

UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA: A VISÃO DOS ALUNOS EM UMA EXPERIÊNCIA COM O PBL

Luis Roberto C. Ribeiro – luisrcr@telefonica.com.br

DEME – Universidade Federal de São Carlos

Rodovia Washington Luís, km 235

13565-905 – São Carlos – SP

Edmundo Escrivão Filho – edesfi@sc.usp.br

DEP – EESC – Universidade de São Paulo

Avenida do Trabalhador São Carlense, 400

13566-590 – São Carlos – SP

Resumo: *O objetivo deste artigo é apresentar a visão dos alunos sobre o sistema de avaliação em uma implantação parcial da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no currículo de engenharia elétrica de uma universidade pública. O PBL é uma abordagem de ensino na qual um problema da vida real (simulado ou verdadeiro) é utilizado para iniciar, motivar e focar a aprendizagem de conceitos, habilidades e atitudes relevantes à atuação profissional e social dos alunos. O sistema de avaliação adotado nesta implantação incluiu a avaliação docente das apresentações das soluções pelos alunos e a avaliação por pares e auto-avaliação por parte dos alunos, além de duas provas dissertativas. A metodologia da pesquisa, de natureza descritivo-analítica, incluiu a coleta de dados por meio da observação da atuação dos alunos em sala de aula e de um questionário com questões abertas respondido pelos mesmos ao final da disciplina a respeito da metodologia em geral e a sistemática de avaliação, especificamente. Como resultados alcançados, os alunos expressaram satisfação com relação ao PBL e, apesar de apontarem algumas desvantagens do sistema de avaliação utilizado, tais como o consumo maior de tempo e possibilidade de ocorrência de ‘caronas’, aprovaram-no por espelhar e favorecer o trabalho em grupo inerente à metodologia e ser coerente com os objetivos da disciplina.*

Palavras-chave: *Avaliação de desempenho; Ensino superior; Ensino de engenharia; Aprendizagem baseada em problemas; PBL.*

1 INTRODUÇÃO

Existem questões que são levantadas sempre que se discute o ensino superior: Que tipo de profissional se deseja formar? Qual o papel de uma instituição de ensino superior na promoção da cidadania? Qual é o lugar da universidade numa sociedade que busca o aprimoramento democrático? Se o objetivo é formar profissionais socialmente responsáveis, é preciso dar ênfase à construção dos conhecimentos – incluindo os de natureza procedimental e

atitudinal – ao invés de simplesmente lhes transmitir, de forma acrítica, unicamente aqueles conhecimentos técnico-científicos estabelecidos pela ciência. É mister que os alunos nutram uma visão crítica com relação aos avanços da ciência e da tecnologia e desenvolvam habilidades e atitudes para participar ativamente e com responsabilidade na sociedade, como profissionais e cidadãos. Além disso, “a educação tem a função de desenvolver as competências do educando para utilizá-las a serviço da sociedade, bem como incentivá-lo a trabalhar em equipe” (MARTINS, 2003, p.67).

Embora não haja uma fórmula simples ou única para realizar esse intento, é possível verificar sua relevância nas diretrizes e bases da educação nacional. Por exemplo, a Lei 9.394 (CURY, 2005, p.31) indica que a educação em todos os níveis “deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (Art.1º, §2º) e, inspirando-se “nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (Art.2º).

Sua importância também pode ser inferida nas diretrizes para o ensino superior. No caso particular do ensino de engenharia, suas diretrizes curriculares reforçam a indissociabilidade entre a formação profissional e a preparação para a cidadania ao sugerir o perfil ideal do egresso:

“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” (MEC, 2002).

Apesar de essas diretrizes sugerirem o igual valor dos aspectos profissionais e dos sociais no ensino de engenharia, na prática é comum dar-se um peso maior aos conteúdos científicos e, em alguns casos, às habilidades profissionais de natureza técnica. Isto ocorre por vários motivos, entre eles o fato dos conhecimentos conceituais e alguns procedimentais serem mais facilmente sistematizados e transmitidos aos alunos e também devido ao desconhecimento de formas de promover atitudes profissionais e socialmente desejáveis por parte das instituições e de seus agentes (docentes e administradores).

No entanto, mesmo quando reconhecem a relevância do desenvolvimento de habilidades e atitudes, tais como capacidade de trabalho em equipe, capacidade comunicativa e interpessoal, criatividade, habilidades de solução de problemas, ética, autonomia, respeito pelo meio ambiente etc., as escolas de engenharia enfrentam um grande desafio: Como promover estes conteúdos sem sobrecarregar os currículos? Como conciliá-los ao ensino de um corpo sempre crescente de conhecimentos técnico-científicos sem estender o período de formação?

Ademais, além de sobrecarregar ainda mais os currículos, sabe-se que a adição de disciplinas com a finalidade específica de ‘ensinar’ habilidades e atitudes é quase sempre inútil. A mera inserção destas disciplinas nos programas tem se mostrado incapaz de promovê-las a contento. Já o tratamento simultâneo e integrado dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais – como acontece em metodologias de ensino como a Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (*Problem-based Learning*) – tem sido mais bem sucedido neste empreendimento. SAVIN-BADEN (2000) sustenta que o PBL é reconhecido por oferecer aos alunos um meio de construir conhecimentos e desenvolver habilidades e atitudes valorizadas profissional e socialmente no contexto curricular, sem a necessidade de disciplinas especialmente concebidas para este fim.

2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)

O PBL é uma abordagem de ensino integrativa e construtivista, pautada nas teorias de Dewey, Piaget, Rogers, Ausubel e Bruner, entre outros (DOCHY *et al.*, 2003). É também fundamentada em resultados de pesquisas da psicologia cognitiva que sugerem que o trabalho colaborativo, a interação com a vida real e a meta-cognição favorecem a motivação epistêmica e a aprendizagem (SCHMIDT, 1993).

O PBL teve início na escola de medicina da McMaster University (Canadá), nos anos 1960, em resposta à insatisfação e tédio entre seus alunos para com o modelo de ensino vigente à época (baseado na transmissão/recepção de conhecimentos) e à constatação de que seus egressos saíam do curso com muitos conceitos, mas poucos comportamentos e estratégias associados à aplicação de informações a um diagnóstico (BARROWS, 1996). Seu princípio basilar – e aquilo que o difere de outras metodologias de aprendizagem ativa, colaborativa, auto-gerida ou mesmo baseada em problemas – é o fato de usar problemas do mundo real (autênticos ou simulados) para iniciar, motivar e focar a aprendizagem de conhecimentos de natureza conceitual, procedimental e atitudinal.

Diferentemente do método que utiliza casos para integrar conhecimentos previamente trabalhados em sala de aula (comum no ensino de administração e direito), a característica principal do PBL é colocar problemas (ou situações problemáticas) relevantes à vida profissional e social dos alunos *antes* da apresentação dos conteúdos necessários para resolvê-los, os quais serão buscados pelos próprios alunos. Ademais, ao contrário de problemas de aplicação de teoria rotineiramente utilizados em ambientes convencionais de ensino, os problemas no PBL são essencialmente de fim aberto (não comportam uma solução única) e estimulam a integração de conhecimentos de várias disciplinas.

O PBL, apesar de sua origem no ensino de medicina, rapidamente migrou para outros campos do conhecimento, tais como administração (*e.g.*, STINSON & MILTER, 1996) e engenharia (*e.g.*, POWELL, 2000), onde adquiriu características adequadas ao ensino destas especialidades. No caso do ensino de engenharia, o PBL é às vezes conhecido como aprendizagem baseada em projetos devido às características dos ‘problemas’ enfrentados por estes profissionais.

Além disso, o PBL também tem sido implementado em formatos diferentes, como uma abordagem curricular, híbrida ou parcial. Na abordagem curricular, ou modelo original, os problemas formam a espinha dorsal do programa e os conhecimentos são buscados pelos alunos de maneira independente (pesquisa bibliográfica, consulta a especialistas etc.) à medida que se tornam necessários para sua solução. Na versão híbrida, os problemas também formam o núcleo do currículo, todavia há disciplinas previamente organizadas que lhes dão suporte (*e.g.*, KINGSLAND, 1993). O PBL ainda tem sido utilizado em disciplinas isoladas dentro de currículos convencionais (*e.g.*, DUCH *et al.*, 2001) ou mesmo em determinados momentos de disciplinas trabalhadas por meio de aulas expositivas quando se deseja aprofundar em um dado tópico.

Apesar de seu nome, o PBL não pode ser considerado como um mero conjunto de técnicas de solução de problemas. Estas são necessárias no PBL, porém o resultado ou solução alcançada é tão – ou menos – importante que o processo de solução do problema *per se*, já que objetiva também o desenvolvimento do trabalho em grupo, estudo autônomo, criatividade, pensamento crítico, colaboração, construção de consenso, comunicação oral e escrita etc.

A proeminência desse entendimento pode ser verificada no conjunto de atividades que compõem um ciclo de trabalho no PBL: (1) apresenta-se um problema de fim aberto e relevante para a vida profissional ou social dos alunos; (2) os alunos, em grupos, discutem e levantam hipóteses sobre a situação problemática e tentam resolvê-la com os conhecimentos

de que dispõem; (3) na impossibilidade de obter uma solução satisfatória, o grupo determina quais conhecimentos adicionais deverão buscar e planeja quem irá fazê-lo, quando, onde e como isto ocorrerá; (4) após este trabalho, o grupo se reúne para aplicar, na solução do problema, os conhecimentos adquiridos pelos membros individualmente; (5) quando a solução ou melhoria alcançada é considerada satisfatória pelo grupo e o produto resultante deste processo é finalizado (relatório, diagnóstico, projeto, obra de arte, procedimento, protocolo, modelo, maquete etc.), os alunos passam à avaliação do processo, do problema, de si mesmos e dos outros membros do grupo.

3. AVALIAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA

O sistema de avaliação comumente empregado no ensino superior – especialmente no ensino de conhecimentos considerados ‘duros’ como é a engenharia – é fortemente influenciado pela perspectiva positivista. *Grosso modo*, o modelo positivista advoga que a realidade pode ser objetivada, *i.e.*, a ciência está dissociada das crenças e valores do pesquisador. Ademais, nesta perspectiva, o conhecimento científico é considerado como o único conhecimento válido e capaz de apreender esta realidade singular e, portanto, somente aquilo que é mensurável merece ser investigado.

Segundo PÉREZ GÓMEZ (1989), para muitos docentes que professam este paradigma a avaliação tem um sentido de medida objetiva de sucesso dos alunos, *i.e.*, de teste de rendimento acadêmico ao final de um período de aquisição. Isto pressupõe, erroneamente, a educação como um processo tecnológico, negligenciando aspectos da aprendizagem e desenvolvimento dos alunos que também são suscetíveis, embora imprevisíveis, à transformação educativa.

A aplicação de exames e testes na educação também subverte o processo de ensino-aprendizagem na medida em que sua função de promover e certificar o conhecimento dos alunos (intimamente relacionada à questão de validade, objetividade e confiabilidade dos instrumentos utilizados inerente à ciência positivista) reduz o desempenho discente insatisfatório a um problema técnico (DÍAZ BARRIGA, 2004). Ademais, a separação entre a avaliação e a metodologia de ensino, comum em ambientes educacionais nesta perspectiva, torna o teste um fim em si mesmo para os alunos e desresponsabiliza o docente pela reflexão sobre seus acertos e erros metodológicos.

Essa situação acaba levando ao enfoque excessivo nos resultados do processo e promovendo a busca de uma forma de eficiência/produzitividade mais adequada à manufatura. Esta forma de buscar eficiência, baseada no paradigma taylorista-fordista, não só é inapropriada como inoportuna, já que mostra sinais claros de esgotamento na própria indústria. Por exemplo, entre as várias críticas feitas a este modelo produtivo está o estabelecimento de cotas, que faz com que o trabalhador, para manter seu emprego, busque alcançar a cota a qualquer custo, ou seja, em detrimento da qualidade das tarefas que executa (DEMING, 1986). No caso da educação, a perda de qualidade pode ser atribuída à busca frenética dos alunos por notas/créditos por disciplinas feitas, em prejuízo da verdadeira compreensão de seus conteúdos e de seu significado dentro da área de conhecimento profissional em questão.

Por outro lado, a crença, dentro da perspectiva positivista, de que a realidade pode ser objetivada – e, portanto, há uma única explicação válida para um dado fenômeno – pode ajudar a entender a exagerada valorização da resposta correta nos procedimentos de avaliação de desempenho dos alunos no ensino superior. Este não parece levar em conta que a avaliação é um processo dinâmico de reflexão e tampouco reconhece que a avaliação e a aprendizagem são um só processo (RAMOS, 1999). Inversamente, nas instituições de ensino superior a avaliação é quase sempre somativa e raramente formativa: não subsidia a formação dos alunos, o desenvolvimento profissional dos docentes ou o aprimoramento das

disciplinas/cursos. Sem mencionar que muitas vezes é punitiva, *i.e.*, é usada como instrumento de controle dos alunos pelos docentes e instituição.

Sabe-se que a influência do positivismo na universidade é particularmente forte nos cursos com predominância de conteúdos das ciências naturais e exatas, como é o caso das engenharias. Como é comum nestes ambientes educacionais, o desempenho dos alunos é medido por intermédio de testes, pretensamente objetivos, nos quais a boa memorização de fatos e dados é fator fundamental de sucesso (MIZUKAMI, 1986). Estas provas geralmente se concentram no meio e no final do semestre e seus critérios são determinados pela instituição e, freqüentemente, pelos próprios professores responsáveis pelas disciplinas. Seus critérios geralmente não são explicitados, ou seja, não é explicado claramente aos alunos o que se espera que saibam ao final da disciplina. Raramente avaliam-se habilidades e atitudes 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 fabril taylorista-fordista, culpam-se os atores pelo fracasso escolar ao invés de se buscar 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 em, segundo BRUNER (1973, p.125), “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”.

Em suma, a sistemática de avaliação existente na maior parte escolas de engenharia – e no ensino superior como um todo – não atende às recomendações encontradas na literatura para um sistema de avaliação eficaz e eficiente. De acordo com RAMOS (1999), um bom sistema demanda 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 deseja avaliar, a explicitação junto aos alunos dos critérios de avaliação, o uso de instrumentos de auto-avaliação e a utilização de instrumentos de avaliação global analisando atitudes diante do conhecimento e da aprendizagem (frente a si mesmo e aos outros).

Nessa direção, a função principal de uma avaliação deveria ser o aprimoramento da atuação do professor, da aprendizagem dos alunos e da disciplina/currículo escolar. Além de visar este aprimoramento, uma avaliação deveria ser sistemática (*i.e.*, inserida num contexto mais amplo), contínua (*i.e.*, ocorrer ao longo do processo) e integral (*i.e.*, abranger o aluno como um todo; não só o que sabe, mas como utiliza este saber). Para PINTO (1994, p.33) a avaliação deveria explicitar não somente o resultado final conseguido pelo aluno, “mas o processo, os seus procedimentos ou habilidades para resolver um problema” e, sobretudo, contemplar instrumentos e estratégias que o levem ao domínio da aprendizagem.

No PBL, embora haja variações entre os formatos e implementações da metodologia, o processo de avaliação geralmente lança mão de múltiplos instrumentos: avaliação do desempenho dos alunos pelos docentes (*e.g.*, seminários, debates, *portfolios*, diários reflexivos, apresentações das soluções) e avaliação do problema/ciclo/disciplina, avaliação de pares e auto-avaliação por parte dos alunos. Este sistema incorpora não só o preceito de diversificação dos instrumentos de avaliação mencionado anteriormente, como também o pressuposto de que esta deve ser parte integrante do processo de ensino-aprendizagem e coerente com a metodologia de ensino adotada. Sobretudo, além de fornecer aos docentes e alunos indicações de crescimento conceitual e cognitivo (*e.g.*, domínio de conteúdos técnico-científicos e raciocínio lógico) por parte dos últimos, a avaliação no PBL deve ser vista antes como uma ferramenta para promover o desenvolvimento de conhecimentos procedimentais (*e.g.*, comunicação oral e escrita, argumentação e apresentação visual) e atitudinais (*e.g.*, auto-crítica, respeito por visões diversas, cooperação e ética).

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa, um estudo de caso de natureza descritivo-analítica (MERRIAM, 1988), foi realizada junto a uma disciplina sobre Gestão e Organização em um currículo de engenharia elétrica de instituição de ensino superior pública (IES) do Estado de São Paulo, Brasil. A escolha desta abordagem de pesquisa qualitativa é justificada pelo objetivo deste trabalho, a saber: estudar o fenômeno em seu contexto real e trazer a voz dos os alunos sobre o tema em questão: o sistema de avaliação adotado pela disciplina. Por este motivo excertos das falas dos alunos aparecem *ipsis verbis* na seção subsequente, em itálico para diferenciá-los das citações, entre aspas, dos autores referenciados.

O PBL foi implementado em uma disciplina de dois créditos que compreende um encontro semanal de 100 minutos, durante quatro meses. A disciplina era oferecida à turma do último semestre do curso (5 anos), porém havia um número considerável de alunos que estavam cursando a disciplina no quarto ano (13 de um total de 40 alunos). O formato parcial do PBL utilizado foi baseado no processo descrito anteriormente.

Nesta implantação, vários problemas inspirados nos conteúdos programados para a disciplina foram apresentados, semanalmente, a grupos auto-dirigidos de 4-5 alunos (doravante referidos como A01, A02... A40). Os membros do grupo assumiram os papéis de líder, redator, porta-voz e membros participantes, alternando-se a cada problema. A atuação docente poderia ser descrita como ‘facilitação flutuante’. Nesta forma de facilitação, durante as atividades em sala de aula, o professor move-se entre os grupos esclarecendo pontos obscuros e, particularmente, questionando seu entendimento do problema e encorajando seu aprofundamento.

Após o término do trabalho com o problema, os alunos preenchiam formulários de avaliação do processo/problema (todo o grupo) e auto-avaliação/avaliação de pares (somente o líder). Estas avaliações, junto com as avaliações do docente (relatórios e apresentações dos grupos) e duas provas dissertativas – no meio e ao final do semestre – baseadas em literatura utilizada na solução dos problemas, compunham a nota final dos alunos.

Os dados apresentados neste texto derivam de um questionário final com questões abertas. Neste questionário pediu-se que os alunos opinassem sobre o alcance dos objetivos contidos na ementa da disciplina, avaliassem a metodologia (insatisfatória, regular, boa, muito boa e excelente), suas vantagens e desvantagens, e o sistema de avaliação adotado – auto-avaliação, avaliação de pares e provas – e sugerissem melhorias. Os dados foram analisados à luz da literatura pertinente, primeiramente individualmente e, num momento posterior, agrupados segundo as perguntas contidas no questionário.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas de 35 alunos ao questionário sugerem que, em geral, o formato PBL adotado corroborou para o alcance dos objetivos da disciplina, contra cinco alunos que responderam que isto foi parcialmente conseguido. Especificamente com relação à metodologia de ensino adotada, quatro alunos consideraram-na excelente: *A idéia de problemas é de grande ajuda para o aprendizado* (A19); *Diferente do convencional, boa oportunidade de expor idéias e experiências* (A08); 26 alunos julgaram-na muito boa: *A inclusão de atividades “práticas” ao longo do curso possibilita a sedimentação do conhecimento e tópicos abordados. Somado a isto há um estímulo do desenvolvimento comportamental (seminários e trabalho em grupo)* (A06); sete alunos avaliaram-na como boa: *Poderia ser melhor se os trabalhos fossem feitos em dupla* (A25); e três alunos consideraram-na regular: *A realização de trabalhos facilita o aprendizado, mas assistir à apresentação [das soluções] dos outros grupos não fixa o conhecimento.* Nenhum aluno avaliou a metodologia como insatisfatória. Esta boa aceitação do PBL confirma os resultados de pesquisas encontrados na literatura para implantações

curriculares ou híbridas da metodologia (ALBANESE & MITCHELL, 1993; VERNON & BLAKE, 1993; DOCHY *et al.*, 2003).

5.1 Sobre as Vantagens e Desvantagens da Abordagem

As meta-análises citadas acima também são reafirmadas nas vantagens apontadas pelos alunos neste estudo, apesar de esta ser uma implantação parcial do PBL e, supostamente, com menores ganhos. Entre as vantagens mais citadas temos a capacidade de o PBL incentivar o estudo autônomo e pesquisa e habilidades de trabalho em grupo e apresentação oral: *Os alunos buscam e aprendem mais do que em metodologias tradicionais. A pesquisa e o desenvolvimento da metodologia por equipes geram resultados com maior nível de qualidade* (A15); e de promover a aprendizagem: *Torna o aprendizado mais fácil* (A25) e *Facilita o entendimento da matéria* (A32).

Os alunos também levantaram aspectos importantes tais como a maior participação dos alunos em sala de aula: *A maior participação do aluno e melhor aprendizagem* (A05); maior interação: *Maior participação dos alunos (interação professor-aluno); aprendizagem se dá de maneira uniforme* (A01) e *Maior interação dos alunos* (A24); mais envolvimento e comprometimento para com a disciplina: *Compromete o aluno à leitura de textos e redação de apresentações, motivando e integrando todos na disciplina* (A11); a promoção de visões diferentes sobre um mesmo tópico: *[A metodologia] incentiva a pesquisa, desenvolvimento de trabalho em grupo, soluções diferenciadas para o mesmo problema* (A28); desenvolvimento de habilidades comunicativas: *Foi a primeira matéria do curso que tive que falar em público, o que acho fundamental. Aprendizado dinâmico* (A12); e integração entre teoria e prática e contato com situações da prática profissional: *É possível verificar a importância dos itens estudados através de casos do dia-a-dia* (A18) e

Preparar as pessoas, como dito acima [para futuras situações de vida profissional], desenvolver capacidade de pesquisa e trabalho em equipe. Material de apoio muito bom, aulas interessantes etc. Confiança desenvolvida nos alunos, nas pessoas, e seu comprometimento (A26).

Esse último excerto também se refere a uma vantagem levantada no estudo, *i.e.*, a delegação aos alunos de autoridade com responsabilidade relativa à própria aprendizagem. Este *empowerment* foi conseguido principalmente por meio do sistema de avaliação adotado, que incluía a avaliação de pares e a auto-avaliação. Alguns alunos consideraram este sistema vantajoso: *Ótimo método de avaliação; ênfase no estudo de casos; trabalho em equipe* (A13) e *Menos preocupação com relação às provas* (A27).

Porém, como era esperado, nem todos os alunos aprovaram a forma de avaliação adotada nesta implantação do PBL. Embora o sistema de avaliação vá ser mais bem analisado na seção subsequente, é interessante mostrar que dois alunos apontaram-no explicitamente como desvantagem, ainda que por motivos diferentes: por ter também provas dissertativas (A22) e por ser parcialmente feita por pares (A06). Talvez esta última questão também esteja ligada à outra desvantagem revelada pelos alunos, a de permitir a existência de ‘caronas’: *Alguns alunos desinteressados não aprendem e nem se sentem forçados a aprender* (A18).

Sobretudo, como aponta a literatura e um outro estudo feito no mesmo contexto alguns anos antes (RIBEIRO & MIZUKAMI, 2005), a demanda de tempo pelo PBL foi a desvantagem mais citada pelos alunos. Esta queixa dos alunos pode ser analisada sob duas perspectivas. Primeiramente, é preciso dizer que o aumento de tempo de dedicação aos estudos é um fato em quaisquer implementações do PBL. Em uma implementação curricular este aumento é menos problemático uma vez que há pouco ou, idealmente, nenhum conflito

entre o trabalho com os problemas e as disciplinas que lhe dão suporte, em termos de tempo e de enfoque. Em segundo lugar, o tempo alocado para a disciplina no currículo de engenharia elétrica da IES é realmente exíguo, talvez insuficiente, o que pode ter feito com que alguns alunos tivessem que desenvolver estratégias de sobrevivência, tais como ‘caronas’.

Nesta implementação parcial do PBL, a disciplina competia com outras pertencentes à grade curricular e com estágios de final de curso. Isto dificultou a presença dos alunos em sala de aula e sua participação em reuniões de seus grupos, sem mencionar o tempo demandado pelo estudo autônomo (e.g., pesquisa bibliográfica). Assim, alguns alunos ressentiram-se – provavelmente com fundamento – da sobrecarga de tempo/trabalho para uma disciplina com um número baixo de créditos. Os seguintes excertos ilustram estes pontos: *Apenas dois créditos. O tempo é muito restrito* (A31); *É necessário um certo tempo livre para pesquisa, coisa que nem sempre existe* (A23); *O tempo é curto devido à alta carga horária do curso de engenharia elétrica. É difícil reunir os membros* (A02, aluno do 4º ano) e *A única desvantagem é a disponibilidade de tempo para atividade extra-sala, pois a maioria dos alunos estagia três vezes por semana, faltando tempo para reuniões do grupo* (A01, aluno do 5º ano).

Desvantagens adicionais indicadas pelos alunos também estão associadas mais ao formato do PBL em questão do que com o PBL *per se*. De qualquer forma, apontam para a necessidade de melhoria do processo. Por exemplo, a apresentação dos resultados, na forma de seminários, por todos os grupos foi considerada maçante e repetitiva por alguns alunos (A19, A36, A37, A38, A39). Para aprimorar esta atividade, poder-se-ia fazer, por exemplo, com que apenas alguns grupos apresentassem suas soluções e os porta-vozes dos demais as criticassem/discutissem pautados nos suas respectivas pesquisas e soluções. Ademais, outras formas de apresentação das soluções podem ser concebidas, desde que sejam coerentes com os princípios do PBL e com os objetivos educacionais estabelecidos na ementa da disciplina.

Por outro lado, algumas reclamações dos alunos remetem à sua escolarização em ambientes educacionais tradicionais, onde o professor atua como transmissor de conhecimentos fixos e acabados e os alunos, receptores passivos dos mesmos: *Um pouco de insegurança* (A30), *Pouco tempo para aulas teóricas* (A13) e *Menos atenção à teoria* (A33). Outro aluno, A32, considerou a disciplina *muito superficial, ilustrativa e gera muito trabalho extra-classe para uma matéria de dois créditos*. Aqui é necessário enfatizar que a profundidade no PBL é conseguida de várias formas (e.g., pelo trabalho reiterativo com um mesmo problema) e que, em última análise, é alcançada pelos próprios alunos, facilitados pelo tutor. Neste estudo, a superficialidade também pode ser atribuída à natureza panorâmica da disciplina e ao escasso tempo para o trabalho autônomo dos grupos, como foi apontado anteriormente.

Outras desvantagens relativas ao PBL ou ao contexto de implementação, tais como o menor volume de conteúdo abordado (A05), dificuldade do trabalho em grupo: *Ainda deu margem, apesar da divisão das responsabilidades, para que determinados elementos do grupo nada colaborassem com o trabalho* (A03) e *Às vezes o trabalho em equipe traz divergências entre os membros, chegando inclusive a ocorrer discussões; a escolha e o respeito aos líderes deveriam ser mais bem explicados* (A15). Ainda que seja visto pelos alunos como uma desvantagem, o conflito intra-grupo é um passo ou estágio natural na aprendizagem do trabalho coletivo (BRUNELLE, 1978) e deve, portanto, ser considerado como parte do desenvolvimento de habilidades de auto-gestão. Finalmente, apesar destas e das outras desvantagens arroladas acima, é importante salientar que cinco alunos relataram não haver desvantagens e quatro deixaram esta questão em branco, o que poderia também ser interpretado como ausência de desvantagens.

5.2 Sobre a Sistemática de Avaliação na Abordagem

Enfocando agora o tema principal deste trabalho, o sistema de avaliação adotado nesta implementação do PBL foi aprovado pela grande maioria dos alunos. Estes o consideraram: *Adequado* (A26); *Diversificado, estimulante* (A30); *Justo e coerente com a interação atual dos alunos* (A03); *Justo, com ênfase real na avaliação do desempenho e aprendizado* (A13); *Muito bom, pois a nota é dividida entre os pontos dados pelo professor e pelos membros do grupo* (A37); *Bom sistema, pois mescla trabalhos, apresentações, avaliações e auto-avaliação* (A18); *Bom, trabalhos e provas de pesos semelhantes distribuem o peso da disciplina como um todo* (A38); *Bom, pois valoriza o trabalho e desempenho em grupo (apresentações, relatórios) e também individualmente, avaliando o aluno de maneira mais justa* (A34).

É preciso adiantar que esta forma de avaliação demanda tempo de sala de aula e do docente. *[O sistema de avaliação é] interessante, porém com pouco tempo disponível para ser aplicado à disciplina* (A29). Contudo, isto não deve ser tomado como um empecilho, já que pode ajudar no alcance de objetivos da metodologia e da disciplina, tal como o *empowerment* dos alunos: *É um tanto subjetiva, mas é uma maneira de o professor mostrar confiança em seus alunos* (A17). Outros excertos das falas dos alunos também apontam para a estreita relação entre o sistema de avaliação e o processo de ensino-aprendizagem e a possibilidade de a avaliação ser útil na promoção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais: *Interessante, pois a avaliação não é totalmente baseada em exames, mas avaliou os seminários, preparação dos mesmos, comunicação* (A02); *É um bom método de avaliação uma vez que une a prática e a teoria e traz experiências positivas aos alunos (aprendizagem do trabalho em equipe)* (A15); *Acho bastante justo. É uma maneira inteligente de fazer os alunos se prenderem o tempo todo aos assuntos abordados e não só se preocuparem nos dias anteriores às provas* (A17).

Todavia, apesar de muitos alunos considerarem, no geral, o sistema de avaliação, alguns criticaram a existência de testes e perceberam a incompatibilidade – quem sabe incongruência – entre esta forma de avaliação de desempenho e os objetivos educacionais trabalhados na disciplina: *Boa [forma de avaliação], exceto pela prova* (A22); *O formato de avaliação em estudo de casos etc. é muito bom. No entanto, os testes exigiram memorização dos assuntos, o que não vejo como um ponto positivo* (A06); *Bom com relação às atividades desenvolvidas, contudo não deveriam mais existir provas* (A31). A existência de provas nesta implantação do PBL é devida à requisição da IES de se ter ao menos 50% da nota do aluno por meio de prova individual, o que indica um obstáculo à adoção de abordagens alternativas ao ensino tradicional: as normas institucionais. Apesar de encorajarem inovações no ensino, as instituições inadvertidamente as sabotam ao negligenciar a estreita relação entre as exigências que colocam aos docentes e suas práticas didáticas, entre o sistema de avaliação e as metodologias de ensino.

Especificamente sobre a avaliação do processo, a avaliação por pares e a auto-avaliação, os alunos consideraram-nas coerentes com os objetivos estabelecidos na ementa da disciplina (A03 e A24) e instrumentos importantes para os alunos e docente obterem *feedback* para melhorarem seu desempenho, a abordagem de ensino e a disciplina: *Importante para que o docente tenha um retorno sobre o que o aluno pensa* (A05); *Excelente, há um feedback e um fluxo maior de informação* (A08); *Muito interessante, pois podemos acompanhar nosso próprio andamento e fornecer um feedback* (A18); *Acho muito importante e seguramente traz melhorias para o curso e os alunos* (A25); *A auto-avaliação nos faz pensar sobre o que fizemos, se foi ou não bem feito, se poderia ser feito de uma forma melhor* (A20).

Esse último excerto remete a uma outra percepção relatada pelos alunos sobre estas formas de avaliação, isto é, sua capacidade de promover o senso crítico e a auto-crítica:

Permite que [o aluno] desenvolva um senso crítico sobre o seu trabalho e do conteúdo abordado. Muito bom (A28); Boa, pois dá a possibilidade de a pessoa refletir sobre seu trabalho no grupo (A37); Boa, estimula o pensamento crítico (A11). Este é um resultado interessante, pois mostra o desenvolvimento de uma atitude, um tipo de conhecimento mais difícil de ser promovido. A capacidade de o sistema de avaliação nesta experiência com o PBL adotado promover outras atitudes também foi mencionado pelos alunos, tais como responsabilidade e ética: Bom, pois o avaliador tem que mostrar responsabilidade (A07); É um método de maior comprometimento entre os membros do grupo e também um teste para eles (A23); Uma forma de estimular a honestidade e auto-crítica (A13).

Entretanto, seria irreal imaginar que estas formas de avaliação (i.e., do processo, de pares e auto-avaliação) ocorreriam tranquilamente. Alguns alunos consideraram-nas excessivamente subjetivas: *A meu ver, a auto-avaliação é inválida, pois sempre acaba ficando muito pessoal (A34);* outros denunciaram a prática de corporativismo e ‘caronas’: *Interessante e construtiva, embora às vezes oculte a realidade (A21); Acho que os alunos não estão preparados para este tipo de avaliação, tendendo a ser condescendentes com os companheiros do grupo (A26); Até certo ponto foram coerentes, mas houve coleguismo por saber que todos tinham outros compromissos (A38);*

Não funciona. Se alguém não deu ‘excelente’ para si próprio [na auto-avaliação], desculpe o termo, mas esta pessoa é muito bobinha. Eu e outro cara levamos o grupo ‘nas costas’, porém nas provas não fomos [tão] bem como pensávamos (A09);

A camaradagem e a cumplicidade entre os colegas da equipe falam mais alto e elas [avaliações de pares] não correspondem totalmente à verdade. [...] As vezes, um membro não podia comparecer a todas as reuniões [fora da sala de aula]. Mesmo assim era atribuído E [excelente] a ele (A02).

Estes excertos podem ser analisados à luz da cultura positivista da IES – avalizada pelos próprios alunos – que nega o fato de a subjetividade ser inerente a qualquer processo de avaliação. Podem também indicar a resistência dos alunos em assumir uma responsabilidade tradicionalmente atribuída ao professor. De qualquer maneira, essas críticas são importantes porque trazem à tona alguns aspectos em jogo no contexto de implementação do PBL que podem ser mais bem trabalhados. Desde aspectos culturais gerais: *Algumas vezes não fomos coerentes. Sem problemas e sem influências (salvo o “brasileirismo”);* a aspectos institucionais, e.g., tempo insuficiente: *Os maiores problemas foram o tempo e a disponibilidade (A05).*

Há ainda características individuais que podem ter determinado o modo como estas atividades aconteceram: *Essas avaliações conscientizavam os membros, forçando-os a evoluir. A escolha do líder influencia, uma vez que alguns líderes são superficiais (A15); Um bom processo, mas que pode ser um pouco conflituoso na hora de avaliar os colegas (A29).* É difícil especificar quais aspectos culturais, institucionais e individuais interferiram no processo de avaliação, já que frequentemente atuaram juntos, como parece apontar a fala de A2: *Como foi citado, é difícil bater horários. Se um membro não podia comparecer, a reunião era feita do mesmo jeito e o membro era “perdoado”.*

Um aspecto interessante levantado por um aluno – relacionado ao formato PBL adotado – foi uma limitação inerente à educação escolar: *Neste ponto [avaliação por pares e auto-avaliação] é insuficiente, uma vez que é impossível ser imparcial em uma avaliação como esta. É óbvio que sofre influência, uma vez que nós estamos avaliando um amigo e não um*

colega de trabalho (A36). Desconsiderando o fato de este comportamento também ocorrer em ambientes de trabalho (não obstante o que A36 crê), este é um problema de difícil tratamento no contexto educacional vigente. Para contorná-lo seria necessário conceber um modelo educacional intimamente ligado ao mundo do trabalho.

De qualquer forma, a despeito das críticas desses alunos é possível crer que a auto-avaliação e a avaliação por pares tenham funcionado a contento: *A auto-avaliação ou a avaliação intra-equipes [por pares] é justa, pois a pessoa que não participa das atividades é automaticamente julgada e descontada da nota* (A14), o que também foi confirmado pela análise das avaliações entregues pelos alunos. De fato, estas formas de avaliação foram vistas pelos alunos como fundamentais para a promoção do trabalho em grupo, o que reitera o importante papel da avaliação no processo de ensino-aprendizagem – especialmente em uma abordagem educacional como o PBL – no que concerne o alcance de objetivos procedimentais e atitudinais.

Em suas falas os alunos reconheceram essa indissociabilidade entre a metodologia e a avaliação: *[Sistema de avaliação] útil no desenvolvimento do trabalho. [As atividades de avaliação por pares e auto-avaliação] funcionaram bem, já que todo o grupo se sentiu na obrigação de cumprir o dever* (A35); *Ótimo para a real avaliação dos integrantes do grupo* (A04); *Ótima maneira de avaliar o trabalho em grupo (tanto método quanto fins alcançados)* (A12); *Boa, pois dá a possibilidade da pessoa refletir sobre seu trabalho no grupo* (A37); *A avaliação de pares e auto-avaliação e a auto-avaliação colaboram para estimular o senso crítico e finalmente melhorar os aspectos em que a equipe apresentava problemas* (A15).

6. CONCLUSÃO

Embora não se possa dizer que os ganhos obtidos nesta experiência com o formato parcial do PBL – *i.e.*, em uma disciplina isolada dentro de um currículo convencional – equivalham àqueles anunciados para implantações do formato original (especialmente no que concerne a integração de conteúdos de diferentes áreas do conhecimento científico), os resultados apresentados neste trabalho sugerem que foi bem sucedida, haja vista a satisfação expressa pela maioria dos alunos. Sobretudo, é importante enfatizar a capacidade de o PBL – no formato utilizado – contribuir para o alcance dos objetivos da disciplina e da metodologia *per se*, o que ser claramente verificado nas vantagens apontadas pelos alunos, em comparação às aulas expositivas: (a) incentivo ao estudo autônomo e à pesquisa; (b) desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe; (c) promoção de habilidades comunicativas; (d) maior participação dos alunos em sala de aula; (e) maior interação professor-aluno e aluno-aluno; (f) maior envolvimento e comprometimento para com a disciplina; (g) promoção da diversidade de visões sobre os temas do programa; (h) maior contato com situações da prática profissional e aproximação da teoria com a prática; e (i) maior *empowerment* dos alunos sobre a disciplina, conseguido principalmente pelo sistema de avaliação adotado.

Especificamente, o sistema de avaliação – constituído de de auto-avaliação e avaliação pelo professor (provas e apresentações) e pelos pares – foi aprovado pela maior parte dos alunos. Suas observações destacaram: (a) a diversidade dos instrumentos de avaliação; (b) sua abrangência em avaliar as atividades diferentes (*e.g.*, seminários, conceitos, habilidades de trabalho em equipe); (c) sua confiança na responsabilidade e capacidade dos alunos em avaliar seu próprio desempenho e de seus pares; (d) o uso da avaliação como *feedback* no aprimoramento da aprendizagem dos alunos, da metodologia de ensino e da disciplina. Evidentemente, a forma de avaliação não teve uma apreciação positiva unânime; queixas de subjetividade e não representatividade aparecem na fala dos alunos. Por outro lado, observou-se que o aluno mais individualista e refratário ao trabalho coletivo tem grande chance de ineficácia com o PBL e, portanto, nutre desprezo pela capacidade de avaliação de seus pares.

Quatro aspectos podem ser destacados como muito relevantes no sistema de avaliação adotado. Primeiramente, é importante reafirmar a capacidade de tal sistema em promover a autocrítica do aluno sobre seu desempenho e sobre suas contribuições para o trabalho do grupo/equipe, inibindo a transferência da culpa aos outros. Em segundo lugar está a maior probabilidade de esta forma de avaliação estimular a habilidade de criticar e julgar o desempenho de outros membros do grupo com tato, discricção, ética e imparcialidade. Esta habilidade – raramente desenvolvida na vida acadêmica – é reconhecida como fundamental na vida profissional, especialmente de engenheiros. Em terceiro lugar, é necessário destacar a função retro-alimentadora deste sistema da avaliação, instruindo constantemente o professor sobre andamento da disciplina e da turma e informando aos alunos sobre seu desempenho e deficiências. Finalmente, a distribuição da avaliação por todo o semestre – ao invés de concentrá-la no meio e no fim do semestre – ainda contribui para manter um nível permanente de comprometimento para com a disciplina e a aprendizagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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

BRUNELLE, L. **A não-diretividade**. São Paulo: Editora Nacional, 1978.

BRUNER, J.S. **Uma nova teoria da aprendizagem**. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1973.

CURY, C.R.J. **Lei de diretrizes e bases da educação – Lei 9.394/96**. Rio de Janeiro: DP&A, 2005.

DEMING, W.E. **Out of the crisis**. Cambridge: MIT Press, 1986.

DÍAZ BARRIGA, A. Uma polêmica em relação ao exame. In: ESTEBAN, M.T. (org.). **Avaliação: uma prática em busca de novos sentidos**. Rio de Janeiro: DP&A, 2004, p.51-82.

DOCHY, F. *et al.* Effects of problem-based learning: a meta-analysis. **Learning & Instruction**, v.3, p.533-568, 2003.

DUCH, B.J.; GROH, S.E.; ALLEN, D.E. (eds.). **The power of problem-based learning**. Sterling: Stylus, 2001.

KINGSLAND, A. Problem-based learning: efficient, affordable, and stress-free implementation. In: RYAN, G. (ed.). **Research and development in problem-based learning – v.1**. Sydney: University of Sydney-MacArthur Press, 1993, p.311-319.

MARTINS, J.P. Educação cidadã e pós-modernidade. In: MARTINS, J.P.; CASTELLANO, E.G. (orgs.). **Educação para a cidadania**. São Carlos: EdUFSCar, 2003, p.59-72.

MEC. **Diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia**. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2002.

MERRIAM, S.B. **Case study research in education: a qualitative approach**. San Francisco: Jossey-Bass, 1988.

MIZUKAMI, M.G.N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

PÉREZ GÓMEZ, A.I. Modelos contemporaneos de evaluación. In: GIMENO SACRISTÁN, J.;

PÉREZ GÓMEZ, A.I. (eds.). **La enseñanza: su teoria y su practica**. Madrid: Akal, 1989, p.426-449.

PINTO, F.C.F. Avaliação da aprendizagem, 1ª parte. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AVALIAÇÃO EDUCACIONAL: UMA REFLEXÃO CRÍTICA, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Fundação Cesgranrio, 1994, p.3-36.

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.

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.

RIBEIRO, L.R.C.; MIZUKAMI, M.G.N. Student assessment of a problem-based learning experiment in civil engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.131, n.1, p.13-18, 2005.

SAVIN-BADEN, M. **Problem-based learning in higher education: untold stories**. Buckingham: Open University Press, 2000.

SCHMIDT, H.G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. **Medical Education**, v.27, p.422-432, 1993.

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, 1996, p.33-42.

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.

AN ASSESSMENT SYSTEM IN ENGINEERING EDUCATION: THE STUDENTS' PERSPECTIVE IN AN EXPERIMENT WITH PBL

Abstract: *This research, of a descriptive-analytical nature, presents the word of students on the assessment process in a partial implementation of Problem-based Learning (PBL) in an*

electrical engineering curriculum at a public university in Brazil. PBL is a teaching approach in which a real-life problem (genuine or simulated) is used to initiate, motivate and direct the learning of concepts, skills and attitudes that are relevant to students' professional and social lives. The assessment system adopted in this implementation included the teacher's assessment of the students' presentations of solutions to the problems and the latter's assessment of peers and self-assessment, plus two dissertation exams. The data analyzed in this work mainly derive from classroom observations of students' behaviors in the classroom and a questionnaire with open-ended questions responded by the students at the end of the course about the methodology in general and the assessment process in particular. The results show that the students were satisfied with the methodology and, despite reporting some disadvantages to the adopted assessment system, such as increased time-consumption and the occurrence of 'free-rides', approved of it for the reason that it reflected and favored the teamwork inherent to the methodology and was consistent with the goals of the course.

Key-words: *Student assessment; Higher education; Engineering education; Problem-based learning; PBL.*