da aula e do processo PBL, à motivação dos alunos, à resolução de disfunções e conflitos nos grupos etc.

O (re)planejamento constante e a correção cuidadosa (com *feedback*) semanal dos relatórios dos alunos parece ter aumentado significativamente a carga de trabalho do Professor. Isto pôde ser confirmado pelas observações feitas na Fase 3 da pesquisa: na implementação do método no segundo semestre de 2003 (engenharia elétrica), ao invés de corrigir (com comentários escritos) os Relatórios Finais dos alunos como fazia na Fase 2, o Professor delegou esta atividade a um monitor da disciplina (aluno de pós-graduação participante de programa institucional). Porém, o Professor, devidamente informado pelo monitor, era ainda responsável, em sala de aula, pelo *feedback* coletivo sobre os relatórios.

Além de aumentar o tempo de dedicação do docente, esse (re)planejamento contínuo era contrário à forma como o Professor costumava planejar suas disciplinas e preparar suas aulas, predominantemente durante as férias estudantis. Em um sentido mais amplo, isto também estava em conflito com a ordem burocrática da IES. THURLER (2001, p. 28) sustenta que na burocracia da maioria das instituições de ensino os parâmetros gestionários seriam decididos antes do início do semestre/ano, “a seguir, a máquina gira ‘sozinha’ até as grandes férias seguintes, com apenas alguns ajustes”. Ademais, parece que esse (re)planejamento contínuo dificultaria o que Giddens *apud* TARDIF (2002) chama de ‘rotinização’, ou seja, a redução das situações relacionadas ao ensino a esquemas regulares de ação, que permitiria ao docente concentrar-se em outras atividades (e.g., pesquisa).

Analogamente ao que aconteceu com os alunos, a PBL aparenta ter cerceado a autonomia do docente com relação à administração do tempo fora da sala de aula. O método dificultava o adiamento de tarefas (e.g., correção de relatórios e planejamento) e conflitava com aspectos externos às disciplinas (compromissos acadêmicos e problemas pessoais), que parecem ser mais facilmente acomodados em um modelo convencional de ensino. Um episódio ocorrido na Fase 2 ilustra este ponto: o Professor propôs aos alunos da PG que tivessem duas aulas no mesmo dia na semana santa, aproveitando o horário liberado pelo recesso escolar dos alunos da graduação. O Professor parecia querer adiantar o programa da PG, aliviando assim sua carga de trabalho no período mais atribulado do semestre (i.e., final), e facilitar a vida dos alunos, já que muitos deles não moravam na cidade. Obviamente, depois de conversarem, eles viram que esta proposta, factível em uma disciplina convencional, seria impraticável na PBL, pois os alunos não teriam tempo suficiente para pesquisar, discutir e redigir o Relatório Final no mesmo dia.

É possível também assumir que a pontualidade e a presença dos docentes nas aulas PBL também sejam mais imprescindíveis que nas convencionais. Embora não tenha ocorrido nas aulas observadas, pode-se imaginar que a ausência e a conseqüente substituição do docente responsável pela disciplina representariam uma ruptura mais séria no processo PBL que nos processos de ensino por meio da exposição de conhecimentos. Devido às características dos modelos convencionais seria mais fácil a substituição do docente por outro docente, por tecnologias de comunicação e mídias, como sugere CUNHA (2001), ou mesmo pela leitura independente de textos/livros.

Esses efeitos da PBL sobre o tempo e a carga de trabalho do Professor indicam a importância deste aspecto em implementações do método em universidades que realizam pesquisa como a IES, onde o trabalho docente inclui além do ensino, a coordenação de cursos, a pesquisa, a participação em congressos e bancas, a orientação de alunos de pós-graduação, entre outros compromissos. CAVANAUGH *et al.* (2001) sustentam que uma grande barreira à adoção de novas técnicas de ensino é o fato de isto demandar mais tempo e aumentar a carga de trabalho dos docentes. Atentar para este aspecto da abordagem também é relevante na medida em que, como crê HUBERMAN (1973, p. 11), “o fator crítico, ao que parece, não é a natureza nem as possibilidades que [uma inovação] oferece para aprimorar o aprendizado, mas sim a idéia que o adotante faz das mudanças que será pessoalmente obrigado a efetuar”.

A maior demanda de tempo parece ter sido um dos fatores que levou o Professor a não utilizar a abordagem nas disciplinas de TGA no ano seguinte (primeiro semestre de 2003). O Professor avaliou que os alunos não haviam se aprofundado no conteúdo suficientemente e que ele, por sua vez, tinha não conseguido sanar esta falha, devido à exigüidade do tempo. O Professor também demonstrou preocupação quanto à avaliação de superficialidade por parte dos alunos. Quando questionado sobre a improvável relação entre profundidade no ensino e profundidade na aprendizagem na aula expositiva ou com textos, o Professor explicou: *Mas o professor dando a profundidade... toda a matéria, ele fica legitimado perante a instituição. Está lá, foi dado. Ninguém pode dizer que foi superficial...* Esta fala alude a um aspecto cultural bastante corriqueiro nas universidades que realizam pesquisa: o fato de muitas instituições/docentes colocarem o fardo do sucesso da aprendizagem sobre os ombros dos alunos, desresponsabilizando-se por desenvolver e adquirir conhecimentos e habilidades que contribuam para melhorar o rendimento do alunado (SANCHO GIL,

2001), ou seja, segundo BECKER (1999, p. 188): “Eu ensino. Se eles não aprendem, paciência!”.

Conquanto o Professor não compartilhasse essa atitude nem a percepção de superficialidade fosse o único motivo de sua decisão, esse episódio foi importante porque explicitou a complexa mescla de aspectos institucionais, culturais e individuais que permeavam sua prática e influenciavam suas escolhas didático-pedagógicas. Entre estes aspectos estavam certamente seu zelo pela boa formação dos alunos e possivelmente seu sentimento de culpa por não ter conseguido se aprofundar a contento no conteúdo ou seu desconforto perante uma possível avaliação negativa de sua disciplina da parte de colegas, uma vez que alguns já a consideravam ‘perfumaria’.

Dentre estes aspectos, a avaliação negativa de alguns alunos (particularmente com relação à aprendizagem de conhecimentos) parece ter tido uma influência importante na sua decisão de desistir da PBL, o que pode ser analisado tanto no nível institucional quanto no individual. No nível individual, a relevância para o Professor de uma apreciação negativa por parte dos alunos pode ser explicada pelo fato de que esta é uma recompensa psíquica e emocional valiosa para os docentes em geral (LORTIE, 1975), presumivelmente potencializada em ambientes onde o ensino é considerado secundário. Esta relevância é reiterada por HARGREAVES *et al.* (2002), cujo estudo mostrou que os compromissos emocionais e os vínculos dos professores com os alunos deliberavam como e o que ensinavam, como planejavam e a maneira como preferiam ensinar. Estes autores crêem que a compreensão do impacto de uma inovação educacional nos relacionamentos emocionais dos professores seja determinante para entender seu sucesso ou fracasso.

No nível institucional, uma apreciação positiva por parte dos alunos seria importante uma vez que a avaliação destes atores era central na sistemática de avaliação do ensino utilizada pela IES. Isto, por sua vez, também demonstra a fragilidade desta sistemática, que parecia induzir a um círculo vicioso, mantendo o *status quo*, perpetuando o modelo de ensino que favorece o professor detentor e transmissor de conhecimentos e premiando os ‘sábios’, os ‘animadores de auditório’ ou os docentes, como colocou o Professor, que trazem ‘bolo e samba’ para a sala de aula, a despeito de este modelo não concorrer para uma aprendizagem mais significativa, mais bem estruturada e mais duradoura.

A inexistência de aprovação unânime dos alunos (em termos da aprendizagem de conhecimentos) mais a incompatibilidade da PBL com o ambiente

educacional da IES – um fator endógeno de resistência a mudanças conforme HUBERMAN (1973) – podem ter levado o Professor a pensar que adoção definitiva do método não compensaria o esforço que demandava. De acordo com THURLER (2001, p. 20), “uma mudança [...] só se tornará efetiva se aparentar oferecer mais vantagens que inconvenientes, condição *sine qua non* para que tenha *sentido* ao olhos do profissional envolvido” (grifo da autora).

Sabe-se também que valores, normas, tradições e experiência vivida são elementos e critérios a partir dos quais os professores tomam decisões profissionais e que estes critérios têm pesos diferentes dependendo da situação, do momento, do contexto, dos alunos e do próprio docente (TARDIF, 2002). Apesar de a decisão do Professor de não mais utilizar a PBL em suas aulas tenha sido tomada à luz da inter-relação dos fatores arrolados acima (e, talvez, de outros que não foram explicitados, e.g., a futura ausência de apoio da parte do pesquisador), ficou evidente o maior peso da avaliação dos alunos quando ele escolheu retomar o uso da abordagem.

O Professor relatou que decidiu voltar a utilizar a PBL porque os alunos do primeiro semestre de 2003 (TGA) ficaram decepcionados ao descobrirem que o método não seria mais utilizado, conforme os alunos do ano anterior (Fase 2) haviam lhes dito. Como já havia planejado a disciplina daquele semestre para o trabalho com textos, o Professor só retomou o método no semestre subsequente (Fase 3). Além de mostrar o peso da opinião dos alunos nas decisões do Professor, esse fato foi interessante porque confirmou DREEBEN (1973) ao revelar a extensão de sua autonomia no que concerne a sala de aula e indicou, em concordância com KEMBER (1997), que, a despeito de sua concepção de ensino ser mais próxima daquela condizente com a utilização de abordagens alternativas que a da maioria dos docentes da IES, a manutenção da PBL pelo Professor estava sujeita às pressões do contexto educacional.

É provável também que a falta de apoio institucional tenha sido uma influência considerável na descontinuação do uso do método. O apoio institucional é considerado por muitos autores (e.g., CAVANAUGH, 2001) como imprescindível à implantação e manutenção da PBL e, provavelmente, de todas as inovações em instituições de ensino ou em outras organizações. Quando perguntado, ao final da Fase 2 da pesquisa, se tinha havido alguma repercussão positiva ou negativa sobre sua utilização do método, o Professor relatou que não tinha passado de comentários neutros e esporádicos em conversas com seus pares. Embora possa ser atribuído ao

isolamento docente e à cultura de não ingerência no trabalho de colegas da IES, este fato pode também revelar desinteresse por parte dos docentes.

Para HUBERMAN (1973), esse desinteresse se deve a uma característica das escolas, a saber: a baixa interdependência dos seus elementos, que faz com que o malogro ou sucesso de um professor tenha pouca repercussão sobre os outros professores. A baixa interdependência, segundo o autor, reduz a corrente de informações sobre novas concepções e práticas, o que, em conjunto com fatores tais como ausência de apoio institucional, conservadorismo, ausência de capacitação, linha de comunicação precária, 'primado da pesquisa' etc., desencorajaria a inovação pedagógica na IES, perpetuando o modelo convencional de ensino.

De qualquer forma, similarmente aos alunos, a adoção da PBL também deveria ser acompanhada ou precedida da capacitação do docente para atuar neste ambiente educacional. Esta capacitação parece ser fundamental mesmo no caso de professores de universidades que realizam pesquisa, cujo trabalho acadêmico (orientação de alunos de pós-graduação e pesquisa) assemelha-se à atuação docente na PBL. Sobretudo, porque parece improvável que um docente vá implementar o método da maneira que foi feito neste trabalho sem algum tipo de apoio, tal como a colaboração que ocorreu nesta pesquisa. Ainda assim, mesmo com esse apoio, observou-se a necessidade da capacitação continuada do Professor no que concerne à administração do tempo dentro e fora da sala de aula, às particularidades da tutoria flutuante e à concepção de problemas, entre outros aspectos.

É fundamental que essa capacitação consiga fazer com que os docentes avancem algumas posições no *continuum* de KEMBER (1997), na direção da concepção do ensino como facilitação da aprendizagem dos alunos. Pode-se presumir que as dificuldades teriam sido maiores e a descontinuação, mais certa e definitiva se este trabalho tivesse sido realizado com um docente que concebe o ensino como um processo de transmissão de informações. Ademais, é necessário lembrar que o autor desencoraja o uso de *workshops* para atingir este fim porque estes só serviriam para sensibilizar os professores.

Isso coincide com as recomendações de BARROWS (1996, p. 8), que considera apresentações e palestras sobre a PBL "inúteis – os ouvintes concebem suas próprias idéias sobre o que é o método baseados em suas próprias experiências passadas". Além da capacitação inicial e continuada, BRIDGES & HALLINGER (1998) colocam que as instituições deveriam criar contextos nos quais os docentes pudessem compartilhar suas dificuldades e discutir formas de enfrentamento.

## **SOBRE A PESQUISA, A PBL E A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA**

A forma como esta pesquisa-intervenção aconteceu, isto é, o trabalho conjunto do pesquisador e o Professor durante as Fases 1 e 2 da pesquisa, parece ter respondido às recomendações de BARROWS (1996) e KEMBER (1997) e contribuído tanto para o bom andamento da implementação quanto para a capacitação do Professor. De certa forma os encontros entre o Professor e o pesquisador também suprimiram a necessidade de espaços de compartilhamento e discussão apontada de BRIDGES & HALLINGER (1998).

### **A Pesquisa e o Professor**

Mesmo que a pesquisa não tenha acontecido à maneira descrita por COLE & KNOWLES (1993), ou seja, a colaboração da parte do Professor foi menor que a ensejada pelo pesquisador devido às limitações descritas anteriormente (e.g., intensificação do trabalho docente), este trabalho parece ter tido um componente colaborativo/participativo importante na medida em que partiu de um problema do Professor (participante voluntário da pesquisa) – isto é, na perspectiva de BARROWS (2001), a busca por uma melhor maneira de fazer algo – e contou com a colaboração entre o pesquisador e o Professor em diversos momentos do trabalho.

Nesse sentido, o trabalho conjunto constante da pesquisa também concordaria com MIZUKAMI *et al.* (2002), que crêem que a colaboração entre a escola e a academia constituiria um instrumento de desenvolvimento docente por meio de oportunidades para a reflexão sobre prática, críticas partilhadas e mudanças apoiadas. Parece igualmente ter satisfeito as condições ideais para a formação continuada de docentes, segundo CANDAU (1996), quer dizer, esta colaboração ocorreu no local de trabalho do Professor e estava articulada em torno de um projeto de ação ao invés de conteúdos acadêmicos.

De fato, além de serem momentos de planejamento da implementação da PBL, os encontros realizados na Fase 1 foram oportunidades valiosas de reflexão e discussão sobre o contexto educacional, sobre a prática e de (re)construção da base de conhecimentos da docência para o Professor. Esta afirmação é ilustrada pela resposta do Professor à preocupação do pesquisador no final da Fase 1 de que não estariam avançando a contento no planejamento da abordagem PBL para a disciplina.

O Professor reconheceu este atraso, mas assegurou que, a despeito disto, aqueles momentos estavam sendo importantes devido a

*nossa seriedade no trabalho... como a gente às vezes tem conversado duro... Algumas pessoas poderiam considerar duro, mas são coisas para mim extremamente importantes, que é próprio da universidade [onde] às vezes você não tem possibilidade de fazer com um colega. Porque se você faz, ele, ou eu mesmo, acha que: “Será que ele está entrando no meu conteúdo, na minha disciplina, coisas que são minhas?” Então a possibilidade de a gente conversar tão sinceramente [sobre] coisas que a gente não conversa no próprio grupo é de extrema contribuição... coisas que nesse tempo todo de professor não tive a oportunidade de conversar tão francamente. [...] Eu penso que este período, por a gente ter tocado em pontos, contribui totalmente, porque a gente vai esclarecendo uma porção de coisas que às vezes a gente não quer tocar no assunto, mas que vão ser importantíssimas para a boa eficácia da disciplina. Então eu penso que este período que nós estamos conversando, ainda que a gente não foi para o desenho [PBL] da disciplina, tem sido extremamente importante para esclarecer uma porção de coisas, para levantar pontos que a gente vai ter que pensar... eu acho que a gente já está internalizando uma porção de coisas que a gente vai fazer...*

A julgar por esse excerto, os encontros também parecem ter cumprido parte do papel dos tempos e espaços, inexistentes na IES, apontados por BRIDGES & HALLINGER (1998) como necessários para que os professores dividam suas experiências e dilemas, favorecendo, como coloca LORTIE (1975), a investigação ou o capital intelectual da docência.

Por outro lado, essa fala do Professor também sinaliza uma limitação desses espaços em ambientes institucionais como a IES, onde são verificados o isolamento do trabalho docente e a cultura de não ingerência no trabalho de outros docentes. Sem um apoio pedagógico e sem o esforço por parte dos docentes para a superação de alguns entraves culturais e individuais, esses espaços poderão reduzir-se aos seus aspectos formais.

De qualquer forma, nesse excerto o Professor mostra a importância do diálogo com a academia ou com profissionais externos ao corpo docente, idealmente neutros. Esta colaboração com pessoas externas é considerada importante por HUBERMAN (1973) quando se deseja introduzir inovações na escola. Sem essas pessoas, que chama de ‘agentes de transformação’, o autor acredita que haja uma tendência de a mudança limitar-se a esclarecer práticas já existentes na escola.

Finalmente, esse excerto também indica a importância para o Professor da colaboração, ou seja, o planejamento conjunto da abordagem instrucional para sua

implantação efetiva. A participação dos atores na construção e implementação de inovações, educacionais ou outras, é considerada uma condição *sine qua non* para seu sucesso por muitos autores (e.g., HUBERMAN, 1973; DEMING, 1986; THURLER, 2001; HARGREAVES *et al.*, 2002).

### **A PBL e o Desenvolvimento Docente**

O trabalho conjunto e a PBL parecem ter contribuído para que o Professor modificasse algumas de suas concepções de ensino, o que pôde ser verificado pelo fato de ter utilizado menos problemas (um por quinzena) na oferta da disciplina sobre TGA na Fase 3, demonstrando menos preocupação com o cumprimento de um programa.

A PBL *per se*, da forma que foi implementada, também aparenta ter concorrido para o desenvolvimento profissional do docente. Apesar de ter sido observado também na Fase 1 da pesquisa, a PBL parece ter contribuído para o processo reflexivo do Professor (SCHÖN, 1983, 1991), potencializado pelo fato de o Professor tê-la empregado em três disciplinas simultaneamente. Como um mesmo problema era utilizado nas três turmas, observou-se uma aprendizagem rápida quanto à concepção de problemas. A partir dos comentários dos alunos na APE e de sua própria observação e reflexão, o Professor modificou várias vezes o formato dos problemas: *Acho que vou aprender rapidamente a metodologia, já que estou aplicando ela em três disciplinas. Olha o exemplo do problema que foi modificado de ontem para hoje...* Comparando-se os Problemas 2, 3 e 8 (Anexos IX, X e XI), percebe-se que ao conceber os problemas o Professor se afastou progressivamente da linguagem usada pelos livros/textos nos quais se inspirava ao mesmo tempo em que os tornou mais desestruturados e menos direcionados, subtraindo a pergunta final e deixando sua definição a cargo dos alunos. Esse processo de reflexão também levou o Professor a modificar o formato dos relatórios várias vezes durante o semestre/módulo para acomodar suas observações sobre o desempenho e o *feedback* dos alunos.

Sobretudo, a PBL parece ter concorrido para o aprimoramento de muitos dos componentes da base de conhecimento da docência (SHULMAN, 1987) do Professor. A necessidade de estabelecer objetivos da disciplina para além dos conhecimentos específicos, quando do planejamento da implementação, encorajou-o a repensar o currículo, o programa, as diretrizes e o contexto educacional. Como mostraram vários excertos colocados no capítulo anterior, o confronto das demandas

do método com as características do contexto aparenta ter ajudado o desenvolvimento destes conhecimentos essenciais à prática docente.

Outros momentos de aprendizagem da docência podem ter sido proporcionados pelas atividades da PBL, tais como as avaliações (AD e APE), os Relatórios Parcial e Final, as apresentações e discussões em sala de aula. Estas atividades parecem ter estimulado o conhecimento dos alunos de duas formas, em termos de seus interesses e de seu raciocínio, como explicou o Professor:

*Eu acho que [a PBL] permite que você conheça o aluno [...] em dois aspectos: no sentido de seus desejos e suas intenções, ele, como pode estar se expressando. O que mais interessa a ele naquele assunto? O que gostaria de ver? O que chamou atenção para ele? E também o que a [PBL] permite muito é ver como o aluno... talvez seja mais uma estratégia cognitiva, como ele processa a informação... a forma de raciocínio talvez. Não o raciocínio no sentido muito estreito, mas no sentido mais largo, principalmente em se pensando em administração, uma ciência social aplicada. Você vê como ele pensa as organizações, como ele expressa certos valores. Eu acho importante isso...*

O conhecimento pedagógico do conteúdo, isto é, a forma como o docente combina seu conhecimento do conteúdo com os outros conhecimentos (i.e., conhecimento pedagógico geral, conhecimento dos alunos, conhecimento do contexto etc.) de modo a aperfeiçoar a aprendizagem dos alunos, também aparenta ter sido incentivado:

*Eu acho que habilidades não são simplesmente... eu acho que... as habilidades colocadas pelos autores. Eu acho que são gerais... de um processo de conhecimento, mas quais são as específicas do processo de conhecimento de Teoria das Organizações? Acho que ela tem um específico. Talvez não fuja muito, mas tenha alguma ênfase para lá ou para cá. Isto é o que a disciplina deveria contemplar, o que eu não sei dizer o que é agora e que seria legal eu poder dizer: "São essas habilidades de grupo..." É isso que eu vou me preocupar. Só este semestre me despertou para as coisas. Eu vou precisar ler um pouco sobre habilidades e o legal para a minha disciplina [seria] habilidades aplicadas à teoria das organizações... quais especificamente são mais associadas à [teoria das organizações]... e eu vou estar atento agora, porque provavelmente isto me passava despercebido. Então daqui para frente eu vou ficar atento a que valores, que normas, que habilidades, que dinâmicas de grupo são próprias à teoria das organizações... [...] Eu acho que todos nós que damos aula somos educadores... Claro, acho que tem um conjunto comum, um processo comum a todos, mas aí conforme [a disciplina]... é evidente, não é?*

Paralelamente, esse excerto mostra um efeito interessante da PBL em conjunto com a intervenção sobre o desenvolvimento profissional do docente: o fato de

terem também encorajado a aprendizagem contínua do Professor, da mesma forma que a literatura aponta para os alunos. No entanto, como elucida a fala seguinte do Professor, esta disposição ao aprimoramento contínuo da prática docente parece estar mais direcionada para uma melhor atuação na PBL que para o alcance de conhecimentos profundos em educação:

*Eu passei vinte anos dedicado aos conhecimentos... quer dizer, o que esta metodologia [PBL] vai me ajudar a pensar é que eu agora vou precisar ser, talvez não vá ser um especialista como sou nos conhecimentos, mas ter um bom conhecimento sobre habilidades... De agora para frente eu não estou assim: “Ai, não sei nada, como é que eu fico...” [...] Eu acho que daqui para frente o que eu vou fazer é ler um pouco sobre grupos, sobre equipes, sobre como escrever um relatório... Isso, não como uma obrigação, [mas] como a função de professor [sob este método] despertou isso para mim. Eu também posso... devo passar a ler estas coisas.*

Isto concorda com TARDIF (2002, p. 209), para quem o docente “não quer conhecer, mas agir e fazer, e, se procura conhecer, é para melhor agir e fazer”, e com a proposta de CANDAU (1996) para uma formação contínua de docentes estruturada em torno de problemas da sala de aula ao invés de conteúdos teóricos.

Nessa direção, a PBL também pode ter sido, se não um veículo de capacitação, ao menos instrumental na sensibilização de alguns alunos de pós-graduação para a existência de métodos de ensino além daqueles que provavelmente vivenciaram em ambientes de ensino convencionais. Este entendimento é compartilhado pelo Professor:

*Eu creio também que há a contribuição... você está preparando melhor os professores. Se eles realmente... estamos abrindo caminho... Quem está começando a carreira vai ver que não é só o conhecimento, é preciso trabalhar as habilidades também. Então ele vai começar a introduzir... Quando ele estiver com vinte anos que nem eu... Com certeza, se uns três já tiverem mais desenvolvidos... Puxa vida! Acho que fizemos nosso papel... [...] Vários [alunos] dão aula de TGA...*

### **SOBRE O MODELO DA UNIVERSIDADE DE NEWCASTLE**

Embora não seja objetivo deste trabalho propor um modelo da PBL para uso em disciplinas de currículos de engenharia nem um modelo curricular deste método para a IES ou para qualquer outra escola de engenharia do Brasil, seria interessante complementar as análises colocadas anteriormente com algumas reflexões sobre a

abordagem da escola de arquitetura da Universidade de Newcastle (EA-UN). Interessante por conta da afinidade entre as áreas da engenharia e da arquitetura (apesar desta ser mais *soft* que aquela pelos critérios da IES), mas principalmente porque a abordagem da EA-UN contempla muitos dos requisitos colocados por PERRENET *et al.* (2000) para o uso da PBL no ensino de engenharia, tais como maior direção por parte dos professores e uso de projetos de longa e curta duração. De fato, modelos híbridos similares ao da EA-UN são comumente usados no ensino de engenharia (POWELL, 2000; NIELSEN, 2000).

Contudo, antes de prosseguir nessa discussão, faz-se necessário ressaltar que o modelo híbrido, embora mais eficaz que as implementações parciais como as relatadas neste trabalho, não conta com a aprovação de todos os autores. BARROWS (1996, p. 6), por exemplo, crê que este formato não só “inibe a integração dessas disciplinas no entendimento dos alunos sobre o problema [...], como também requer que os alunos entrem e saiam de diferentes abordagens de aprendizagem, passiva *versus* ativa, dependente *versus* independente”. Também é preciso ressaltar novamente que o modelo da EA-UN responde somente às necessidades e particularidades desta escola, haja vista que a PBL, quando utilizada em outras escolas da mesma instituição, assume formatos diversos do modelo da escola de arquitetura. Ademais, como as observações feitas junto à EA-UN mostraram, este formato da PBL não deve ser caracterizado como pronto e acabado.

O modelo PBL da EA-UN difere do modelo original (escola de medicina da Universidade McMaster) basicamente com respeito a dois aspectos, a saber: sua hibridez (i.e., é respaldado por disciplinas preestabelecidas) e o fato de ser mais centrado nos professores, já que são eles que concebem os problemas, definem os objetivos de aprendizagem e a forma de apresentação dos resultados e aplicam os critérios de avaliação. A maior direção docente é conseguida principalmente mediante um grau maior de estruturação dos problemas, como pode ser observado no problema *Two Rooms* (Anexo II).

Segundo KINGSLAND (1993), a hibridez e maior direção docente do modelo da EA-UN derivam tanto das especificidades do ensino desta área de conhecimento – no qual a solução do problema é geralmente a consecução de um projeto e não a obtenção de um diagnóstico como na medicina – quanto da gênese da implantação da PBL na instituição em 1983/85. O autor relata que nesta época havia consenso na instituição sobre a necessidade de mudança devido ao *feedback* negativo da parte de empregadores e ex-alunos. Inspirados pela adoção da PBL pela

escola de medicina da UN alguns anos antes, optou-se por esta abordagem, mas, de forma a viabilizar a mudança, buscou-se utilizar os recursos e a estrutura presentes na instituição.

Dessa forma, um componente de desenvolvimento de projetos já existente no currículo convencional da EA-UN foi transformado em um componente central de solução de problemas e integração de conhecimentos no novo currículo (*Design Integration* ou DI). Para este fim, foi-lhe alocado mais tempo, subtraído das outras disciplinas, que passaram a lhe dar de suporte. Apesar desta redução no tempo das disciplinas, KINGSLAND (1993) crê que não houve uma diminuição da qualidade do curso porque uma parte do trabalho com os conteúdos foi transferida para o DI. Também foram disponibilizados mais tempo durante a semana e um espaço apropriado para que os alunos pudessem se dedicar aos projetos. Por outro lado, com a carga horária das disciplinas reduzida, os docentes dispuseram de mais tempo para atuar como tutores ou consultores (para os alunos) dentro de suas áreas de especialidade.

Numa hipotética implementação de um modelo similar no Brasil também seria possível aproveitar alguns componentes já existentes nos currículos de engenharia. Muitos destes currículos, dependendo da instituição e especialização, contêm pelo menos uma disciplina de projeto no quinto ano e vários laboratórios nos anteriores. Estes componentes poderiam coalescer em um único componente de integração e solução de problemas à maneira do DI. Assim, procedendo-se de forma similar à EA-UN, poder-se-ia valorizar o componente de projeto e atribuir-lhe centralidade (alocando-lhe maior carga horária, trabalho em grupo facilitado por tutores etc.) no último ano e, gradualmente, torná-lo presente nos anos anteriores, aproveitando os espaços e os tempos alocados para as disciplinas de laboratório. Este procedimento de introdução gradual estaria em concordância com HUBERMAN (1973, p. 63-64), para quem é preciso introduzir uma mudança educacional “por etapas calculadas, de maneira a causar o mínimo de resistência e transtorno”.

Seria possível também proceder de maneira inversa, começando pelos primeiros anos, como geralmente é relatado na literatura. Desta forma a PBL não conflitaria com os compromissos de estágio no último ano. Aliás, é preciso mencionar que a PBL não pretende substituir o estágio dos alunos, como não o faz com os estágios em hospitais e a residência médica em currículos de escolas de medicina que adotam o método. Estes ambientes promovem a aprendizagem de diferentes conhecimentos, ainda que não mutuamente excludentes. Assim sendo, é possível

pensar em formas de integrar estes dois ambientes. Por exemplo, os problemas PBL no último ano poderiam ser problemas reais das empresas em que os estágios se realizam. Estes problemas (e outros gerais inerentes ao mundo do trabalho) seriam discutidos no componente PBL, multiplicando a possibilidade de aprendizagem que geralmente fica restrita aos estagiários e aos seus orientadores.

De qualquer forma, é necessário ressaltar que essa mudança gradual para a PBL não é consensual entre os docentes da EA-UN, já que alguns crêem que seja difícil realizá-la devido à inércia docente e institucional. Estes docentes consideram esta mudança mais eficaz quando é implementada em todo o currículo, como fizeram, ou ainda quando é implantada junto com o curso, como ocorreu, por exemplo, na Escola de Saúde Pública do Ceará (ESP-CE) (MAMEDE & PENAFORTE, 2001).

Ademais, a inércia não seria a única dificuldade da mudança para um modelo PBL em cursos de engenharia no Brasil. Uma outra dificuldade que a adoção desta abordagem enfrentaria é a insuficiência de laboratórios (*loci* de integração de conteúdos e solução de problemas no ensino de muitas especializações da engenharia por excelência), quando se compara, por exemplo, à disponibilidade de hospitais-escola no ensino de medicina ou à relativa facilidade (e menor custo) de se alocar um espaço (com pranchetas, computadores etc.) para a confecção de projetos arquitetônicos. HESSAMI & GANI (1993) consideram esta carência como um obstáculo à implantação da PBL no ensino de algumas especializações da engenharia (e.g. engenharia mecânica). Porém, isto não chega a desencorajar os autores, que consideram a PBL mais interessante e motivadora, capaz de estimular a aprendizagem profunda e produzir engenheiros mais versáteis e preparados para a entrada na vida profissional.

A cultura existente em escolas como a IES também constituiria uma dificuldade a ser superada. Como foi visto, parece que muitos professores tendem a supervalorizar, defender e identificar-se fortemente com os conteúdos que ensinam. Especialmente porque muitas vezes há uma ligação íntima entre estes conteúdos e suas áreas de pesquisa. Assim, é possível imaginar que a negociação sobre a diminuição do tempo alocado às disciplinas não seja tranquila. Talvez esta redução venha a ser interpretada pelos docentes como perda de autonomia, controle ou prestígio.

A diminuição da carga horária – fator *sine qua non* para que seja disponibilizado mais tempo para trabalho autônomo dos alunos/grupos na PBL –

também coloca um desafio às escolas de engenharia no Brasil na medida em que a carga horária é geralmente entendida como horas em sala de aula/laboratório (SALUM, 1999). A necessidade de uma redução destas horas pode ser ilustrada quando se compara, por exemplo, as 30 horas, em média, de contato direto professor-aluno dos currículos da EP com as 12-15 horas da EA-UN (incluindo-se aquelas destinadas à discussão dos projetos com os tutores, i.e., DI).

É preciso dizer também que a EA-UN, segundo seus professores mais antigos, também enfrentou dificuldades para ter seu currículo PBL reconhecido pela agência reguladora do ensino superior na Austrália. Apesar de sua carga horária nunca ter sido tão alta quanto as da EP ou EC, a EA-UN teve que mostrar a importância de uma carga horária menor e de um componente curricular como o DI, por exemplo. Este episódio, como outros relatados na literatura, aparenta indicar que a negociação com órgãos reguladores é inescapável e parte integrante do processo de implantação de um currículo PBL independentemente do contexto.

A negociação por mais tempo para o estudo autônomo nos currículos de engenharia no Brasil também enfrentaria barreiras culturais e individuais. Algumas dessas barreiras foram identificadas na IES, tais como a supervalorização e acumulação de conhecimentos técnico-científicos, ilustradas pela rigidez no cumprimento de um programa por parte dos docentes. Há ainda o entendimento do currículo como um conjunto de cotas a serem atingidas, que leva muitos alunos a preencherem os horários alocados ao estudo autônomo com créditos de anos mais avançados. Isto não é possível no caso da EA-UN, já que as disciplinas estão atreladas aos projetos, não podendo ser cursadas separadamente.

A difícil negociação entre as escolas de engenharia no Brasil e os institutos/departamentos que provêm o ensino das ciências básicas aos seus alunos também seria um obstáculo a vencer em uma implantação de um modelo híbrido. Este problema não foi enfrentado pela EA-UN porque suas disciplinas sempre foram ministradas por seu próprio corpo docente. Essa característica facilita o diálogo e a integração entre os docentes, aparentemente precários em escolas de engenharia do país, a julgar pelos dados coletados na IES.

Esse comprometimento do corpo docente com relação à PBL e com objetivos educacionais comuns parece ser fundamental para o sucesso de um modelo híbrido como o da EA-UN. É vital tanto à época da implantação quanto durante o período de utilização, já que os conteúdos trabalhados nas disciplinas de apoio também resultam da negociação entre os docentes responsáveis por elas e os

tutores/coordenadores dos problemas/projetos.

Embora não seja fácil construir uma estrutura que integre harmoniosamente as várias disciplinas e os projetos em um modelo híbrido (PERRENET *et al.*, 2000), é possível imaginar o dano que uma redução desse comprometimento acarreta ao processo PBL. Por exemplo, observou-se na EA-UN, em pelo menos um momento do trabalho com o problema *Two Rooms*, que as tarefas pedidas pelos professores das disciplinas esvaziaram o DI (no qual a presença dos alunos não era obrigatória), confirmando o risco, relatado por PERRENET *et al.* (2000), de as disciplinas virem a competir com o componente PBL pelo tempo dos alunos. Em outras ocasiões ficou claro que este esvaziamento se deu por conta de compromissos extracurriculares assumidos pelos alunos (e.g., trabalho). Estes episódios aparentam indicar que, sem o diálogo constante e sem a visão compartilhada (e continuamente promovida) por docentes e alunos sobre a importância do estudo autônomo e da centralidade deste componente na abordagem PBL, um modelo híbrido pode rapidamente retroceder a um currículo 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 esse retrocesso, já que os alunos podem vir a adotar estratégias de sobrevivência contrárias aos princípios da PBL. Apesar de restritas a alguns momentos, estas estratégias foram detectadas na EA-UN tanto pela baixa frequência dos alunos no DI quanto por terem demonstrado mais interesse nos requisitos formais de apresentação dos projetos que na discussão (entre o tutor e o grupo, entre os alunos e entre a teoria e a prática) objetivada por este componente curricular. Esta atitude dos alunos, contrária aos princípios da PBL, demonstra maior valorização dos resultados em detrimento do processo e pode acabar minando a dinâmica de construção e desconstrução dos projetos objetivada pelo DI.

O mesmo se aplicaria à forma de avaliação adotada pela EA-UN. Como foi colocado anteriormente, a avaliação dos alunos é um ponto bastante discutido na literatura sobre PBL, pelo fato de alguns autores considerarem-na subjetiva. Aparentemente, a composição múltipla da nota final dos alunos da EA-UN (combinação de notas das disciplinas e dos projetos), apesar de trabalhosa, concorre para a acuidade e objetividade da avaliação e facilita a avaliação do desempenho individual dos alunos, evitando a ocorrência de 'caronas'. Entretanto, pode-se supor que a apresentação individual dos projetos – ao menos os mais importantes, já que projetos como o *Wordgarden* (Anexo III) parecem ser menos valorizados dada sua

curta duração – e a inexistência da avaliação por pares não consigam promover o desenvolvimento de habilidades e atitudes derivadas do trabalho em grupo (*brainstorming*, comunicação e defesa de idéias, análise de alternativas, construção de consenso, tomada de decisões, respeito pela opinião de outros etc.) em todo seu potencial.

Por outro lado, a forma de avaliação usada na EA-UN pode estar pautada na idéia clássica de atuação do arquiteto trabalhando isoladamente. Esta concepção pode coincidir com alguns contextos de atuação de um engenheiro civil, por exemplo, mas não corresponde ao trabalho normalmente realizado por engenheiros de produção no Brasil. Dependendo do tipo de trabalho que se imagina para o engenheiro, talvez seja interessante haver uma combinação de projetos individuais e coletivos (em grupos menores, 4-5 alunos). De qualquer forma, é fundamental entender que neste método todos os aspectos, desde o problema até a avaliação, devem ser pensados de forma a refletir a atuação profissional futura dos alunos.

A falta de capacitação pedagógica dos docentes da IES também se configura uma dificuldade na adoção de um modelo PBL. A integração e diálogo entre os docentes e o estabelecimento de objetivos educacionais comuns, citados anteriormente, implicam competências profissionais que não são inatas à maior parte do corpo docente (LITTLE & SAUER, 1999). A necessidade de habilidades específicas ficou evidente na EA-UN, que não tinha um programa de capacitação inicial e continuada para seus docentes. Por exemplo, foi observado durante o trabalho com o problema *Two Rooms* que, apesar de favorecer a discussão entre os alunos e entre eles e o tutor, a PBL por si só não garantia o envolvimento de todos os alunos. Freqüentemente o tutor estabelecia um diálogo com um dado aluno sem a participação dos demais, mesmo quando o grupo se reduzia a 4-5 alunos (de um total de 10-12), o que demonstra, como advoga RHEM (1998), que para atuar em um ambiente de aprendizagem cooperativa é preciso saber trabalhar com grupos de alunos e saber ensinar os alunos a trabalharem conjuntamente e isto não é algo em que a maioria dos docentes tem experiência.

Observou-se ainda que a falta de capacitação docente para gerenciar ou atuar neste método pode facilmente transformar um componente como o DI em uma aula centrada no docente, diminuindo os ganhos atribuídos à PBL. Mesmo pautada nas dúvidas dos alunos (o que já seria uma vantagem sobre os métodos convencionais), esta monopolização da fala da parte do docente pode vir a

comprometer a obtenção dos objetivos educacionais pretendidos pela PBL, tais como o desenvolvimento de habilidades interpessoais e comunicativas dos alunos, apreciação e respeito pelas opiniões de outros.

Este fenômeno também poderia ser atribuído aos alunos uma vez que a EA-UN não tinha um programa de indução discente à PBL. Embora seus alunos já tivessem conhecimento ou tivessem sido informados sobre a utilização da PBL durante os encontros promovidos pela instituição com estudantes secundaristas interessados em seus cursos, a capacitação deficiente dos alunos para atuar neste ambiente de aprendizagem pareceu ser um obstáculo ao seu bom funcionamento. Observou-se que muitas vezes a discussão no DI ficava limitada a uns trabalhos individuais porque alguns alunos não haviam atingido as etapas do projeto que seriam discutidas em um dado encontro. O não comparecimento ao DI também poderia ser atribuído ao fato de os alunos não compreenderem a centralidade e importância deste componente curricular. Não obstante, é preciso reconhecer que sempre haverá alunos que não participam por timidez, compromissos extracurriculares ou mesmo desinteresse, independentemente do método de ensino adotado.

Apesar de ter pontos que precisam ser aprimorados, a longa história da implementação da PBL na EA-UN e seu prestígio atestam o sucesso de seu modelo. A riqueza de muitos projetos apresentados pelos alunos ao final do ciclo observado neste trabalho confirma o renome desta abordagem. Porém, é necessário ressaltar que o sucesso da PBL nesta instituição se deve grandemente à valorização do ensino por seus docentes e administração. Levar em conta este aspecto parece ser particularmente relevante quando se contempla a adoção de um modelo PBL em contextos educacionais onde se identifica o 'primado da pesquisa', como pôde ser verificado na própria Universidade de Newcastle. Sua escola de engenharia não utiliza a PBL e o motivo de isto não acontecer era, nas palavras de seu diretor, devido ao fato de *a escola de engenharia ser mais direcionada para a pesquisa, enquanto que a escola de arquitetura já é mais direcionada para o ensino.*

O comprometimento dos docentes da EA-UN com a PBL era essencial na medida em que a desvalorização do ensino aparentava estar presente na universidade como um todo. Isto pôde ser verificado por meio do relato de um docente que fazia pesquisa em ambas as áreas, arquitetura e educação (PBL), a quem foi sugerido que se concentrasse somente na pesquisa em arquitetura, pois isto facilitaria a obtenção de recursos para a universidade. Um outro docente relatou que a pesquisa educacional (PBL) que fazia não lhe rendia dividendos em termos de promoção na

carreira, decidida pela alta administração da UN.

De qualquer forma, a soma de fatores tais como a percepção da necessidade de mudança e a valorização do ensino por parte de docentes e administradores parece concorrer para a superação das dificuldades da fase inicial da implementação da PBL e a adesão aos princípios e procedimentos do método em fases subseqüentes. Sem o comprometimento por parte dos professores e alunos, uma vez terminada a fase da novidade e confrontados com aumento de dedicação exigido pela PBL, é provável que estes atores do processo tendam a retornar à sua prática anterior, acomodando-a à nova abordagem, que passa a existir somente no nível do discurso institucional. Sobretudo, o comprometimento da instituição é fundamental neste processo, fornecendo apoio administrativo e capacitação para alunos e docentes.

“Não há diferença entre viver e aprender. É impossível, enganoso e prejudicial crer que sejam separados. Ensino é comunicação humana e como toda comunicação, arduosa e difícil. Devemos lutar contra o sentimento de que sabemos o que estamos fazendo em sala de aula”.  
(John Holt)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este trabalho, é fundamental reiterar dois pontos que foram colocados algumas vezes durante o mesmo. Primeiramente, a impossibilidade de se tomar a PBL como uma receita para resolver todos os problemas do ensino de engenharia. O ensino é uma atividade humana demasiado complexa para comportar uma abordagem única e a PBL, por sua vez, não é um modelo fixo e acabado, abrange muitas variantes e adaptações.

Em segundo lugar, é preciso reafirmar que o objetivo desta pesquisa não era propor a implementação em questão como modelo para outras iniciativas nesta direção. Principalmente porque o ensino não pode ser reduzido a um fazer técnico e tampouco pode o professor ser igualado a um executor de pacotes. Sua prática é necessariamente permeada por dilemas para os quais não existem respostas prontas. Além disso, espera-se que as descrições aqui contidas tenham sido suficientes para revelar as múltiplas variáveis em jogo que contribuíram para que a PBL tenha tido o formato e os resultados mostrados.

Nessa perspectiva, qualquer avaliação sobre a implementação em questão deve considerar o formato utilizado e as características do contexto em que aconteceu. Ainda que muitos aspectos percebidos pelos alunos e Professor estejam em conformidade com aqueles relatados pela literatura, os pontos positivos e negativos levantados pela pesquisa devem ser analisados à luz da singularidade desta experiência. Portanto, é possível que, embora coincidentes, mesmo os resultados mostrados neste trabalho sejam menores ou mais efêmeros que aqueles observados em implementações curriculares da PBL.

Nessa direção, podem ser indicadas continuações para este estudo. Com base nos dados e análises relatadas nos capítulos anteriores, algumas perguntas surgem: Quais seriam as atuais percepções dos alunos da EP (hoje no último ano da graduação) sobre a disciplina/PBL? Como a PBL afetou sua maneira de estudar? Com relação aos alunos de EC e PG seria possível acrescentar: Como a experiência com este método influenciou sua maneira de trabalhar? A experiência com a PBL teve algum impacto na forma de ensinar daqueles que são docentes hoje? As influências e

efeitos da PBL sobre a maneira de estudar/trabalhar dos alunos foram duradouros, válidos, pertinazes? A PBL foi capaz de modificar suas crenças, valores e concepções sobre a função da universidade, do professor, do aluno, do processo de ensino-aprendizagem?

Em outra direção, diante da suposição de alguns alunos de que o método teria sido bem sucedido devido à natureza da matéria, uma possível continuação deste trabalho seria uma pesquisa em moldes semelhantes em uma disciplina 'dura' da mesma instituição. Qual seriam as avaliações dos alunos? Como seria seu comprometimento comparado ao que se obteve nesta disciplina? Como seria a avaliação do docente em função de suas características individuais, crenças e valores? A PBL teria o mesmo efeito na base de conhecimento da docência deste professor?

Esse questionamento é importante na medida em que ficou evidente que as características pessoais do Professor tiveram um peso significativo na implementação em foco. Apesar de a forma como a experiência ocorreu ser devida à resultante da interação de variáveis institucionais, culturais e pessoais, o compromisso com o ensino, os valores e crenças do Professor foram fundamentais. Mesmo quando ele decidiu descontinuar o uso da abordagem, porque o aspecto individual nesta decisão deve ser relativizado frente ao peso da inércia institucional e das pressões culturais em interação.

No entanto, é necessário evitar culpar os atores e buscar as causas dos problemas no processo. As causas que se destacaram neste estudo e que demandam cuidado especial para que o método possa ser otimizado no contexto estudado são a exigüidade do tempo e a carência de capacitação, tanto para o docente quanto para os alunos e, sobretudo, a falta de apoio administrativo. Como indicam a Gestão da Qualidade e a maioria dos pesquisadores que estudaram os processos de inovação na educação, sem o apoio institucional, em termos de incentivos e suporte pedagógico, é provável que implementações como estas em questão permaneçam sendo atos isolados de docentes idealistas ou, ainda, desapareçam ou vão gradualmente cedendo à inércia e à cultura institucional, invalidando os ganhos da PBL para os docentes e alunos.

São esses ganhos que tornam a PBL um método oportuno para a educação em engenharia nos níveis de graduação ou pós-graduação. Benefícios estes decorrentes da capacidade da abordagem de atingir objetivos educacionais mais amplos que aqueles alcançados pelos métodos de ensino convencionais, ou seja,

além da construção de conhecimentos da parte dos alunos, o desenvolvimento de habilidades e atitudes que lhes serão úteis em sua vida estudantil e futuras carreiras, independentemente do caminho profissional escolhido.

A PBL também parece ser uma abordagem de ensino que favorece o docente na medida em que o estimula a buscar a compreensão de como e porque os alunos chegam a determinadas soluções, seus interesses e raciocínio. Desta forma contribui para o aprimoramento da base de conhecimento da docência dos professores de engenharia. Embora não substitua a formação pedagógica, o método pode ajudar os professores a refletir e melhorar sua prática.

Concluindo, é preciso ainda reconhecer que a PBL também foi um instrumento importante para a pesquisa. As avaliações processuais por parte dos alunos e as decisões do docente que se seguiam a elas possibilitaram a explicitação do pensamento dos alunos e facilitaram a investigação do trabalho docente.

“Seria um erro fechar este trabalho repetindo o dito banal que é preciso pesquisar mais. É claro que é preciso; necessidades mais imperiosas são, porém, a ousadia e o atrevimento de hipóteses que não tenham por definitivo o que é, apenas, habitual”.

(Jerome S. Bruner)

## REFERÊNCIAS

- ALBANESE M. A.; MITCHELL, S. Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, v. 68, n. 1, p. 52-81, 1993.
- ALLEN, D. E.; DUCH, J. B.; GROH, S. E. The power of problem-based learning in teaching introductory science courses. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996, p. 43-52.
- ALLEN, D. E.; DUCH, J. B.; GROH, S. E. Faculty development workshops: a 'challenge' of problem-based learning. In: SCHWARTZ, P. *et al.* (eds.). *Problem-based learning: case studies, experience and practice*. Londres: Kogan Page, 2001a, p. 104-110.
- ALLEN, D. E.; DUCH, J. B.; GROH, S. E. Strategies for using groups. In: DUCH, J. B. *et al.* (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001b, p. 69-68.
- ALPER, L.; FENDEL, D.; FRASER, S.; RESEK, D. Problem-based Mathematics – not just for the college-bound. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, p. 174-180.
- BALL, S. J.; GOODSON, I. F. Understanding teachers: concepts and contexts. In: BALL, S. J.; GOODSON, I. F. (eds.). *Teachers' lives and careers*. Londres: The Falmer Press, 1992, p. 1-26.
- BALZAN, N. C. Discutindo o processo de socialização profissional. In: REALI, A. M. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar/FINEP, 1996, p. 47-58.
- BALZAN, N. C. Indissociabilidade ensino-pesquisa como princípio metodológico. In: VEIGA, I. P. A.; CASTANHO, M. E. L. M. (orgs.). *Pedagogia universitária: a aula em foco*. Campinas: Papirus, 2000, p. 115-136.
- BARRETT, T. Philosophical principles for problem-based learning: Freire's concepts of personal development and social empowerment. In: LITTLE, P.; KANDBINDER, P. (eds.). *The power of problem-based learning: experience, empowerment, evidence*. Newcastle: PROBLARC, 2001, p. 9-18.
- BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, v. 20, p. 481-486, 1986.
- BARROWS, H. S. 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, 1996, p. 3-12.
- BARROWS, H. S. *Problem-based learning (PBL)*. Southern Illinois University PBL Site. Disponível em: <<http://www.pbli.org/pbl>>. Acesso em: 16 jun. 2001.
- BECKER, F. Aprendizagem e ensino: contribuições da epistemologia genética. In: VON LINSINGEN, I. *et al.* (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p.179-196.
- BELHOT, R. V. Repensando o ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24., *Anais*, Manaus, 1996, v. 2, p. 27-36.
- BEMOWSKI, K. Restoring the pillars of higher education. *Quality Progress*, p. 37-42, Oct., 1991.

- BILEY, F. Creating tension: undergraduate student nurses' responses to a problem-based learning curriculum. *Nurse Education Today*, v. 19, p. 586-591, 1999.
- BLUMENFELD, P. C.; SOLOWAY, E.; MARX, R. W.; KRAJCIK, J. S.; GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, p. 103-139.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Qualitative research for education*. Boston: Allyn & Bacon, 1992.
- BOK, D. *Ensino Superior*. Rio de Janeiro: Editora Forense-Universitária, 1986.
- BORDOGNA, J. Systemic change for engineering education: integrated trends in the United States. *International Journal of Engineering Education*, v. 9, n. 1, p. 51-55, 1993.
- BOTOMÉ, S. P. *Contemporaneidade, ciência, educação e... verbalismo!* Erechim: Editora da URI, 1994.
- BOUD, D.; FELETTI, G. *The challenge of problem-based learning*. Londres: Kogan Page, 1999.
- BRIDGES, E. M.; HALLINGER, P. Problem-based learning in medical and managerial education. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, 3-19.
- BRUNER, J. S. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1973.
- BRUNER, J. S. *O processo da educação*. São Paulo: Editora Nacional, 1987.
- BRUNNER, J. J. Educación superior y globalización. *Educação Brasileira*, v. 19, n. 38, p. 11-30, 1997.
- BRYAN, N. A. P. Desafios educacionais da presente mutação tecnológica e organizacional para a formação de professores do ensino tecnológico. In: BICUDO, M. A. V.; SILVA JUNIOR, C. A. (orgs.). *Formação do educador, tarefa da universidade*. São Paulo: Editora UNESP, 1996, p. 39-47.
- BURGESS, H. Case study and curriculum research: some issues for teacher researchers. In: BURGESS, R. G. (ed.). *Issues in educational research: qualitative methods*. Londres: The Falmer Press, 1985, p. 177-196.
- CANDAU, V. M. F. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: REALI, A. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar/FINEP, 1996, p. 139-152.
- CARDER, L.; WILLINGHAM, P.; BIBB, D. Case-based, problem-based learning: information literacy for the real world. *Research Strategies*, v. 18, p. 181-190, 2001.
- CASTANHO, M. E. L. M. A criatividade na sala de aula universitária. In: VEIGA, I. P. A.; CASTANHO, M. E. L. M. (orgs.). *Pedagogia universitária: a aula em foco*. Campinas: Papyrus, 2000, p. 75-90.
- CAVALCANTE, J. F. *Educação superior: conceitos, definições e classificações*. Brasília: MEC/INEP, 2000.
- CAVANAUGH, J. C. Make it so: administrative support of problem-based learning. In: ALLEN, D. E. et al. (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 69-68.

- CHAMLIAN, H. C. Docência na universidade: professores inovadores na USP. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 41-64, 2003.
- CHING, C. C.; GALLOW, D. Fear & loathing in PBL: faculty reactions to developing problem-based learning for a large research university. PBL Conference – Singapore, *Proceedings*, 2000. Disponível em: <<http://www.tp.edu.sg/pblconference/full/CynthiaCarterChingDeGallow.pdf>>. Acesso em: 25 jun.03.
- CLARKE, S.; THOMAS, R.; ADAMS, M. Model of thinking in the PBL process: comparison of medicine and information technology. In: LITTLE, P.; KANDBINDER, P. (eds.). *The power of problem-based learning: experience, empowerment, evidence*. Newcastle: PROBLARC, 2001, p. 19-29.
- COLE, A. L.; KNOWLES, J. G. Teacher development partnership research: a focus on methods and issues. *American Educational Research Journal*, v. 30, n. 3, p. 473-495, 1993.
- CROSS, H.; GOODPASTURE, R. C. An engineer looks at himself. In: DAVENPORT, W. H.; ROSENTHAL, D. (eds.). *Engineering: its role and function in human society*. Londres: Pergamon Press, 1967, p. 80-83.
- CUNHA, M. I. A aula universitária: inovação e pesquisa. In: ENDIPE, 8., *Anais*, Florianópolis, 1996a, v. 2, p. 354-362.
- CUNHA, M. I. Ensino com pesquisa: a prática do professor universitário. *Cadernos de Pesquisa*, n. 97, p. 31-46, 1996b.
- CUNHA, M. I. Ensino como mediação da formação do professor universitário. In: MOROSINI, M. C. (org.). *Professor do ensino superior: identidade, docência e formação*. Brasília: Plano Editora, 2001, p. 79-92.
- CUNHA, M. I. Aportes teóricos e reflexões da prática: a emergente reconfiguração dos currículos universitários. In: MASETTO, M. (org.). *Docência na universidade*. Campinas: Papirus, 2002, p. 27-38.
- DAHLGREN, M. A.; CASTENSSON, R.; DAHLGREN, L. O. PBL from the teachers' perspective: conceptions of the tutor's role within problem-based learning. *Higher Education*, v. 36, p. 437-447, 1988.
- DELORS, J. *Educação: um tesouro a descobrir*. São Paulo: Cortez/UNESCO, 1999.
- DEMING, W. E. *Out of the crisis*. Cambridge: MIT Press, 1986.
- DEMO, P. Profissional do futuro. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 29-50.
- DENAYER, I.; THAELS, K.; VAN DER SLOTEN, J.; GOBIN, R. Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education. *European Journal of Engineering Education*, v. 28, p. 203-214, 2003.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Entering the field of qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (eds.). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage, 1994, p. 1-17.
- DEWEY, J. *Experiência e educação*. São Paulo: Editora Nacional, 1976

- DOCHY, F.; SEGERS, M.; VAN DEN BOSSCHE, P.; GIJBELS, D. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, v. 3, p. 533-568, 2003.
- DREEBEN, R. The school as a workplace. In: TRAVERS, R. M. (ed.). *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand MacNally, 1973, p. 450-473.
- DUCH, B. J. *Problems: a key factor in PBL*. About Teaching, 1996. Disponível em: <<http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>>. Acesso em: 26 abr. 2000.
- DUCH, B. J. *What is problem-based learning?* About Teaching, 1995. Disponível em: <<http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html>>. Acesso em: 26 abr. 2000.
- DUCH, B. J. Models for problem-based Instruction in undergraduate courses. In: DUCH, B. J. et al. (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 39-45.
- DUCH, B. J.; GROH, S. E.; ALLEN, D. E. Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In: DUCH, B. J. et al. (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 3-11.
- ESCRIVÃO FILHO, E.; NAKAMURA, M. M.; TEIXEIRA NETO, N. B. Qual conhecimento humanístico? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 25., *Anais*, Salvador, 1997, v. 4, p. 1779-1792.
- FELDER, R. M. American engineering education: current issues and future directions. *International Journal of Engineering Education*, v. 9, n. 4, p. 266-269, 1993.
- FERRAZ, H. *A formação do engenheiro: um questionamento humanístico*. São Paulo: Ática, 1983.
- FERREIRA, R. S. Tendências curriculares na formação do engenheiro do ano 2000. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 129-142.
- FOGARTY, R. *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998.
- FONTANA, A.; FREY, J. H. Interviewing: the art of science. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (eds.). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994, p. 361-376.
- FOSNOT, C. T. *Enquiring teachers, enquiring learners: a constructivist approach for teaching*. New York: Teachers College Press, 1989.
- GALLAGHER, S. A.; STEPIEN, W. J. Content acquisition in problem-based learning: depth versus breadth in American Studies. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, p. 51-71.
- GIJSELAERS, W. H. Connecting problem-based practices with educational theory. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p. 13-21.
- GIL VILLA, F. *Crise no professorado: uma análise crítica*. Campinas: Papirus, 1998.
- GIORGETTI, M. F. Engineering and engineering technology education in Brazil. *European Journal of Engineering Education*, v. 18, n. 4, p. 351-357, 1993.

- GLASGOW, N. A. *New curriculum for new times: a guide to student-centered, problem-based learning*. Thousand Oaks: Corwin Press, 1997.
- GÓMEZ RIBELLES, I. L. Some ideas about the application of the project learning methodology in engineering education. In: POUZADA, A. S. (ed.). *Project based learning: project-led education and group learning*. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 51-55.
- GORDON, R. Balancing real-world problems with real-world results. *Phi Delta Kappan*, Jan., p. 390-393, 1998.
- GROH, S. E. Using problem-based learning in general chemistry. In: DUCH, B. J. et al. (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 207-222.
- HADGRAFT, R.. A problem-based approach to civil engineering education. In: RYAN, G. (ed.). *Research and development in problem-based learning – Volume 1*. Sydney: University of Sydney-MacArthur, 1993, p. 29-39.
- HADGRAFT, R.; HOLECEK, D. (1995) Viewpoint: towards total quality using problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 1995, v. 11, n. 1, p. 8-13.
- HADGRAFT, R.; PRPIC, J. (1999). The key dimensions of problem-based learning. In: ANNUAL CONFERENCE AND CONVENTION OF THE AUSTRALASIAN ASSOCIATION FOR ENGINEERING EDUCATION, 11., *Anais*, Adelaide, Australia, 1999. (CD-ROM)
- HAFTER, J. P. Case writing: case writers' perspectives. In; BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.). *The challenge of problem-based learning*. Londres: Kogan Page, 1999, p. 151-159.
- HARGREAVES, A.; EARL, L.; MOORE, S.; MANNING, S. *Aprendendo a mudar: o ensino para além dos conteúdos e da padronização*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- HARPER, B.; CECCON, C.; OLIVEIRA, M. D.; OLIVEIRA, R. D. *Cuidado escola!: desigualdade, domesticação e algumas saídas*. Brasília: Editora Brasiliense, 1998.
- HERREID, C. F. Why isn't cooperative learning used to teach science? *BioScience*, v. 48, n. 7, p. 553-559, 1998.
- HESSAMI, M. A.; GANI, R. Using problem-based learning in the mechanical engineering degree. In: RYAN, G. (Ed.). *Research and development in problem-based learning – Volume 1*. Sydney: University of Sydney-MacArthur Press, 1993, p.75-82.
- HUBERMAN, M. *Como se realizam as mudanças em educação: subsídios para o estudo do problema da inovação*. São Paulo: Cultrix, 1973.
- HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (org.). *Vidas de professores*. Porto: Porto Editora, 1995, p. 31-61.
- KAUFMAN; D. M.; MANN, K. V. I don't want to be a groupie. In: SCHWARTZ, P. et al. (eds.). *Problem-based learning: case studies, experience and practice*. Londres: Kogan Page, 2001, p. 142-148.
- KEMBER, D. A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, v. 7, n. 3, p. 255-275, 1997.
- KIDD, J. R. *How adults learn*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1978.

- KINGSLAND, A. Problem-based Learning: efficient, affordable, and stress-free implementation. In: RYAN, G. (ed.). *Research and development in problem-based learning – Volume 1*. Sydney: University of Sydney-MacArthur Press, 1993, p. 311-319.
- KINGSLAND, A. Time expenditure, workload, and student satisfaction in problem-based learning. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p. 73-82.
- KITTO, S. L.; GRIFFITHS, L. G. (2001). The evolution of problem-based learning in a biotechnology course. In: DUCH, J. B. *et al.* (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 121-130.
- KNOWLES, M. *The adult learner: a neglected species*. Houston: Gulf Publishing Company, 1984.
- KOURGANOFF, W. *A face oculta da universidade*. São Paulo: Editora da UNESP, 1990.
- LANTZ, M. S.; CHAVES, J. F. Mixed models and mixed messages. In: SCHWARTZ, P. *et al.* (eds.). *Problem-based learning: case studies, experience and practice*. Londres: Kogan Page, 2001, p. 45-51.
- LITTLE, S. E.; SAUER, C. Organizational and institutional impediments to a problem-based approach. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.). *The challenge of Problem-based Learning*. Londres: Kogan, 1999, p. 81-88.
- LORTIE, D. C. *Schoolteacher: a sociological study*. Chicago: The University of Chicago Press, 1975.
- MAITLAND, B. Problem-based learning for architecture and construction management. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.). *The challenge of problem-based learning*. Londres: Kogan Page, 1999, p. 211-217.
- MAMEDE, S. Aprendizagem baseada em problemas: características, processos e racionalidade. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (orgs.). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001, p. 27-48.
- MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001.
- MARCELO GARCIA, C. Formação de professores: centro de atenção e pedra-de-toque. In: NOVOA, A. (org.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992, p. 51-76.
- MARTIN, P.; BRUCATO, V.; GARRELS, W. Project-based group learning: cultural differences. In: POUZADA, A. S. (ed.). *Project based learning: project-led education and group learning*. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 57-63.
- MASETTO, M. T. A aula na universidade. In: ENDIPE, 8., *Anais*, Florianópolis, 1996, v. 2, p. 323-330.
- MASETTO, M. T. Reconceptualizando o processo ensino-aprendizagem no ensino superior e suas conseqüências para o ambiente de aula. In: ENDIPE, 9., *Anais*, v. 1, 1998a, p. 317-331.
- MASETTO, M. T. Pós-graduação: rasteando o caminho percorrido. In: SERBINO, R. V. *et al.* (orgs.). *Formação de professores*. São Paulo: Editora da UNESP, 1998b, p. 149-160.

- MASETTO, M. T. Professor universitário: um profissional da educação na atividade docente. In: MASETTO, M. T. (org.). *Docência na universidade*. Campinas: Papyrus, 2002, p. 9-26.
- MASETTO, M. T. PBL na educação? In: ENDIPE, 12., 2004, Curitiba. *Anais*. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, v. 2, p. 181-189.
- MATUSOV, E.; ST. JULIEN, J.; WHITSON, J. A. PBL in preservice teacher education. In: DUCH, B. J. et al. (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001.
- MEC. *Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia*. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2002.
- MENGES, R. J.; AUSTIN, A. E. Teaching in higher education. In: RICHARDSON, V. (ed.). *Handbook of research on teaching*. Washington: AERA, 2001, p. 1122-1156.
- MERRIAM, S. B. *Case study research in education: a qualitative approach*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1988.
- MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1986.
- MIZUKAMI, M. G. N. Docência, trajetórias pessoais e desenvolvimento profissional. In: REALI, A. M. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar, 1996, p. 59-91.
- MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, E. F.; TANCREDI, R. M. S. P.; MELLO, R. R. *Aprendizagem da docência: pesquisas e especificidades metodológicas*. São Carlos: EdUFSCar, 2002.
- MORAES, M. C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 53-66.
- MORGAN, R. P.; PROCTOR, P. R.; WULF, W. A. *The changing nature of engineering*. ASEE Prism. Disponível em: <<http://www.asee.org/pubs3/html/changing.htm>>. Acesso em: 23 out. 1998.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez/UNESCO, 2001.
- NEWMANN, F. M.; WHELAGE, G. G. Five standards of authentic instruction. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-Based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: SkyLight, p. 33-42.
- NIELSEN, S. H. Reflection on real operating experience. In: POUZADA, A. S. (ed.). *Project based learning: project-led education and group learning*. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 43-49.
- NING, C. C. Undergraduate academic programme: planning, development, implementation and evaluation. *International Journal of Engineering Education*, v. 11, n. 3, p. 175-184, 1995.
- NORMAN, G. R.; SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine*, v. 67, n. 9, p. 557-565, 1992.
- NÓVOA, A. Para uma análise das instituições escolares. In: NÓVOA, A. (org.). *As organizações escolares em análise*. Porto: Dom Quixote, 1999, p. 13-43.

- NUTHALL, G.; SNOOK, I. Contemporary models of teaching. In: TRAVERS, R. M. (ed.). *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand MacNally, 1973, p. 47-76.
- OLIVEN, A. C. Arquipélago de competência: universidades brasileiras na década de 90. *Cadernos de Pesquisa*, n. 86, p. 75-78, 1993.
- PAIVA, V.; WARDE, M. J. Anos 90: o ensino na América Latina. In: PAIVA, V.; WARDE, M. J. (orgs.). *Dilemas do ensino superior na América Latina*. Campinas: Papirus, 1994, p. 9-41.
- PENAFORTE, J. John Dewey e as raízes filosóficas da aprendizagem baseada em problemas. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (orgs.). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001, p. 49-77.
- PERRENET, J. C.; BOUHUIJS, P. A. J.; SMITS, J. G. M. M. The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education*, v. 5, n. 3, p. 346-360, 2000.
- PERRENOUD, P. *10 novas competências para ensinar: convite à viagem*. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- PIMENTEL, M. G. Professores emergentes falam de sua prática. In: REALI, A. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar, 1996. p. 167-172.
- PIZZINI, E. L.; SHEPARDSON, D. P. A comparison of the classroom dynamics of a problem-solving and traditional laboratory model of instruction using path analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 3, p. 243-258.
- POLANCO, R.; CALDERÓN, P.; DELGADO, F. Problem-based learning in engineering students: its effects on academic and attitudinal outcomes. In: LITTLE, P.; KANDBINDER, P. (eds.). *The power of problem-based learning: experience, empowerment, evidence*. Newcastle: PROBLARC, 2001, p. 111-125.
- POWELL, P. From classical to project-led education. In: POUZADA, A. S. (ed.). *Project based learning: project-led education and group learning*. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 11-40.
- PRATA, A. T. Comentários sobre a atuação do engenheiro-professor. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 159-178.
- RAMOS, E. M. F. O papel da avaliação educacional nos processos de aprendizagens autônomos e cooperativos. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 207-230.
- RANGACHARI, P. K. Twenty-up: problem-based learning with a large group. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996, p.63-72.
- REGEHR, G.; NORMAN, G. R. Issues in cognitive psychology: implications for professional education. *Academic Medicine*, v. 71, n. 9, p. 988-1001, 1996.
- RHEM, J. *Problem-based learning: an introduction*. The National Teaching and Learning Forum, 1998. Disponível em: <[http://www.ntlf.com/html/pi/9812/pbl\\_i.htm](http://www.ntlf.com/html/pi/9812/pbl_i.htm)>. Acesso em: 26 abr. 2000.

- SACADURA, J. F. A formação dos engenheiros no limiar do terceiro milênio. In: VON LINSINGEN, I. *et al.* (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 13-27.
- SALUM, M. J. G. (1999). Os currículos de engenharia no Brasil – estágio atual e tendências. In: VON LINSINGEN, I. *et al.* (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 107-117.
- SAMFORD UNIVERSITY. *What is problem-based learning?* Center for Problem-Based Learning Research and Communications Web Site. Disponível em: <<http://www.samford.edu/pbl/what.html>>. Acesso em: 24 abr. 2000.
- SANCHO GIL, J. M. Docencia y investigación en la universidad: una profesión, dos mundos. *Educar*, v. 28, p. 41-60, 2001.
- SAVERY J. R.; DUFFY, T. M. Problem-based learning: an instructional model and its constructivist framework. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, p. 72-92.
- SAVIN-BADEN, M. *Problem-based learning in higher education: untold stories*. Buckingham: Open University Press, 2000.
- SCHENSUL, J. J.; WEEKS, M.; SINGER, M. Building research relationships. In: LECOMPTE, M. D. *et al.* (eds.). *Ethnographer's toolkit: researcher roles and research partnerships*. Walnut Creek: Altamira Press, 1999, p. 85-164.
- SCHÖN, D. A. *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Harper Collins, 1983.
- SCHÖN, D. A. *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass, 1991.
- SCHMIDT, H. G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical Education*, v. 27, p. 422-432, 1993.
- SCHMIDT, H. G. As bases cognitivas da aprendizagem baseada em problemas. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (orgs.). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001, p. 80-108.
- SCHWARTZMAN, S. O futuro da educação superior no Brasil. In: PAIVA, V.; WARDE, M. J. (orgs.). *Dilemas do ensino superior na América Latina*. Campinas: Papirus, 1994, p. 143-179.
- SHEAHAN, B. H.; WHITE, J. A. Quo vadis, undergraduate engineering education? *Engineering Education*, p. 1017-1022, Dec., 1990.
- SHERR, L. A.; LOZIER, G. G. *Total quality management in higher education*. Disponível em: <<http://www.umn.edu/~assess/tqm/tqmhed.html>>. Acesso em: 31 out. 1997.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.
- SILVA, D. O engenheiro que as empresas querem hoje. In: VON LINSINGEN, I. *et al.* (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 77-88.

- SIRVANCI, M. Are the students the true customers of higher education? *Quality Progress*, p. 99-102, Oct. 1996.
- SIKES, P. J. The life cycle of the teacher. In: BALL, S. J.; GOODSON, I. F. (eds.). *Teachers' lives and careers*. Londres: The Falmer Press, 1985, p. 27-60.
- SNYDERS, G. *Pedagogia progressista*. Coimbra: Livraria Almedina, 1974.
- SORDI, M.R.L. Avaliação da aprendizagem universitária em tempos de mudança: a inovação ao alcance do educador comprometido. In: VEIGA, I. P. A.; CASTANHO, M. E. L. M. (orgs.). *Pedagogia universitária: a aula em foco*. Campinas: Papirus, 2000, p. 231-248.
- SOUZA, M. F. Engenharia ontem e hoje. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 119-127.
- STEPIEN, W.; GALLAGHER, S. Problem-based learning: as authentic as it gets. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, p. 43-49.
- STEPIEN, W., GALLAGHER, S. A.; WORKMAN, D. Problem-based learning for traditional and interdisciplinary classrooms. In: FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, 144-163.
- 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: Jossey-Bass Publishers, 1996, p. 33-42.
- TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.
- TAYLOR, I.; BURGESS, H. Responding to 'non-traditional' students: an enquiry and action approach. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.). *The challenge of problem-based learning*. Londres: Kogan Page, 1999, p. 103-116.
- TEIXEIRA, A. A pedagogia de Dewey. In: DEWEY, J. *Vida e educação*. São Paulo: Melhoramentos, 1978, p. 13-41.
- THURLER, M. G. *Inovar no interior da escola*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- TIGHT, M. Lifelong learning: opportunity or compulsion? *British Journal of Educational Studies*, v. 46, n. 3, p. 251-263, 1998.
- TYNJÄLÄ, P. Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university. *International Journal of Educational Research*, v. 31, p. 357-442, 1999.
- UCI. *What is PBL?* Disponível em: University of California-Irvine Web Site, <<http://www.pbl.uci.edu/whatispbl.html>>. Acesso em: 06 nov. 2000.
- VASILCA, G. Engineers for a new age: how should we train them? *International Journal of Engineering Education*, v. 10, n. 5, p. 394-400, 1994.
- VERNON, D. T. A.; BLAKE, R. L. Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, v. 68, n. 7, p. 550-563, 1993.

- VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V.; CABRAL, C. G.; BAZZO, W. A. *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.
- WATSON, G. H.; GROH, S. E. Faculty mentoring faculty. In: DUCH, B. J. *et al.* (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 13-25.
- WHITE, H. B. III. A PBL course that uses research articles as problems. In: DUCH, B. J. *et al.* (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 131-140.
- WILKERSON, L. Tutors and small groups in problem-based learning: lessons from the literature. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996, 23-32.
- WILLIAMS, B. A. Introductory physics: a problem-based model. In: DUCH, J. B. *et al.* (eds.). *The power of problem-based learning*. Sterling: Stylus, 2001, p. 251-267.
- WILSON, S. M.; SHULMAN, L. S.; RICHERT, A. E. '150 different ways' of knowing: representations of knowledge in teaching. In: CALDERHEAD, J. (ed.). *Exploring teachers' thinking*. Londres: Cassel, 1987, p. 104-124.
- WOODBURY, R. S. Educating the engineer. In: DAVENPORT, W. H.; ROSENTHAL, D. (eds.). *Engineering: its role and function in human society*. Londres: Pergamon Press, 1967, p. 134-140.
- WOODS, D. R. Problem-based learning for large classes in chemical engineering. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p. 91-99.
- WOODS, D. R. *Problem-based learning, especially in the context of large classes*. Disponível em: <<http://chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2000.
- WOODS, D. R. *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. 2001.
- WOODS, D. R. *Problem-based learning: helping your students to gain the most from PBL*. Disponível em: <<http://www.chemeng.mcmaster.ca/innov1.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2002.
- ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M. G. *et al.* (orgs.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras, 2000, p. 207-236.
- ZEICHNER, K. M.; TABACHNICK, B. R.; DENSMORE, K. Individual, institutional, and cultural influences on the development of teachers' craft knowledge. In: CALDERHEAD, J. (ed.). *Exploring teachers' thinking*. Londres: Cassel, 1987, p. 21-59.

## ANEXO I



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**

<b>INTERESSADO:</b> Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior		<b>UF:</b> DF
<b>ASSUNTO:</b> Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia		
<b>RELATOR(A):</b> Carlos Alberto Serpa de Oliveira (Relator), Francisco César de Sá Barreto, Roberto Cláudio Frota Bezerra		
<b>PROCESSO(S) N°(s):</b> 23001-000344/2001-01		
<b>PARECER N°:</b> <b>CNE/CES 1362/2001</b>	<b>COLEGIADO</b> <b>CES</b>	<b>APROVADO EM:</b> 12/12/2001

**I – RELATÓRIO****1. Histórico**

O desafio que se apresenta o ensino de engenharia no Brasil é um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associadas às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas, interpretar de maneira dinâmica a realidade. O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões. Não se adequar a esse cenário procurando formar profissionais com tal perfil significa atraso no processo de desenvolvimento. As IES no Brasil têm procurado, através de reformas periódicas de seus currículos, equacionar esses problemas. Entretanto essas reformas não têm sido inteiramente bem sucedidas, dentre outras razões, por privilegiarem a acumulação de conteúdos como garantia para a formação de um bom profissional.

As tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática.

Nesta proposta de Diretrizes Curriculares, o antigo conceito de currículo, entendido como grade curricular que formaliza a estrutura de um curso de graduação, é substituído por um conceito bem mais amplo, que pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado.

Define-se ainda Projeto Curricular como a formalização do currículo de determinado curso pela instituição em um dado momento.

Na nova definição de currículo, destacam-se três elementos fundamentais para o entendimento da proposta aqui apresentada. Em primeiro lugar, enfatiza-se o conjunto de experiências de aprendizado. Entende-se, portanto, que *Currículo* vai muito além das atividades convencionais de sala de aula e deve considerar atividades complementares, tais como iniciação científica e tecnológica, programas acadêmicos amplos, a exemplo do Programa de Treinamento Especial da CAPES (PET), programas de extensão universitária, visitas técnicas, eventos científicos, além de atividades culturais, políticas e sociais, dentre outras, desenvolvidas pelos alunos durante o curso de graduação. Essas atividades complementares visam ampliar os horizontes de uma formação profissional, proporcionando uma formação sociocultural mais abrangente.

Em segundo lugar, explicitando o conceito de processo participativo, entende-se que o aprendizado só se consolida se o estudante desempenhar um papel ativo de construir o seu próprio conhecimento e experiência, com orientação e participação do professor.

Finalmente, o conceito de programa de estudos coerentemente integrado se fundamenta na necessidade de facilitar a compreensão totalizante do conhecimento pelo estudante. Nesta proposta de Diretrizes Curriculares, abre-se a possibilidade de novas formas de estruturação dos cursos. Ao lado da tradicional estrutura de disciplinas organizadas através de grade curricular, abre-se a possibilidade da implantação de experiências inovadoras de organização curricular, como por exemplo, o sistema modular, as quais permitirão a renovação do sistema nacional de ensino.

## **II - VOTO DO(A) RELATOR(A)**

Voto favoravelmente à aprovação das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, bacharelado, na forma ora apresentada.

Brasília, 12 de dezembro de 2001

Conselheiro Carlos Alberto Serpa de Oliveira (Relator)

Conselheiro Francisco César de Sá Barreto

Conselheiro Roberto Cláudio Frota Bezerra

## **III - DECISÃO DA CÂMARA:**

A Câmara de Educação Superior acompanha o Voto do Relator.

Sala das Sessões, 12 de dezembro de 2001.

Conselheiros Arthur Roquete de Macedo - Presidente

José Carlos Almeida da Silva - Vice-Presidente

## **DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

### **1. Perfil dos Egressos**

O perfil dos egressos de um curso de engenharia compreenderá uma sólida formação técnico científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

### **2. Competências e Habilidades**

Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para:

- a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;

- e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j) atuar em equipes multidisciplinares;
- k) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- n) assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

### **3. Estrutura do Curso**

Cada curso de engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Nestas atividades procurar-se-á desenvolver posturas de cooperação, comunicação e liderança.

### **4. Conteúdos Curriculares**

Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.

O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que se seguem:

- Metodologia Científica e Tecnológica;
- Comunicação e Expressão;
- Informática;
- Expressão Gráfica;
- Matemática;
- Física;
- Fenômenos de Transporte;
- Mecânica dos Sólidos;
- Eletricidade Aplicada;
- Química;
- Ciência e Tecnologia dos Materiais;
- Administração;
- Economia;
- Ciências do Ambiente;
- Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensidade compatíveis com a modalidade pleiteada.

O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES:

- Algoritmos e Estruturas de Dados;
- Bioquímica;
- Ciência dos Materiais;
- Circuitos Elétricos;
- Circuitos Lógicos;
- Compiladores;
- Construção Civil;
- Controle de Sistemas Dinâmicos;
- Conversão de Energia;
- Eletromagnetismo;
- Eletrônica Analógica e Digital;
- Engenharia do Produto;
- Ergonomia e Segurança do Trabalho;
- Estratégia e Organização;
- Físico-química;
- Geoprocessamento;
- Geotecnia;
- Gerência de Produção;
- Gestão Ambiental;
- Gestão Econômica;
- Gestão de Tecnologia;
- Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;
- Instrumentação;
- Máquinas de fluxo;
- Matemática discreta;
- Materiais de Construção Civil;
- Materiais de Construção Mecânica;
- Materiais Elétricos;
- Mecânica Aplicada;
- Métodos Numéricos;
- Microbiologia;
- Mineralogia e Tratamento de Minérios;
- Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;
- Operações Unitárias;
- Organização de computadores;
- Paradigmas de Programação;
- Pesquisa Operacional;
- Processos de Fabricação;
- Processos Químicos e Bioquímicos;
- Qualidade;
- Química Analítica;
- Química Orgânica;
- Reatores Químicos e Bioquímicos;
- Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas;
- Sistemas de Informação;
- Sistemas Mecânicos;
- Sistemas operacionais;

- Sistemas Térmicos;
- Tecnologia Mecânica;
- Telecomunicações;
- Termodinâmica Aplicada;
- Topografia e Geodésia;
- Transporte e Logística.

O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

### **5. Estágios**

Os estágios curriculares deverão ser atividades obrigatórias, com uma duração mínima de 160 horas. Os estágios curriculares serão obrigatoriamente supervisionados pela instituição de ensino, através de relatórios técnicos e de acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração de conhecimento.

## ANEXO II

### PROBLEMA *Two Rooms*\*

**Sinopse:** Um exercício de quatro semanas de duração para considerar, investigar e propor um modelo esquemático [maquete] de um ambiente de trabalho de dois cômodos em uma área rural. Cômodo 1: um ambiente para uma pessoa começar seu dia de trabalho. Cômodo 2: um ambiente para duas pessoas trabalharem em projetos arquitetônicos de pequeno porte. A proposta deverá ser apresentada com ênfase nas relações entre os cômodos e destes com as condições externas do local de construção, usando plantas, seções e modelos.

**Palavras-chave:** Coleta de informações, cliente, composição, desenho, projeto, envolvimento, maquete, modelagem, natureza, planta, relação, cômodo, cômodos, terreno, espaço.

#### Atividades

1. *Introdução.* Lançamento do Ciclo 3 [terceiro problema do curso]. Coleta de informações com a cliente [uma aluna do quinto ano fazendo as vezes de uma arquiteta atuante]: Tomar nota, perguntar à cliente. Considerar as questões, os objetivos, processos do ciclo, habilidades prévias e novas.
2. *Pesquisa no local de construção.* Visita ao terreno em Belbourie [localidade rural próxima à Newcastle]. Individualmente explorar o local, observar e anotar cuidadosamente suas particularidades em escala pequena, média e grande. Traçar curvas de nível e contornos do terreno. Seleção em grupo do local exato da construção dos cômodos (aproximadamente 400 m<sup>2</sup>).
3. *Pesquisa no escritório.* Visita, em grupo, a um escritório de arquitetura. Individualmente, anotar como é, qual a atmosfera e como funciona um escritório de arquitetura. Em grupo, registrar as atividades, dimensões, equipamentos, necessidades de espaço, iluminação, relações no ambiente de trabalho. Os resultados da pesquisa devem ser compilados como um recurso do grupo.
4. *Pesquisa na biblioteca.* Plantas arquitetônicas de cômodos. Pesquisar, em grupo, plantas de cômodos, quartos, feitas por arquitetos contemporâneos e do século XX, usando recursos da biblioteca da universidade, bancos de dados de revistas.
5. *Transposição.* Referir-se a relações dentro/entre organismos, espaços, objetos, fenômenos (no local de construção e em outros lugares) para sugerir transposições de princípios naturais ou outros aos desenhos/maquetes.
6. *Dezesseis estratégias.* Desenvolver dezesseis opções de direção, planta. Dezesseis idéias, ou 2x8, 4x4. Selecionar e defender uma ou duas soluções potenciais mais adequadas.
7. *Mídia e modelos.* Desenvolver soluções de projeto usando *crayon*, lápis 6B e modelos.
8. *Plantas esquemáticas.* Desenvolver plantas indicando relações com o local de construção, entre os cômodos, além das espessuras das paredes, aberturas (janelas e portas), materiais utilizados (piso etc.), mobílias, atividades. Relacionar com as pesquisas feitas no escritório, no local de construção, biblioteca etc.
9. *Maquete esquemática.* Apresentação de uma maquete acurada e cuidadosamente construída indicando a forma e a composição dos cômodos.

---

\* Autoria de John Roberts, professor da escola de arquitetura da Universidade de Newcastle, NSW, Austrália.

**Nota do pesquisador:**

Consta ainda da ementa do problema, entregue aos alunos no primeiro encontro do ciclo: (a) as datas para a apresentação, individual e em grupo, dos resultados das pesquisas e outras atividades, i.e., desenhos, plantas e maquetes intermediárias; (b) os objetivos de aprendizagem, i.e., conhecimentos e habilidades, esperados dos alunos ao final do trabalho com o problema; (c) os requisitos de apresentação das plantas, mapas do local de construção e maquetes, i.e., escalas, diagramas etc.; (d) critérios de avaliação dos trabalhos e pesos conferidos a eles; e (e) informações sobre a avaliação final, quando o aluno apresenta sua solução (planta e maquete) a dois juizes [tutores] e demais colegas, os quais deverão participar ouvindo, tomando notas e colocando perguntas ao apresentador.

## ANEXO III

### PROBLEMA *WORDGARDEN: BUILDING A WORD\**

#### **Idéia geral: significado e comunicação**

Um dos papéis do arquiteto é manter o significado de um projeto, sustentando a 'idéia geral' por meio do processo de projeção até a presença, aparência e sentido dos detalhes de um projeto. A criação imaginativa e a manutenção do significado são vitais, tanto quanto o conhecimento e a comunicação da 'idéia geral' dentro de uma equipe, ou para jurados ou uma platéia.

#### **Magnificência**

A arquitetura, como mostra um aforismo de Le Corbusier de 1923, é 'uma brincadeira magistral com volumes corretos e magnificentes trazidos à luz'. Podemos selecionar uma palavra como uma unidade de comunicação e usar o processo de projeção arquitetônica para construí-la e colocá-la em um determinado lugar de modo que, de alguma forma, ela possa falar por si só.

#### **Oportunidade**

É dada a oportunidade a vocês de projetar e construir uma palavra em um local real no mundo. Pede-se que vocês:

- Seleccionem e pesquisem uma palavra (veja a lista);
- Escolham um local externo para a palavra;
- Faça uma instalação da palavra específica para o local escolhido no espaço externo disponível [jardim ao redor da escola de arquitetura].

Pede-se que construam uma palavra e plantem-na em um local específico do jardim com o intuito de amplificar e demonstrar as possibilidades do significado. Não deve ser uma 'escultura' para expressar 'reflexão', uma maquete para um trabalho maior ou um modelo inspirado na palavra. O projeto está relacionado com a transformação de materiais básicos em uma *palavra construída* para a apreciação e a informação de uma platéia. A escala é 1:1.

#### **Condições**

- 12 equipes (nem mais nem menos) de dois ou mais alunos devem ser formadas para o projeto;
- Apresentação de no máximo 3 minutos; 3-5 minutos para comentários e *feedback*;
- Localização da palavra deve ser escolhida no jardim dentro de 100 m do Architecture Design Studio. Proveja um espaço ao redor do local escolhido para uma platéia de 60 pessoas e considere condições meteorológicas adversas.
- Nenhum dano às plantas deve ser causado durante todo o projeto, incluindo a apresentação. Pontos podem ser deduzidos devido a danos ambientais.

#### **Atividades**

##### *Pesquisa:*

- Significado, denotação, conotação, etimologia, uso;
- Tipos de letra e fontes;
- Influências – literatura, arte, natureza, local, memória, mídia, cultura;

---

\* Autoria de John Roberts, professor da escola de arquitetura da Universidade de Newcastle, NSW, Austrália.

- Local – é este o melhor local para a instalação e entendimento da palavra?;
- Materiais – comprados, achados, naturais, reciclados, reinterpretados, corrompidos.

*Projeto:*

- Fazer sentido – singular ou plural;
- Específico para o local – escolher e usar o local correto para dar suporte e revelar a palavra;
- Em terceira dimensão – volume, profundidade, altura, sombreamento;
- Forma – tamanho, forma, geometria, cor;
- Materiais – conexões, acabamento;
- Expressão – atitude, sentimento de percepção do trabalho;
- Oportunidades – diversão, risco, brincadeira, desastre, glória, emoção, beleza...

*Construção*

- Montagem – esculpir, moldar, prefabricar, coletar no local;
- Junção – colar, amarrar, parafusar, arrumar;
- Estrutura – esqueleto, concha, pele, acabamento, compostos, detalhes;
- Instalação – em local infra-específico.

*Questão para a reflexão do grupo:*

A construção da idéia foi eficaz? O trabalho foi comunicado de forma eficaz? Para quem? O significado será comunicado pelo local, tipo da letra, materiais, cores, escala? Os outros serão capazes de ‘pegar’ os múltiplos significados, brincadeiras, nuances do significado, da palavra e do local? Nós realmente temos que ‘apresentar’ a palavra?

**Nota do pesquisador:**

A ementa deste problema ainda contém: (a) lista de palavras; (b) data de apresentação dos trabalhos (em grupo); (c) critérios de avaliação.

**ANEXO IV**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO (AD)**

<b>Código da Disciplina:</b> .....	<b>Grupo:</b> .....
<b>Nome da Disciplina:</b> .....	<b>Problema:</b> .....
<b>Professor Responsável:</b> .....	<b>Data:</b> ..... /..... /.....

**Escala de avaliação:** Use a seguinte escala para avaliar a si mesmo(a) e aos outros membros de sua equipe: (E) excelente; (B) bom; (R) regular; e (I) insuficiente.

**Avaliação de membros da equipe.** Ao avaliar a si mesmo e os outros membros da sua equipe, considere o seguinte: Você ou a pessoa estava presente em todos os encontros na sala de aula, veio preparado(a) para a discussão e contribuiu para a discussão em grupo? Você ou a pessoa fez perguntas relevantes e respondeu as perguntas dos outros? Você ou a pessoa dispôs-se a realizar tarefas fora da sala de aula e a trazer material relevante para a discussão em grupo? Você ou a pessoa foi um(a) bom(a) ouvinte e respeitou as opiniões dos outros? Você ou a pessoa contribuiu para a organização geral da equipe e para a construção de consenso?

<b>Nome dos membros do grupo:</b>	<b>Avaliação</b>
1. Meu nome é.....	.....
2. ....	.....
3. ....	.....
4. ....	.....
5. ....	.....

**Comentários** (Use este espaço para fazer comentários que julgar necessários sobre as avaliações acima)

**Comentários gerais sobre o funcionamento e desempenho do grupo.** (Use este espaço para colocar quaisquer dificuldades encontradas pelo grupo e estratégias de superação, implementadas ou passíveis de serem implementadas em grupos futuros)

## ANEXO V

### AVALIAÇÃO DO PROCESSO EDUCACIONAL (APE)

Código da Disciplina:.....	Grupo:.....
Nome da Disciplina:.....	Problema:.....
Professor Responsável:.....	Data: ..... /..... /.....

**Escala de Avaliação:** Usem a seguinte escala para avaliar o problema e o processo educacional: (E) excelente; (B) bom; (R) regular; e (I) insuficiente.

**Avaliação do Problema** – considerem os seguintes critérios:

<b>Critérios:</b>	<b>Avaliação</b>
6. Motivação	.....
7. Relevância	.....
8. Integração de conhecimentos	.....
9. Facilidade de obtenção de material	.....
10. Tempo para compleição das atividades	.....
11. Apresentação dos produtos (resultados)	.....
12. Alcance dos objetivos educacionais	.....
13. Outro: .....	.....

**Comentários.** (Usem este espaço para fazer os comentários que julgarem necessários sobre as avaliações acima, indicando como o caso/problema pode ser melhorado)

**Síntese de Conceitos.** (Usem este espaço para sintetizar e explicitar novos conceitos aprendidos durante o processo de solução do caso/problema e colocar perguntas sobre pontos que considerem ainda obscuros)

**ANEXO VI****QUESTIONÁRIO FINAL DE AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA/MÉTODO INSTRUCIONAL****Disciplina:**.....**Nome:**.....

1. Os objetivos (conhecimentos, habilidades e atitudes) foram alcançados?
2. Qual sua avaliação sobre o método utilizado? Quais as vantagens e as desvantagens do método? Apresente sugestões de melhoria.
3. Avalie as partes da aula:
  - (a) Planejamento;
  - (b) Pesquisa;
  - (c) Fechamento no grupo/equipe;
  - (d) Apresentação;
  - (e) Fechamento coletivo.
4. Avalie o funcionamento dos seguintes aspectos do método com relação ao seu grupo/equipe:
  - (a) Relatório Parcial;
  - (b) Relatório Final e apresentação (por escrito/oral, painel, dramatização);
  - (c) Avaliação do Processo Educacional (APE);
  - (d) Avaliação de Desempenho (AD);
  - (e) Grupo/equipe;
  - (f) Papéis (líder, porta-voz, redator e membro);
  - (g) Dinâmica da aula.

## **ANEXO VII**

### **AVALIAÇÃO FINAL DO MÓDULO**

AVALIEM E APRESENTEM SUGESTÕES SOBRE O MÉTODO (EM GRUPO):

- (a) Objetivos do módulo quanto aos conhecimentos, habilidades e atitudes;
- (b) Procedimento de avaliação;
- (c) Metodologia usada comparativamente a outras disciplinas;
- (d) Sugestões de regras de conduta dos membros do grupo;
- (e) Sugestões de responsabilidade de cada um dos papéis: porta-voz, líder e redator.

## ANEXO VIII

### ESTUDO DE CASO: AS FUNÇÕES DO ADMINISTRADOR

Tendo-se tornado vaga a posição de gerente de contabilidade, o controlador da empresa resolveu promover um dos contadores. Ele se encontrava particularmente impressionado por Charles Roe, o contador mais vivo do departamento; e assim Roe obteve a posição. Dentro de alguns meses Roe modificou com sucesso o sistema de escrituração de maneira a poder atender às solicitações de operações em expansão. Mas durante este período aumentou a série de queixas e insatisfações por parte dos demais contadores. Conversando sobre a situação com o novo gerente de contabilidade, o controlador verificou que Roe estava incrementando as horas de trabalho, trabalhando nos detalhes do sistema, verificando normas com os contadores e até mesmo fazendo diversas tarefas quando eles se atrasavam. Ao conversar com os contadores, o controlador verificou que estes estavam conscientes da dedicação de Roe e que respeitavam a habilidade com que tinha reformado e vinha operando o sistema de escrituração. No entanto, estavam aborrecidos com coisas tais como designação de tarefas, taxas de mérito, reajustamentos salariais, possibilidades de promoção, sentimentos de tensão e frustração, e não fazerem parte do 'núcleo' nas decisões contábeis (Jucius, M.; Schlender, W. E. *Introdução à administração: elementos de ação administrativa*. São Paulo: Atlas, 1972).

#### QUESTÕES:

1. O QUE PARECE CAUSAR A PERTURBAÇÃO?
2. VOCÊ ACHA QUE O CONTROLADOR ESCOLHEU O GERENTE CERTO PARA O CARGO?
3. APÓS A PROMOÇÃO, QUAL SERIA A SUA SOLUÇÃO PARA O CASO?

## ANEXO IX

### PROBLEMA 2

Estamos no ano de 1898 e você é um consultor que acaba de ser contratado por uma empresa industrial situada nos Estados Unidos da América. O presidente da empresa inicia a conversa dizendo: “A empresa emprega cerca de 1.000 operários e possui umas 30 espécies de trabalhos diferentes. O trabalhador em cada uma dessas funções adquiriu seus conhecimentos por meio da tradição oral, desde quando o artífice desempenhava vários ofícios, até o estado atual de grande divisão do trabalho, em que cada homem se especializa em tarefas reduzidas. A inteligência de cada geração tem desenvolvido métodos mais rápidos e melhores para fazer operações nos diferentes trabalhos. Entretanto, dificilmente é encontrada uniformidade na execução. Em lugar de um processo que é adotado como padrão há talvez 50 a 100 processos diferentes de fazer cada tarefa e jamais foram sistematicamente analisados e descritos. Esse conjunto de conhecimentos é o principal recurso e patrimônio dos artífices, dos quais grande parte escapa à administração. O administrador mais experimentado deixa ao arbítrio do operário o problema da escolha do método melhor e mais econômico para realizar o trabalho. Ele crê que sua função seja induzir o trabalhador a usar sua iniciativa, no sentido de dar o maior rendimento possível ao patrão. Para provocar a iniciativa do trabalhador, o diretor deve fornecer-lhe incentivo especial: promessa de promoção, salários mais elevados, menores horas de trabalho etc. Em 19 dentre 20 empresas, o trabalhador acredita que é positivamente contra seus interesses empregar sua melhor iniciativa e ele deliberadamente trabalha tão devagar quando pode”.

**QUESTÃO:** O que você sugere ao presidente para fazer os trabalhadores darem maior quantidade de trabalho da melhor qualidade?

## **ANEXO X**

### **PROBLEMA 3**

Estamos em 1938 nos Estados Unidos da América, você é o diretor de pessoal e ouve o presidente da empresa: “Nossa empresa tem milhares de funcionários e emprega as melhores técnicas de administração atualmente conhecidas no mundo. Todo trabalhador é cientificamente selecionado, treinado para trabalhar isoladamente e sem interferência dos outros operários, recebe um ótimo incentivo salarial por produção realizada dentro do padrão estabelecido pela gerência. O ambiente físico é muito bem cuidado e o ritmo de trabalho, sistematicamente estabelecido. No entanto, os trabalhadores faltam muito, deixam nossa empresa como se não nos preocupássemos com eles e ainda andam indo aos sindicatos e fazendo greves. Onde está a lealdade para com a empresa? Até os governantes parecem ser comunistas, falam muito num Estado do Bem-Estar Social e aprovaram leis de assistência social aos idosos, de direitos dos sindicatos, de garantia de salário e até de seguro desemprego”. O presidente inclinou-se em sua direção e perguntou: “Você acha que nosso incentivo salarial é baixo e deveríamos aumentá-lo?”.

## ANEXO XI

### PROBLEMA 8

Conforto é o nome fantasia de uma empresa fabricante de máquinas de lavar roupas fundada há quinze anos e como toda pequena empresa estruturada funcionalmente. Nos dez primeiros anos de existência a empresa cresceu devagar, mas os três anos seguintes foram de crescimento muito rápido.

No décimo terceiro ano, o presidente resolveu adotar uma estrutura divisional de acordo com as três grandes linhas de produtos: 'luxo', 'standard' e 'econômica'. Cada divisão seria dirigida por um diretor e constituída das gerências de fabricação, de engenharia, administrativo-financeira e comercial. Os serviços comuns seriam distribuídos em das divisões, mas iriam servir a todas as divisões.

O laboratório de testes de produtos era uma desses serviços e estava na divisão 'luxo'. No primeiro ano após a reestruturação, o laboratório esteve sob o comando do engenheiro Carlos, seu idealizador lá nos primeiros anos da empresa. Com a aposentadoria de Carlos, Roberto assumiu a gerência do laboratório vindo de uma antiga chefia de produção relacionada com o produto 'luxo'.

O primeiro ano de Roberto na direção do laboratório foi de muitos conflitos com Luis, gerente de engenharia da divisão 'econômica'. Luis dizia que Roberto privilegiava a engenharia da sua divisão em detrimento das outras e as urgências não eram atendidas com a devida atenção que os casos exigiam.

No ano seguinte, os conflitos tornaram-se tão intensos que o presidente pediu ao seu assistente, você, uma exposição e solução para o problema.

**ANEXO XII**

<b>RELATÓRIO PARCIAL</b>			
<b>DEFINA O PROBLEMA:</b>			
<b>COM RELAÇÃO AO PROBLEMA</b>		<b>COM RELAÇÃO AO GRUPO</b>	
<b>HIPÓTESES</b>	<b>FATOS</b>	<b>QUESTÕES DE PESQUISA</b>	<b>ESTRATÉGIAS DE PESQUISA</b>
Levante possíveis causas do problema (atividade individual sem censura do grupo).	Procure, no problema, evidências para suas hipóteses (atividade com discussão).	Registre conceitos administrativos relevantes para dar solução ao problema.	Planeje como o grupo irá buscar os conceitos (quem, como, o que, quando).
<b>Líder:</b>	<b>Redator:</b>	<b>Porta-voz:</b>	<b>Membro(s):</b>

## **ANEXO XIII**

### **ROTEIRO PARA A CONFEÇÃO DO RELATÓRIO FINAL**

1. QUESTÕES DE APRENDIZAGEM
2. ESTRATÉGIAS DE PESQUISA
3. CONCEITOS RELEVANTES (CITAÇÕES USANDO NORMAS CIENTÍFICAS)
4. POSSÍVEIS SOLUÇÕES
5. IMPLICAÇÕES ÉTICAS PARA CADA SOLUÇÃO
6. FONTES DE CONSULTA (REFERÊNCIAS)

## **Problem-based learning: a student evaluation of an implementation in postgraduate engineering education**

LUIS ROBERTO C. RIBEIRO\*† and MARIA DA GRAÇA N. MIZUKAMI‡

†PPGE – Universidade Federal de São Carlos, Via Washington Luís, Km 235,  
13565-905 São Carlos, SP, Brazil

‡DEME – Universidade Federal de São Carlos, Via Washington Luís, Km 235,  
13565-905 São Carlos, SP, Brazil

*(Received 30 September 2003; accepted 15 April 2004)*

This paper presents the student evaluation of a problem-based learning (PBL) implementation in the postgraduate engineering curriculum of a public university in Brazil. This investigation adopts a qualitative and collaborative design, as suggested when the research objective is to study phenomena in their natural settings in terms of the meanings people bring to them and when the data collected cannot be statistically handled easily. To this end, an instructional method based on PBL principles and activities was implemented in an administration theory course during one semester. The data utilized in this paper derive from participant observation and an end-of-term questionnaire in which the students were asked to evaluate the instructional method, its advantages and disadvantages, comment on some of its features, and give improvement suggestions. The student evaluations show that the approach used was very satisfactory and may have promoted the acquisition of knowledge as well as the development of some desirable skills and attitudes, such as teamwork and communication skills and respect for divergent ideas. Despite the favourable outcomes, the conclusion about the viability of using this instructional method in the context in question still depends on further consideration of some institutional and teacher-related issues.

*Keywords:* Problem-based learning; Engineering education; Postgraduate education

### **1. Introduction**

The world is going through a fast process of change, attributed by many scholars to the recent technological revolution. Education could not remain untouched by this process, let alone engineering education, as it encompasses much of the knowledge with immediate technological applications. The effects of this process on engineering education – such as the rapid expansion of its knowledge base and the obsolescence of much of what is learnt at school – force engineers to relearn continuously their profession.

---

\*Corresponding author. Email: [luisrcr@iris.ufscar.br](mailto:luisrcr@iris.ufscar.br)

Furthermore, engineering education is also affected by the changing nature of engineering practice, which has grown from invention in its origin to include work in many areas of productive organizations, such as research and development, budgeting, marketing, production, service to consumers, etc. In addition, the instability of today's job market may cause practising and future engineers to come to change positions in the same company, work for diverse companies and in different industrial sectors, or even open their own business during their lives, which demands that they have attributes other than just a sound technical knowledge base so as to succeed in their careers.

In order to address this issue, many universities and engineering schools have resorted to surveys of desirable professional attributes, especially among employees, specialists and practising engineers. There are many such surveys in the literature (e.g. Ning 1995, Morgan *et al.* 1998), and some of the most often cited attributes are: (a) *knowledge*: engineering science and technology, computer, administration, technology impacts on the environment and people, etc.; (b) *skills*: communication and interpersonal skills, project development, problem analysis, synthesis of solutions related to practices in use, teamwork, resources management, etc.; and (c) *attitudes*: ethics, integrity and responsibility toward society and profession, concern for the environment, initiative, entrepreneurialism, creativity, adaptability to constant changes, motivation and interest in self-directed and lifelong learning, etc.

Although most engineering schools acknowledge the importance of fostering these attributes – in Brazil, many of them can be found in the national engineering curriculum directives (Ministério de Educação e Cultura 2002) – they have faced the difficult task of having to incorporate an increasing body of knowledge and promote the development of skills and attitudes without overburdening the curricula or extending the courses. Some authors, such as Zabala (1998), suggest that these three categories, i.e. knowledge, skills and attitudes, be simultaneously addressed in the classroom. In this direction, instructional methods such as problem-based learning (PBL) could be beneficial, as Savin-Baden (2000) claims that it is capable of providing students with the means to acquire knowledge as well as develop desired skills and attitudes without the need for courses or workshops especially conceived to this end.

## 2. Problem-based learning

Essentially, PBL is an instructional method characterized by the use of problems to encourage students to acquire knowledge and develop critical thinking and problem-solving skills. PBL originated at the medical school of McMaster University, Canada, in the late 1960s for medical education, but it is now possible to find examples of implementations in the whole educational system. In higher education it has been successful in the teaching of diverse disciplines, including engineering (e.g. Hadgraft 1999, Woods 2001, Edward 2001, Denayer *et al.* 2003).

Despite having been systematized not much more than 30 years ago, PBL is not a new instructional approach. Many of its principles were proposed by educators and educational researchers, such as Dewey, Piaget, Bruner, Ausubel, etc. (Dochy *et al.* 2003), long before. Still, PBL may be considered innovative in the sense that it manages to combine and integrate concepts from several educational theories and operationalize them in a coherent set of activities. For instance, Gijsselaers (1996) maintains that some activities involved in this instructional method, such as problem identification, investigation and solution, teamwork, etc. are indicated by cognitive psychology theory as the means to improve the teaching–learning process.

## 2.1 *The PBL process*

Many educational activities could be considered PBL, such as projects and research. However, the main characteristic that distinguishes PBL from other instructional approaches is that in PBL an open-ended problem must precede the theory, motivate learning and promote the integration of the concepts and skills needed for its solution. Originally implemented in the whole curriculum, it is possible to find implementations of PBL as a partial educational strategy, i.e. in a single course in an otherwise conventional curriculum or even in parts of courses.

At any rate, all these different implementations of PBL have in common a process that may be summed up as the following set of activities (Duch 2000, Barrows 2001): (1) a problem is presented to the students, who in teams organize their ideas and try to define and solve it with the knowledge they already have; (2) the students discuss the problem and take down the learning issues about the aspects of the problem they do not understand; (3) the students prioritize the learning issues and plan how, when, where and who will investigate them to share them subsequently with the team; (4) when the students get together again, they explore the former learning issues, integrating their new knowledge to the problem context; and (5) after having finished the work with the problem, the students evaluate the process, themselves and their peers so as to develop self-evaluation and constructive peer-evaluation skills, vital to effective self-directed learning.

## 2.2 *The role of teachers and students in PBL*

The implementation of PBL usually implies some or the total restructuring of curricula and courses, and promoting changes in the teaching–learning process and in the roles of students and teachers. As learning takes place in a supportive and collaborative environment, PBL requires different roles for these players as compared with those associated with conventional education.

For instance, according to Barrows (2001), the teacher's role is that of a facilitator, guide, co-learner, tutor or professional consultant. In this instructional method, the teacher conceives courses based on weakly structured real-world problems, empowers the students and selects concepts that will encourage them to construct new knowledge, and helps the students to delineate issues, formulate problems, explore alternatives and make effective decisions. On the other hand, the students are supposed to take responsibility for their learning by working, in teams, to identify, analyse and solve problems using knowledge from previous courses and experiences, evaluate their own contributions and their peers', and provide the teacher with immediate feedback about the course so as to improve it continuously.

## 2.3 *Instructional goals in PBL*

However essential, problem-solving skills are not the only goals in PBL. In this instructional method the knowledge constructed and the skills and attitudes developed as the students try to solve the problems are more relevant than the solution *per se*. Barrows (1996) identified some PBL instructional goals for medical education that seem to apply to the teaching of other disciplines as well: the acquisition of an integrated knowledge base structured around real-life problems and the development of an effective and efficient problem-solving process as well as self-directed learning and teamwork skills.

Despite being mostly directed at undergraduate education, these goals may be equally valid to postgraduate studies. It is possible to suppose that they can assist in reaching the two

statutory goals of postgraduate programmes in Brazil: to train researchers and to train higher education teachers. The use of instructional methods such as PBL can be very valuable to the development of researchers, since its process greatly resembles the scientific method. Not only can its phases of problem definition and analysis, hypotheses generation, theory searching, information sharing, presentation of results, synthesis of acquired knowledge, etc. contribute to the researcher's mastery of the knowledge under consideration, but also, according to Kaufman and Mann (2001), to the development of the many communicative and interpersonal skills required by scientific research.

As regards the education of higher education teachers, it may be assumed that the experience with an instructional method such as PBL can bring to light pedagogical alternatives to the teacher-centred, knowledge-transmission models that the students have experienced during their schooling process. In addition, the self-evaluation, peer-evaluation and process-evaluation phases in PBL may help the students to acquire a reflective attitude toward teaching and learning, which will promote the development of an effective teaching knowledge base. This may be particularly important to postgraduate engineering programmes in Brazil, because they seldom offer the students the possibility of acquiring didactical content or practice in spite of the fact most of them come from Baccalaureates without pedagogical training. For that reason, it is believed that the experience with a non-conventional instructional method such as PBL can encourage the students to reflect about their practices, if they choose academic careers, so as not to reproduce the same pedagogical rituals they have experienced as students.

With respect to a third, unofficial goal of postgraduate education in Brazil, i.e. to provide students with the opportunity to specialize, improve their professional qualification or update their current knowledge, which will be used for purposes other than research and teaching, the implementation of PBL and its gains should be equivalent to those previously mentioned for undergraduate engineering students who will work for public or private organizations after graduation. In short, one of the characteristics that makes PBL appealing to engineering and higher education institutions, at the undergraduate or postgraduate levels, is the possibility of accomplishing broader educational goals – not just assisting the students in the construction of a sound scientific and technical knowledge base but also in the development of skills and attitudes that will be beneficial to their chosen professional career.

### **3. Objectives**

This work is part of a study on the viability of implementing PBL in a subject of an engineering curriculum. Herein, the investigation focuses on how postgraduate engineering students evaluate this instructional approach, i.e. its capacity to accomplish the course goals, its advantages and disadvantages, and some aspects of the class under this instructional method.

### **4. Methodology**

As happens with any educational implementations, the more engaged those involved in them are, especially teachers and students, the greater their likelihood of success is. Thus, giving voice to these stakeholders seems to be of fundamental importance to sustain their commitment and promote their ownership. Notwithstanding, Savin-Baden (2000: 5) affirmed that 'there is little research to date that has explored the impact of problem-based learning upon staff

and students' lives or examined the impact of implementing problem-based learning upon the institution, or . . . in an institution set up for lecture-based learning'.

As it was intended that this work would contribute in this direction, it adopted a qualitative design, since Denzin and Lincoln (1994: 2) claimed that qualitative research is appropriate when one wishes to study things in their natural settings, 'attempting to make sense of, or interpret, phenomena in terms of the meanings people bring to them'. This design was also adopted because it is recommended, according to Bogdan and Biklen (1992), when the research is not approached with specific hypotheses to test, and the type of data collected cannot be handled easily by statistical procedures. Furthermore, this work also embraced a collaborative perspective (Cole and Knowles 1993) as it involved the joint work of researchers and course teacher in the planning and implementation of the instructional method and, to some extent, in the gathering and analysis of the data.

In order to address the research question, the PBL instructional method was developed in an administration course of a postgraduate production-engineering curriculum of a public university in São Carlos, São Paulo State, Brazil. The class was composed of 23 students (17 male and six female, 24–50 years of age). The data presented in this work derive mainly from classroom observations and an end-of-semester questionnaire (answered by 21 students, herein referred to as S01, S02, etc.). In this questionnaire the students were asked, individually, to evaluate the instructional method, its efficacy as to the attainment to the course goals (knowledge, skills and attitudes) and its advantages and disadvantages, and to contribute with improvement suggestions. Also, they were asked to give their opinions about aspects of the class dynamics, such as presentation, evaluation and teamwork.

#### **4.1 *The intervention***

The instructional method—based on the aforementioned set of PBL activities and principles—was implemented in an administration theory subject, which comprised one 200-min weekly meeting during 15 weeks. During this period, 12 problems were presented (one per week), focusing on diverse topics. In the first class the students were given a course guide containing the overall goals (development of a holistic view and administration-related competencies) and specific goals (knowledge (administration theories, the diagnostic model, etc.), skills (oral and written communication, problem-solving, interpersonal skills, etc.) and attitudes (respect for others and their opinions, ethics, collaboration, abidance by rules established by the group, etc.)) and an explanatory text about the instructional method, its principles and activities, which were also discussed on the first day.

The students spontaneously divided themselves into groups of four or five, in which they took, rotating every week, the roles of leader, scribe, spokesperson and participating member(s). As of mid-term, these original teams were rearranged by the teacher so as to encourage more professional relationships among the students and foster the exchange of teamwork experiences in order to promote its efficacy and efficiency.

A cycle of the instructional method began in the second half of the weekly meeting with the problem introduction followed by group discussions. In this discussion the teams analysed the problem, hypothesized its possible causes, listed the concepts that could help them solve it and planned their teamwork strategies. As there was no tutor individually assigned to each team, during this group discussion phase the teacher went around the room, helping the teams and answering pertinent questions. In the first half of the following meeting the scribes were to hand in a final report with their team's results, which were then presented orally by the spokespersons. The results were presented by all teams

through seminars and, as of mid-term, posters and dramatizations as well. The teams' presentations were followed by a collective closing, i.e. a debate among the students and the teacher, and the latter's synthesis about the topic in question. Finally, the teams were asked to assess the problem and the instructional process, and the leaders, to evaluate in private their own and their team member's weekly performance by awarding marks (excellent, good, regular and insufficient) and writing additional comments. The students' final mark derived from these evaluations and the teacher's evaluations of the group work, reports and presentations.

## 5. Results and discussion

All the students evaluated positively the instructional method used: 'It was effective in making the students search for new knowledge' (S05) and 'It impelled the students to look for the concepts, understand them and apply them. It encouraged the students to interact and discuss more, thus improving their skills and their understanding about the concepts' (S11). The general student acceptance and high satisfaction level found in this implementation are in accordance with the literature, e.g. in the comparative work of Vernon and Blake (1993: 554) 'no sample was found in which the students attitudes did not favour PBL to some degree'. The same was observed by Albanese and Mitchell (1993), who believe that this is a strong argument supporting PBL, as it can make learning more pleasurable and instil in the students a joy of learning that will assist them in becoming lifelong learners.

### 5.1 *On the advantages and disadvantages of the adopted instructional approach*

The main *advantages* of this instructional method pointed out by the students were attributed to the fact that it was motivating, made the class livelier and stimulated the development of interpersonal and research skills, as stated by S19: 'The class is more dynamic and, consequently, easier to comprehend. The students learn how to search for the knowledge and . . . to work in teams (which is more complicated and harder to train)', and S14: 'The advantage is that we don't get the knowledge already digested, we have to search for it. Also, the sharing of knowledge was very satisfying'. Other advantages mentioned by the students were '[The opportunity] to learn how to . . . solve a problem in practice' (S20) and 'The integration of knowledge, and all the different perspectives about the topics we were exposed to [during the course]' (S02).

The requirement for student participation, fundamental in instructional methods such as PBL, was ambiguously evaluated, as expressed by S06: 'It is an interesting instructional method, but it requires much more commitment and responsibility from the students. But this is expected of postgraduate students', and S13: 'The disadvantage is that everybody must be motivated for this instructional method to work properly'. It appears that this demand for greater and constant student commitment also increased their workload and was too taxing on their extra-class time, aggravated by the fact that only few of them were full-time students, and that most of them had other subjects to attend to.

Indeed, the meta-analysis outcomes of Albanese and Mitchell (1993) suggest that PBL students spend more hours per day studying than do conventional students due to its self-directed learning nature. This aspect was noted by many students in this work and mentioned as one of the *disadvantages* of the instructional method. In order to mitigate this effect they suggested some alternatives, such as dividing the meeting into two weekly meetings (S21) and allotting more of the class time for teamwork as they had difficulty in getting the members of

the team together (S14). These suggestions are in conformity with the studies of Kingsland (1996), where the students indicated that they were more concerned about the timing of activities and the availability of appropriate working spaces than about the increase in the workload *per se*.

Another disadvantage of the instructional method cited was the pressure for participation it placed on more introverted students: ‘The way the course was taught forces the students to participate, and that can sometimes inhibit them due to individual characteristics’ (S02). In this direction, Kaufman and Mann (2001) maintain that even though PBL was devised to promote the improvement of the student’s communication and interpersonal skills, this should happen while respecting their personality and comfort level. In the case of more introverted students, these authors suggest, as occurred in this implementation, that the non-negotiable requirements of the instructional method be clearly explained to the students, and that the importance of developing and improving these skills be emphasized.

Likewise, some students considered the chief PBL feature, i.e. the problem preceding the theory, to be a limitation of this instructional method: ‘The classmates who had never had any contact with the administration theories had more difficulty in understanding the proposed problems. They felt more insecure’ (S03). This aspect should be more evident in postgraduate education, because the students may come from different Baccalaureates and, thus, have different levels of proficiency in a given subject matter. Also, postgraduate students may have different professional backgrounds, no former professional experience as well as other characteristics accompanying such a wide student age bracket as the one in this study. However, having prior knowledge about the topic in question is not a *sine qua non* in PBL. Indeed, the students are supposed to construct new knowledge or question their previously acquired knowledge as they try to solve the problem. Nor is it necessary that students have comparable knowledge bases as the sharing of knowledge is encouraged by PBL as one way to optimize learning.

The fact that PBL invites different views on the same topic—a positive feature of this instructional method, because it leads students to ask new questions and confront their pre-conceptions (Gijsselaers 1996)—was also seen with reservation by some students, as illustrated by S15’s comment: ‘Perhaps if the whole-class discussions were more directed to some main points, the knowledge goals would be better accomplished . . . But I don’t know whether that would happen at the expense of other things, such as the main advantage of this instructional method—the fact that we can see many aspects of the same problem. I don’t know . . .’

Observing S15’s conflict, as well as S03’s concern about the necessity of previous knowledge, one may suppose that they reflect their experience as students in more directive learning environments, with logical, sequential methods of knowledge acquisition. In any event, the adoption of alternative instructional methods such as PBL may cause conflicts, destabilize learning strategies and give rise to student reactions, especially from students, according to Stinson and Milner (1996), who have been successful in more teacher-centred, positivist educational environments, the type of student likely to be found in Brazilian postgraduate schools.

## **5.2 On the attainment of the course goals (knowledge, skills and attitudes)**

The students evaluated that the *overall goals* of the course were reached. One of these goals was to contribute to a more holistic view on administration and the understanding that its theories cannot be dissociated from the historical context in which they were conceived. This can be verified in the following excerpts: ‘It was important for we were able to study the administration models in their historical context’ (S19), and ‘It was possible to identify the

major administration trends, their causes and consequences within the socio-economic and cultural context of mankind's historical process' (S07).

Analysing the goals separately, the instructional approach used may have promoted the acquisition of *knowledge* in the way described by Barrows (1996), i.e. in an integrated way, connected to problem-solving processes and structured around problems related to the students' professional lives, as shown in the comments of S02: 'The course provided for the application of knowledge, otherwise just theoretical, to case studies [problems], which engendered interesting discussions about each topic studied', and S10: 'When I studied administration in undergraduate school I didn't realize how this course would be useful in my professional life, but now I understand the reach of this subject. It provided me, through all that was discussed during the semester, with a general understanding about organizations and how we can solve some problems that may happen to them'.

Nevertheless, as previously expressed by S03, some students believe that this instructional approach may not be adequate when the students do not have some basic knowledge about the subject matter: 'The students with no basic knowledge in administration may not have been capable of constructing the building that houses the administration theories and their derivations due to this deficiency' (S06). Although knowledge acquisition in PBL is still a debatable issue, S06's concern does not find support in the literature. The meta-analyses carried out by Albanese and Mitchell (1993), Vernon and Blake (1993) and Dochy *et al.* (2003) indicate that there is just a small difference in knowledge acquisition in favour of conventional approaches. Besides being considered 'small and not practically significant' (Dochy *et al.* 2003: 550), this difference has been disputed by some authors, such as Stinson and Milner (1996). They claimed that this difference is questionable because it derives from results of standardized objective tests that measure only the students' capacity to recall acontextual concepts and because the results on which it was based denote implementation deficiencies rather than those of the instructional method itself. Moreover, with respect to the 'building that houses the administration theories and their derivations' (S06), Dochy *et al.* (2003: 551) suggested that PBL students have a 'better structured knowledge base, a consequence of the attention for knowledge elaboration in PBL'.

On the other hand, some students saw this student knowledge heterogeneity as a positive aspect and an opportunity to develop some *skills*, such as those related to teamwork: 'The search for knowledge and the sharing of it in heterogeneous groups (many students were not from the administration area) was very satisfactory' (S14), and '[We learnt] how to express and defend our points of view' (S14). The skills related to teamwork—often found in the surveys of desirable attributes for engineers—were the most cited in this study, but the development of other skills was also noted, e.g. 'Researching, summarizing and presentation skills were also accomplished' (S12). On the whole, the students' comments follow the findings of the aforementioned meta-studies, e.g. Vernon and Blake (1993: 560) suggested that 'the skills of students exposed to PBL are superior to those of students educated in a traditional curriculum'.

As regards the promotion of *attitudes*, some students maintained that some attitudes such as respect for other opinions, adaptability, autonomy, collaboration, etc. may have been encouraged by the teaching approach, as the following excerpts illustrate: '[The instructional method promoted] different attitudes according to the situation, learning to learn and the acquisition of critical thinking about the topics in question' (S04), and 'Collaboration, time management, attention to deadlines and care for classmates' difficulties' (S12). However, the comments of some students denote that some attitudes, such as ethics and non-corporatism, may not have been exercised all the time: 'I was sincere and considered the team as an organization (at least in this part of the course [second half]), but many students were worried about the marks, even compromising to give Es [excellent] to everybody, regardless of their weekly performance.

I made a mistake when I gave myself an E for my work with the previous team because I was not able to “influence” the final report as much I would like to have done’ (S15).

Attitudes such as the one exposed by S15 have deep social and cultural roots, and are harder to destabilize. It was not expected that a one-semester course would be capable of modifying strategies and practices shaped by many years of a schooling model in which the primary goal is to get marks to pass. This limit was also perceived by S21, who, despite acknowledging changes as regards some attitudes, was perspicacious about their extent: ‘With respect to attitudes I believe that some people have seen changes regarding their posture in the classroom (changes in the sense of understanding other approaches to the same problem coming from other group members, and being more flexible toward them). As to changes in individual attitudes, outside the classroom, this is a very personal, slow process’.

Anyhow, the instructional approach appears to have promoted some attitudes that will be of assistance in the students’ professional life: ‘We realized that it is the student’s responsibility to reach these goals [of the course]’ (S15), and ‘There was more flexibility, especially with respect to learning how to listen to and relate to group members, trying to understand why there was so much thinking differentiation, so many ways to act and interpret the organization and its problems’ (S03).

### **5.3 About some aspects of the class under this instructional method**

As explained previously, the instructional method, as it was implemented, consisted of several phases, from the problem introduction to the collective closing. When asked to give their opinion about these phases, some students chose to evaluate them together: ‘I do not have any comments about the phases of the class, in light of the great discussions engendered by this interesting instructional method’ (S16), and: ‘I did not find many problems in the instructional method. I believe that the planning, research and group closing phases contributed a lot as they simulate how the problem-solving process works in several organizations. The presentation phase is great as it forces us to work on our communication, expression and presentation skills’ (S17).

One of the most valued aspects of the instructional method, mentioned previously, was the in-class and extra-class *group work*. The planning phase was considered to be fundamental because it gave direction to the teamwork: ‘It promoted the problem definition, it established all that had to be researched/studied as well as deadlines, tasks to be accomplished, etc.’ (S11). Nevertheless, the teamwork strategies devised by some groups, i.e. task division and subsequent information sharing and synthesis, did not always count on every student’s acquiescence: ‘All group members should research everything – the problem should not be divided up so that each student works on just one part’ (S06).

The majority of the students considered the group work as a discussion catalyst: ‘It stimulates the participation of all students in enthusiastic discussions in which different perceptions and points of view are aggregated’ (S06). However, there were some difficulties, sometimes attributed to deficient teamwork planning: ‘There were some problems [in the group’s closing phase], which should have been better stipulated in the planning phase’ (S19). It seems that time and distance – as many students lived out of town – were the main causes of these difficulties, which led to the development of peculiar strategies: ‘We found that for groups with members from distant towns the internet chat rooms were quite effective’ (S18). But these strategies did not always work: ‘Sometimes the group’s research closing via e-mail was complicated due to time availability and deficient participation of some members’ (S14), which eventually led the teacher to address this issue by providing the students with time to close the problem in the first 30 min of the weekly meetings, as suggested by the students.

This procedure was acknowledged in the final evaluation: ‘The group closing in class . . . was much more satisfactory and productive’ (S14).

An important aspect of teamwork was the *assignment and rotation of roles*, which were devised so as to mitigate the increase in the students’ individual workload as well as to foster information sharing and the learning of teamwork skills. The evaluations of the majority of the students indicate that this may have been reached: ‘Taking different roles contributed a lot to the understanding of what teamwork is about’ (S05); ‘The established roles were very effective so as no one took only the role with which they identified the most’ (S14); and ‘The rotation of roles promoted the learning of writing, presentation and leadership skills’ (S16). Notwithstanding, there is evidence that it did not always happen as planned: ‘The roles were not clearly defined. Many times everybody acted as leaders, helped to write the report, etc. and this “out-of-role” participation was very interesting’ (S21); ‘Everyone took the responsibilities of their role, except for the leader, as no one supervised much’ (S10); ‘The most defined roles were those of scribe and spokesperson. The leader and the participating members took their week off (without generalizing, OK?)’ (S15). Apart from the attitude issue these comments imply, the non-adherence to roles and the uneven participation of team members observed in this study were also reported by Woods (2001) for tutorless groups, i.e. facilitated only by the teacher. In this context it may be harder to empower students with the process elements of this instructional method and to make them accountable to their peers and the teacher. This author suggests, for when assigning individual tutors (e.g. other teachers or more advanced students) to each team is not feasible, that the students’ contributions be made visible by having them write weekly journals about their participation in the group’s activities.

In this implementation, despite some students’ attempts to cover up for other team members, most of the time the weekly student performance evaluations were effective in providing the teacher with information about individual progress. In addition, in order to avoid group dysfunction, e.g. ‘free rides’ and ‘cliques’, which compromised the evaluations, the teacher rearranged the teams at mid-term. This rearrangement was also intended to revitalize the teamwork and prevent the students from sticking to preferred roles. To this end, at mid-term the students were asked to evaluate their group members as regards their performances as leaders, scribes and spokespersons in the first part of the course. Then the students were grouped—without being told the criterion—according to the marks they were awarded so that the ones with similar performance marks stayed together. Some students perceived this change as positive: ‘With the second group the tasks were clearer and the teamwork was more dynamic and effective’ (S13), and ‘The change of groups in the middle of the process was very interesting. It was as if we had changed work environments within the same company and experienced all that these changes involve’ (S14).

With respect to the *group work presentations*, i.e. presentation of problem diagnosis, solution and theoretical basis to all classmates, the use of different modes (reports, seminars, posters and dramatizations) ‘was adequate and effective’ (S06). The expedient of varying them as of mid-term was welcomed as the repeated use of seminars in the first part of the course was considered tedious by some students: ‘In the beginning, by the third week, when I noticed the repetitive presentation scheme [seminars], I felt bored that I would be stuck with that until the end of the semester. But then this changed and it had a big impact on us because everybody, not just the scribe, had to draw conclusions and decide on presentation formats’ (S09).

S09’s comment also illustrates the fact that some students lose motivation after the novelty phase is over. Although it is important to bring to the classroom a wide variety of options for a given activity in order to promote the development of diverse skills, it is necessary to investigate whether this lack of motivation does not derive from the students misunderstanding the goals of the instructional method. Savin-Baden (2000) claimed that some students, and

some institutions, may see PBL just as 'infotainment', i.e. the combination of information and entertainment. These students, perhaps early enthusiasts and resentful of monotonous, conventional classes, may underestimate the work PBL requires. It is fundamental that students understand from the beginning, and be constantly reminded throughout the course, that although the class under this instructional method may be more dynamic, or even more fun, its goal is to encourage the construction of knowledge, development of skills and promotion of attitudes, and more often than not this demands effort and time.

Indeed, entertainment is not the purpose of presentations in PBL. On the contrary, Rangachari (1996) believes it should be to stimulate the students to practise their communication skills and to teach them how to communicate effectively the knowledge they have constructed, as noticed by S04: 'The presentations provided for the development of capabilities that some believed they did not have or would never develop', and to offer opportunities for the students to express their ideas individually, which occurred during the subsequent debates, in the collective closing phase.

The *collective closing* phase was considered to be important by all students, as illustrated by the excerpts: 'It was the climax of the process' (S05); and 'The collective closing was the most profitable phase of the process as we were able to discuss several views about the same problem' (S12). The teacher's synthesis of the topic under consideration was highly valued: 'The collective closing was important because it validated the knowledge researched and presented by the groups' (S04); 'It is important because of the teacher's comments' (S21). In PBL implementations such as this where the teacher acts as a facilitator of many groups of newcomers to the instructional method, it is natural that the teacher role should differ from that described by Barrows (2001) as they may have to intervene more often to ensure that the students can distinguish important concepts from trivia. However, Allen *et al.* (1996) recommended that this should be done with discretion so as not to hamper the students' transition from passive to active learners. It may also be necessary to check whether these comments just reflect their experience with instructional methods in which the teacher is seen as the sole knowledge repository and provider, as the only person who has the final word that can validate or discredit the knowledge constructed by the students.

The last phase of the process was the *evaluation*, which comprised the process evaluation (problem, class dynamics, etc. done by the group) and the student performance (done by the leaders, separately). On the whole, the students experienced difficulties in this phase: 'I think it was interesting, but sometimes it was difficult to award marks because this is a very subjective thing' (S21). With a view to avoiding cursory evaluations and difficulties brought about by subjectivity, Groh (2001) suggested that their frequency be decreased. This was not done because, in this implementation, the self- and peer-evaluations were done by the leader only, and as there were different leaders for every problem, the teacher assumed that every student should undergo this experience. Groh (2001) also suggested that the students be given immediate feedback based on their classmates' constructive comments, which was done, even though the teacher did not aim at any particular students.

Analysing the process evaluation separately, it was generally considered to be good: 'It was very important as it provided the students with the opportunity to express their points of view about the class' (S20). However, the way the students did this evaluation along the course, rather mechanically, and the cursory comments they wrote in the end-of-semester questionnaire indicate that these activities did not occur as expected. This evaluation procedure was intended not only to promote the improvement of the course, but also to foster the development of the students' – prospective teachers – reflective attitude about the teaching-learning process.

On the other hand, the students seem to have profited more from the performance evaluation: 'It was very valuable. It led the group to rethink their involvement with the tasks that were individually assigned'. None the less, as mentioned previously, there is evidence that

this activity was hampered by survival strategies shaped in more conventional educational environments: ‘The idea that the performance evaluation could affect the final mark of any team member made it less critical and realist. As the weeks went by the students became more aware of the importance of the evaluation to the process’ (S12).

In order to counterbalance this effect, perceived during the semester, the teacher attempted to show them the relevance and responsibility of this activity as well as the possibility of experiencing real-life situations, which was acknowledged by S04: ‘It showed me the importance of self- and peer-evaluations, by trying to dissociate them from personal relationships (an attitude that administrators and managers must have)’.

## 6. Concluding remarks

Despite the fact that the students’ evaluations are consonant with the literature and the overall results point to the viability of using the instructional method in the context in question, its implementation demands further investigation into some institutional issues as well as those related to the staff member. Even though the students’ statements indicate that the instructional method adopted appears to have promoted the construction of knowledge and the development of skills and attitudes, it is necessary to examine further whether it is effective in modifying learning strategies and destabilizing attitudes toward the school and the teaching-learning process forged in long years of an educational model centred on knowledge transmission by the teacher.

In addition to acknowledging the impediments to a final conclusion, it is also important to recognize that the education of researchers and teachers in all fields of knowledge is a very complex process. It is not the intention of this work to simplify it or consider this implementation sufficient to achieve this end. On the contrary, this work intends to contribute other perspectives to the improvement of postgraduate engineering education and suggest alternatives to the conventional pedagogical practices of colleges and universities.

## Acknowledgements

The authors are indebted to the teacher who kindly volunteered to participate in this project and to CAPES (the Brazilian agency for the improvement of higher education faculty and staff) for financial support.

## References

- Albanese, M.A. and Mitchell, S., Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 1993, **68**, 52–81.
- Allen, D.E., Duch, B.J. and Groh, S.E., The power of problem-based learning in teaching introductory science courses. In *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, edited by L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers, pp. 43–52, 1996, (Jossey-Bass: San Francisco).
- Barrows, H.S., Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, pp. 3–12, 1996, (Jossey-Bass: San Francisco).
- Barrows, H.S., Problem-based learning (PBL), 2001, <<http://www.pbli.org/pbl>>
- Bogdan, R.C. and Biklen, S.K., *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Instructional Methods*, 1992, (Allyn and Bacon: Boston).
- Cole, A.L. and Knowles, J.G., Teacher development partnership research: a focus on instructional methods and issues. *Am. Edu. Res. J.*, 1993, **30**, 473–495.
- Denayer, I., Thael, K., Vander Sloten, J. and Gobin, R., Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education. *Euro. J. Eng. Edu.*, 2003, **28**, 203–214.
- Denzin, N. and Lincoln, Y., Entering the field of qualitative research. In *Handbook of Qualitative Research*, edited by N. Denzin and Y. Lincoln, pp. 1–17, 1994, (Thousand Oaks: Sage).

- Dochy, F., Segers, M., Van Den Bossche, P. and Gijbels, D., Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 2003, **3**, 533–568.
- Duch, B., What is problem-based learning? *About Teaching*, 2000, <<http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html>>.
- Edward, N.S., Evaluation of a constructivist approach to student induction in relation to students' learning styles. *Euro. J. Eng. Edu.*, 2001, **26**, 429–440.
- Gijsselaers, W.H., Connecting problem-based practices with educational theory. In *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, edited by L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers, pp. 13–21, 1996, (Jossey-Bass: San Francisco).
- Groh, S.E., Using problem-based learning in general chemistry. In *The Power of Problem-based Learning*, edited by B.J. Duch, S.E. Groh and D.E. Allen, pp. 207–218, 2001, (Stylus: Sterling).
- Hadgraft, R., Student reactions to a problem-based, fourth-year computing elective in civil engineering. *Euro. J. Eng. Edu.*, 1999, **22**, 115–123.
- Kaufman, D.M. and Mann, K.V., I don't want to be a groupie. In *Problem-based Learning: Case Studies, Experience and Practice*, edited by P. Schwartz, S. Mennin and G. Webb, pp. 142–150, 2001, (Kogan Page: London).
- Kingsland, A.J., Time expenditure, workload, and student satisfaction in problem-based learning. In *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, edited by L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers, pp. 73–81, 1996, (Jossey-Bass: San Francisco).
- Ministério De Educação E Cultura, Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia, 2002, <<http://www.mec.gov.br>>.
- Morgan, R.P., Proctor, P.R. and Wulf, W.A., The changing nature of engineering, 1988, <<http://www.asee.org/pubs3/html/changing.htm>>.
- Ning, C.C., Undergraduate academic programme: planning, development, implementation and evaluation. *Int. J. Eng. Edu.*, 1995, **11**, 175–184.
- Rangachari, P.K., Twenty-up: problem-based learning with a large group. In *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, edited by L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers, pp. 63–72, 1996, (Jossey-Bass: San Francisco).
- Savin-Baden, M., *Problem-based Learning in Higher Education: Untold Stories*, 2000, (Open University Press: Buckingham).
- Stinson, J.E. and Milner, R.G., Problem-based learning in business education: curriculum design and implementation. In *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, edited by L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers, pp. 33–42, 1996, (Jossey-Bass: San Francisco).
- Vernon, D.T.A. and Blake, R.L., Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Acad. Med.*, 1993, **68**, 550–563.
- Woods, D., They just don't pull their weight. In *Problem-based Learning: Case Studies, Experience and Practice*, edited by P. Schwartz, S. Mennin and G. Webb, pp. 163–170, 2001, (Kogan Page: London).
- Zabala, A., *A Prática Educativa: Como Ensinar*, 1998, (Artmed: Porto Alegre, Brazil).

## About the authors

*Luis Roberto C. Ribeiro* is a doctoral student at the Education and Human Sciences Centre of Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brazil. He majored in Materials Engineering at UFSCar in 1983 and received his MSc degree in Production Engineering at Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, SP, Brazil, in 2000. Prior to the doctoral programme, he worked for some years in the international purchase area of the industry, and before then he was employed as an educator by SENAC (the national agency for the development of commerce and services personnel). He is currently interested in problem-based learning, engineering education and teacher development.

*Maria da Graça N. Mizukami* is Professor of Teacher Education and Teaching Instructional Methodology at the Education and Human Sciences Centre of Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brazil, where she has worked since 1981. She received her BA degree in pedagogy at Universidade Estadual Paulista in 1970 and spent the following 4 years specializing in didactics at Karl Ruprecht Universität, Heidelberg, Germany. She got her MA and PhD degrees at Pontifícia Universidade Católica (PUC), Rio de Janeiro, Brazil, in 1978 and 1983, respectively. She also did her postdoctoral studies at Santa Clara University, California, in 1991. Professor Mizukami has published several papers and books on teacher education and teaching-learning processes and is an active participant of congresses and symposia in Brazil and abroad.

