

# APRENDIZADO COM BASE EM PROBLEMAS: COMO ENTUSIASMAR OS ALUNOS E REDUZIR A EVASÃO NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

**Fernando P. L. Cavalcante** - [fplira@hotmail.com](mailto:fplira@hotmail.com)

**Marcelo S. Embiruçu** – [embirucu@ufba.br](mailto:embirucu@ufba.br)

PEI-EP-UFBA

Rua Prof. Aristides Novis, nº 2, Federação

CEP: 40210-630 – Salvador – Bahia

**Resumo:** *Um crescimento econômico com base em desenvolvimento sustentável é desejado para as próximas décadas no Brasil. A formação compatível de um bom número de engenheiros capacitados é condição necessária para tornar viável este cenário. Haverá dificuldades para o atendimento dessa demanda se mantidas as altas taxas de evasão e o perfil profissional observados nos cursos de engenharia no país. Um diagnóstico sobre a perda de alunos ao longo dos cursos assim como fundamentos e práticas de ensino que possam trazer uma melhoria aos processos de educação em engenharia são apresentados. Experiências positivas mostram que a adoção da pedagogia Aprendizado com Base em Problemas (PBL) nos cursos de engenharia tem estimulado e promovido a permanência dos alunos nos cursos até o final da graduação. Essa metodologia tem reduzido a evasão dos alunos dos cursos, facilitado sua interação em projetos compartilhados com instituições interessadas e melhorado a capacitação de profissionais graduados em engenharia. Práticas de sucesso na educação em engenharia através dessa pedagogia de ensino-aprendizagem são identificadas e apresentadas neste trabalho. Com base no quadro exposto e nas experiências relatadas se propõe considerar a introdução sistemática do PBL no ensino das engenharias no país como um caminho eficaz para motivar os alunos e trazer inovação e sensíveis melhorias na formação dos engenheiros no Brasil.*

**Palavras-chave :** *Aprendizado com base em problemas, PBL, Engenharia, Ensino-aprendizagem, Evasão.*

## 1. INTRODUÇÃO

Indicadores de várias origens apontam uma retomada do crescimento econômico no Brasil nas próximas décadas. Um aumento do desempenho dos meios de produção dependerá em boa parte de um bom suporte dos engenheiros que atuam no país.

A 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (LIVRO AZUL, 2010) destacou que um forte avanço no desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação requer percursos formativos com cursos inovadores que explorem a interdisciplinaridade e promovam a formação de profissionais versáteis e criativos.

A fim de que o país siga a trilha da inovação, uma mudança no conteúdo dos cursos e no perfil dos novos engenheiros deverá requerer tanto o reforço das disciplinas técnicas e

científicas como a inclusão de aspectos ligados à conservação do meio ambiente, à gestão e à responsabilidade social (FORMIGA, 2010).

Dados do INEP/MEC demonstram que 48% dos alunos que ingressaram em cursos de engenharia no país não se graduaram ao final do curso (BRASIL, 2012). Por outro lado, um autor americano coloca que as universidades deveriam reconhecer que a origem da evasão não está apenas nos seus alunos e nas situações que eles enfrentam, mas também nos próprios atributos do ambiente educacional (TINTO, 2003). Essa visão é complementada por sensível observação de professor emérito da PUC-Rio : “não vemos outro caminho que trazer os problemas concretos à atividade de aprendizagem, fazendo os alunos trabalharem em equipes multidisciplinares, imersos em um ambiente realmente universitário – cosmopolita, crítico, informado da ciência, das técnicas e dos valores, aberto à diversidade e em contato com a sociedade” (SILVEIRA, 2005) .

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, instituídas pelo Conselho de Educação Superior do MEC em 2002 estabelecem que o engenheiro formado no país deve reunir habilidades tanto generalistas como humanistas, críticas e reflexivas (BRASIL, 2002), e associar à capacidade adquirida para absorver e desenvolver tecnologias uma atuação criteriosa e criativa na identificação e resolução de problemas, abordando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.

Neste contexto, a metodologia Aprendizado com Base em Problemas (PBL) pode se constituir uma interessante alternativa pedagógica para elevar a taxa de formação e a qualificação profissional dos engenheiros no país, e tornar os cursos de engenharia opções mais estimulantes e atraentes.

## **2. A EVASÃO NAS ENGENHARIAS NO BRASIL**

Trabalho do MEC publicado pela Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras em 1996 analisou 53 Instituições de Ensino Superior Públicas (IESP) do país que representavam 67,1% desse universo e 89,7% das Universidades Federais do país (BRASIL, 1996). Dentre as possíveis causas identificadas no estudo que levam os alunos a deixarem os cursos superiores (o que ocorre principalmente nos dois primeiros anos do curso) foram identificados: 1. Currículos longos e desatualizados além da falta de clareza sobre o projeto pedagógico do curso; 2. Critérios impróprios de avaliação do desempenho discente; 3. Falta de formação pedagógica ou desinteresse do docente; 4. Ausência ou pequeno número de programas institucionais de suporte para o estudante; 5. Cultura institucional de desvalorização da docência na graduação; e 6. Insuficiência de estrutura de apoio ao ensino de graduação, como falta de laboratórios de ensino e equipamentos de informática.

Taxas de evasão nas engenharias calculadas a partir dos Microdados do Censo do Ensino Superior (INEP, MEC, 2011) (com foco nas três regiões do país de maior população e demanda por profissionais de engenharia) são mostradas na Figura 1, para os cursos de Engenharia Civil, Elétrica, Química, Mecânica, Ambiental e de Minas das universidades federais dos estados das regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país, e da UNICAMP, no período de 1998 a 2011 (INEP, MEC, 2011). As taxas de evasão foram determinadas a partir da simples correlação entre os alunos graduados ao final de um dado ano-curso e os correspondentes alunos ingressantes cinco anos antes.

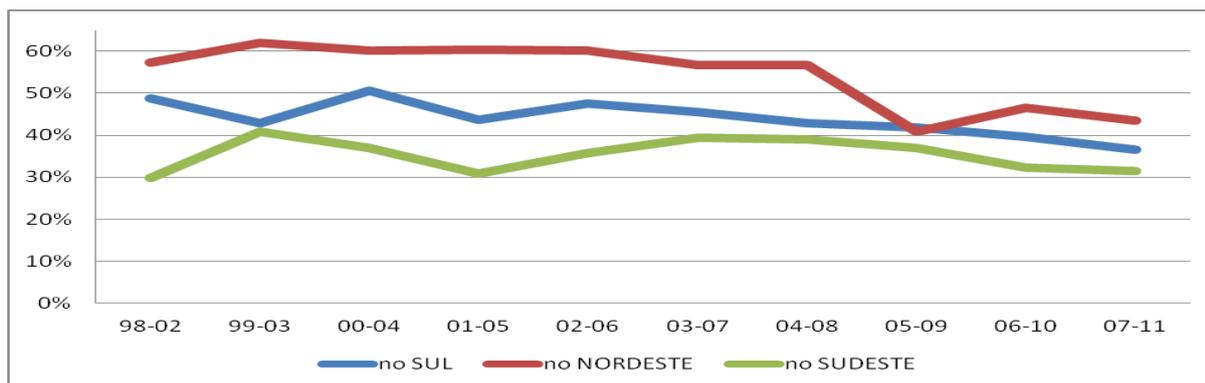


Figura 1 - Taxas médias de evasão em cursos de engenharia no Brasil /1998-2011.

Fonte: INEP

Em um período de 13 anos as taxas médias de evasão nos cursos e universidades avaliados se situaram entre um máximo de 60% na região Nordeste e um mínimo de 28% na região Sudeste. Um patamar sem dúvidas preocupante que requer medidas que possam levar a uma efetiva permanência dos alunos até a graduação. A presente investigação procura identificar práticas pedagógicas que favoreçam o envolvimento e a motivação dos alunos através do conteúdo e foco da grade curricular, e métodos de ensino-aprendizagem adotados, resultando em estruturas e organizações de ensino mais eficazes nos cursos de engenharia em universidades do país.

### 3. MUDANÇA NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

A necessidade de modernização nos cursos de graduação em engenharia para que os novos profissionais sejam mais bem preparados para os desafios do século XXI tem sido demonstrada por vários autores e por instituições interessadas.

A formação de engenheiros com visão e preparo que atendam às novas demandas da sociedade requer necessariamente um ambiente multidisciplinar voltado aos problemas concretos colocados tanto pelo mercado como pela indústria ou, de forma mais ampla, pela sociedade (SILVEIRA, 2005). Desta forma a universidade é chamada a romper as restrições internas das disciplinas acadêmicas delimitadas pelas faculdades e seus departamentos.

Amplo e detalhado estudo foi conduzido pela Academia Real de Engenharia do Reino Unido e pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts dos Estados Unidos para avaliar os fatores determinantes que suportam o ensino de excelência em engenharia no mundo (GRAHAM, 2012). A primeira etapa envolveu entrevistas com setenta especialistas internacionais de quinze países com grande experiência em mudança e reformulação de currículos de engenharia, tendo sido inicialmente relacionadas vinte importantes universidades de cinco continentes. Na etapa seguinte foram avaliados seis diferentes cursos de engenharia selecionados a partir de um histórico positivo de mudanças realizadas, na *University College London*, Inglaterra; na Universidade de Ciência e Tecnologia de Hong Kong, China; na Universidade de Illinois, EUA; na Universidade de Queensland, Austrália; na Universidade de Coventry, Reino Unido e na Universidade Penn State, nos EUA.

Importantes aspectos associados ao sucesso nos processos de mudança foram identificados neste estudo: as mudanças sistêmicas bem sucedidas se iniciaram frequentemente em resposta a um conjunto de circunstâncias comuns, que apresentavam questões fortemente aparentes para o quadro de professores da instituição; uma quantidade de características comuns estava presente no projeto educacional, associadas à extensão em que a

mudança estava inserida em uma estrutura curricular coerente e interconectada; o departamento ou colegiado se mostrou o motor da mudança; e o compromisso sustentado do chefe do departamento foi um fator crítico de sucesso.

#### **4. A SALA DE AULA DOS CURSOS DE ENGENHARIA: PROPOSTAS PEDAGÓGICAS**

Recente estudo patrocinado pelo Conselho Australiano de Ensino e Aprendizagem buscou entender e buscar soluções para a evasão nas escolas de engenharia daquele país. Uma das instituições avaliadas foi o curso de Engenharia Química da Universidade de Queensland (CROSTHWAITE & AUBREY, 2011). Nesse trabalho os autores resumem as três principais causas que levaram os alunos a deixar a engenharia, a partir de uma avaliação que incluiu cursos de oito universidades australianas:

- Falta de compromisso e de entusiasmo pela engenharia;
- Progresso acadêmico deficiente e
- Programa do curso que não atende às expectativas dos alunos, que podem ser potencializadas por questões pessoais, do currículo ou de calendário.

Pode-se depreender desta constatação que criar nas universidades condições satisfatórias, desafiantes e estimulantes no conteúdo e estruturação dos cursos de engenharia pode ser um fator determinante para a reversão da perda de alunos.

Dentro dessa mesma visão pesquisas têm mostrado que as condições que determinam a permanência dos alunos nos cursos de engenharia estão mais relacionadas ao ambiente e às condições de aprendizado oferecidas pela instituição do que propriamente aos atributos dos estudantes (TINTO, 2003).

Os principais postulados da “Teoria do Envolvimento” apontam que o aprendizado do aluno e seu desenvolvimento pessoal são diretamente proporcionais à quantidade e qualidade do envolvimento do aluno nos estudos, e que a efetividade de qualquer prática ou política educacional da instituição está diretamente relacionada à capacidade dessa prática ou política de aumentar o envolvimento do aluno (ASTIN, 1999). A universidade tem, portanto, um elevado grau de responsabilidade na criação das condições necessárias para promover o atendimento das expectativas dos estudantes e a permanência dos alunos no curso até sua graduação.

A partir de estudos sobre o que torna mais eficaz o ensino, se estabeleceu que os alunos podem ter diferentes estilos de aprendizado e diferentes tipos de envolvimento com seus colegas, com o professor e com as disciplinas (FELDER & BRENT, 2004). Eles defendem e propõem assim a adoção de três abordagens de ensino que intensificam a condição de aprendizado na sala de aula: o aprendizado ativo, o aprendizado cooperativo e o aprendizado com base em problemas. Presentes na fundamentação do PBL, esses enfoques aumentam a probabilidade dos estudantes virem a absorver e reter de forma duradoura o conhecimento adquirido nas aulas.

#### **5. APRENDIZADO COM BASE EM PROBLEMAS (PBL): A MUDANÇA COM SUCESSO**

Não obstante algumas variações em sua aplicação, a metodologia PBL de ensino com base em problemas se sustenta em seis características centrais (BARROWS, 1996):

- O aprendizado é centrado no aluno;

- O aprendizado ocorre em pequenos grupos sob a orientação de um tutor;
- O tutor é um guia ou facilitador do processo de aprendizagem;
- Problemas reais compõem o foco que organiza e estimula o aprendizado;
- Problemas são um veículo que leva a desenvolver habilidades para sua solução;
- A nova informação deve ser adquirida através do estudo e pesquisa conduzidos pelos próprios alunos a partir de conhecimento e experiência existentes.

### **5.1. Universidade de McMaster - Canadá**

Instituição pioneira no uso dessa metodologia no curso de medicina, o movimento em direção à prática do PBL no curso de Engenharia Química da Universidade McMaster foi provocado por três problemas educacionais (WOODS, 1996): constante pressão para adicionar disciplinas especializadas em um currículo já sobrecarregado; descompasso entre as necessidades da indústria e o perfil dos graduados em engenharia; e a necessidade de passar a responsabilidade final na educação da visão do ensino para a visão do aprendizado. Com base nas avaliações conduzidas pela universidade, o autor relata que os alunos que vivenciaram o PBL demonstraram sensível superioridade nas habilidades demandadas no ambiente de trabalho, tornando favoráveis tanto a resposta obtida dos alunos como por parte dos empregadores.

### **5.2. Universidade de Aalborg – Dinamarca**

Em resposta aos desafios de inovação e de sustentabilidade, as instituições de ensino de engenharia da Dinamarca conduziram processos para a migração dos programas tradicionais para um novo paradigma centrado no estudante, interdisciplinar, contextualizado e baseado em uma melhor compreensão do desenvolvimento tecnológico. A Universidade de Aalborg, nascida originalmente no século XVIII, atrelou desde sua criação seu sistema de ensino a trabalhos envolvendo projetos baseados em problemas e com intensa colaboração com a sociedade vizinha (AALBORG, 2013). O conceito-chave adotado hoje em toda a universidade, tanto para o ensino como para pesquisa, é o da transdisciplinaridade: todos os programas de estudo se encontram organizados em torno de grupos de trabalho e 2/3 do ensino estão centrados em projetos baseados em problemas (LEHMANN *et al.*, 2008). Resultados dos cursos de engenharia da Universidade de Aalborg têm demonstrado que a abordagem de ensino com base em problemas amplia o alcance da educação e leva a um aprendizado voltado para o benefício imediato das comunidades.

### **5.3. Universidade de Queensland - Austrália**

A Universidade de Queensland (UQ) produziu resultados bastante positivos no ensino de engenharia, tendo sido reconhecida pela “Premiação Australiana para o Ensino Universitário” (QUEENSLAND, 2013). A Escola de Engenharia Química da UQ implantou o programa Currículo Centrado em Projeto (PCC) cuja motivação maior foi a formação de engenheiros que se caracterizassem por competência e conhecimentos técnicos, habilidades comportamentais, e de liderança e responsabilidade ambiental (CROSTHWAITE *et al.*, 2006). A experiência do programa PCC é uma das mais consistentes dentre os seis casos investigados pelo estudo já referenciado da Academia Real de Engenharia/Reino Unido e do MIT/EUA (GRAHAM, Case Study 4, 2012), e, como informa seu relatório, o PCC tem sido um *benchmark* de referência para a mudança educacional no país e em âmbito internacional.

## 5.4. Experiências em universidades no Brasil

Aplicações da metodologia PBL no Brasil são relativamente recentes e como ocorreu no exterior o foco inicial foram os cursos de medicina. A Faculdade de Medicina de Marília-SP, em 1997, e o Curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina-PR, em 1998, foram pioneiros na introdução do PBL no país. Universidades como a UFRGS/RS, USP/SP, UFSC/SC, UFSM/RS e PUC-RJ/RJ, dentre outras, têm promovido desde 2003 experiências com a introdução da metodologia PBL em disciplinas de alguns dos seus cursos de engenharia.

A PUC-SP estruturou de forma integral os cinco eixos temáticos do seu curso de Engenharia Biomédica em torno do PBL e tem obtido razoável sucesso na sua implantação (MANRIQUE, 2010; CAMPOS, 2009). O curso de Engenharia da Computação da UEFS, Feira de Santana-BA, foi estruturado desde o seu início em torno do PBL e tem sido capaz de capacitar os alunos em habilidades e atitudes não adquiridas usualmente em métodos de ensino convencionais (ANGELO & BERTONI, 2011). O evento internacional *Project Approaches in Engineering Education - 2012*, realizado na PUC-SP em outubro/2012, contou com a apresentação de mais de 30 trabalhos voltados à prática do PBL em vários estados do norte ao sul do Brasil (PAEE, 2012).

## 6. RESULTADOS DO ENSINO A PARTIR DO PBL

A disciplina Introdução à Engenharia na Universidade da Florida foi convertida de uma atividade baseada em aulas expositivas para um formato de laboratório de projetos, patrocinado pelo programa SUCCEED - *Southern University and College Coalition for Engineering Education* (HOIT & OHLAND, 1998). Onze diferentes departamentos de engenharia da instituição foram envolvidos no novo programa, que promoveu a passagem de grupos de estudantes pelos laboratórios de todos os departamentos. Os laboratórios tinham por fim três objetivos: (i) demonstrar a diversidade das atividades nas engenharias; (ii) passar aos estudantes uma visão simplificada e estimulante do que se constituem os processos em engenharia; e (iii) ensinar conceitos e habilidades básicas. Três grupos foram acompanhados nos semestres 1/93, 2/93 e 1/94. O impacto observado na permanência dos alunos nos cursos é mostrado na Tabela 1, onde se pode observar um ganho significativo da ordem de 50% na manutenção dos alunos no curso dentre os que participaram das disciplinas em que alunos vivenciaram atividades nos laboratórios dos diferentes departamentos.

Tabela 1: Permanência nas Engenharias – Universidade da Florida – 93/94 – Hoit&Ohland

Semestre	Disciplina em laboratórios			Disciplina com aulas expositivas		
	matriculados	mantidos	%	matriculados	mantidos	%
1/93	35	19	54	128	36	28
2/93	108	54	50	125	45	36
1/94	55	27	49	68	30	44
Total	198	100	51	321	111	34

Interessante estudo sobre a perda de alunos nas engenharias evidenciou resultados bastante positivos decorrentes da implantação de atividades curriculares participativas e motivacionais via projetos integradores no primeiro ano dos cursos de engenharia de 16 universidades americanas entre 1997 e 2004, como mostrado na Tabela 2 (KNIGHT *et al.*, 2007). O estudo apontou que onze universidades, ou aproximadamente 70% do grupo avaliado, apresentaram ganhos iguais ou superiores a 20% na permanência dos alunos nos

curso, e que seis universidades, ou 37,5% do grupo, apresentaram ganhos de permanência superiores a 30%.

Tabela 2: Novo Currículo do 1º Ano de Engenharia x Permanência dos Alunos - Knight

Instituição	Taxas de permanência - currículo		Momento da Avaliação	Ganho %
	tradicional	revisado		
Old Dominion	50%	90%	2º ano	+80%
Tennessee	26%	43%	5º ano	+65%
Denver University	54%	83%	2º ano	+54%
Florida	34%	51%	3º ano	+50%
Youngstown State	60%	85%	2º ano	+42%
Mass., Dartmouth	62%	83%	3º semestre	+34%
Purdue University	63%	80%	3º ano	+27%
Alabama	56%	71%	7º ano	+27%
Colo. School of Mines	66%	84%	6º ano	+27%
Drexel	60%	72%	8º período	+20%
Texas A&M, Kingsville	51%	61%	não informado	+20%
Rose-Hulman	82%	92%	fim do curso	+12%
Ohio State	59%	66%	3º ano	+12%
Notre Dame	91%	99%	fim do curso	+9%
North Carolina State	80%	80%	2º ano	0%
Wisconsin, Plateville	70%	65%	não informado	-7%

Resultados decorrentes de uma ampla mudança no currículo dos dois primeiros anos e no critério de admissão do curso de Engenharia Civil, Ambiental e de Geomática da UCL/Reino Unido foram descritos no já citado relatório da Academia Real de Engenharia da Inglaterra (GRAHAM, *Case Study 1*, 2012). As mudanças no currículo envolveram a redução de 50% das aulas presenciais; provisão de mais tempo disponível para atividades no contexto do PBL; adoção de um currículo nos dois primeiros anos com base no PBL centrado em grupos de alunos; o atendimento da demanda da indústria por profissionais com ampla visão da engenharia, características de liderança e voltados à solução de problemas; além de uma renovação do quadro de professores. Uma melhoria sensível no desempenho escolar dos alunos nos dois primeiros anos do curso foi obtida no período 2002-2010, como mostrado na Tabela 3, trazendo reflexos positivos também para o 3º ano do curso, que manteve o currículo original.

Tabela 3: Desempenho no curso - Notas Altas e Baixas – UCL/UK 2002/2010 - Graham

<b>Indicadores</b>	<b>Período</b>	<b>1º ano</b>	<b>2º ano</b>	<b>3º ano</b>
Percentual de estudantes: 2 mais altos rendimentos	antes da reforma	21%	21%	46%
	após a reforma	58%	58%	60%
Percentual de estudantes: 3 mais baixos rendimentos	antes da reforma	48%	53%	23%
	após a reforma	17%	14%	8,4%

## 7. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

Fatores e contextos que podem explicar a evasão dos alunos dos cursos de engenharia e que permitem apontar possíveis soluções para esse fenômeno tão negativo para a organização e a estrutura do ensino em engenharia foram apresentados. A evasão, além do grande desperdício social e econômico associado, é um problema que afeta várias instituições de ensino em engenharia em todo o mundo e sua minimização passa também pela melhoria das condições de ensino das escolas de engenharia.

Considerando-se as diversidades geográfica, cultural, econômica e social em que os estudos e diagnósticos aqui apresentados foram conduzidos, assim como as melhorias decorrentes das mudanças no processo de ensino-aprendizagem em engenharia que foram implantadas, acredita-se ser grande a probabilidade de que um sucesso semelhante possa ser atingido em larga escala também nas IES no Brasil.

A fundamentação e as evidências apresentadas fazem crer que as alternativas estudadas e já testadas para implantação do Aprendizado com Base em Problemas podem se constituir uma oportuna e eficiente solução a ser adotada de forma ampla e generalizada nas universidades brasileiras. O objetivo seria então atingir resultados mais consistentes e duradouros na captação, permanência no curso e formação de novos quadros de engenheiros, permitindo assim alçar as instituições nacionais a um patamar de alto desempenho no universo dos melhores cursos de engenharia do exterior.

Com base na experiência da Universidade de Queensland uma providência oportuna é estabelecer um currículo organizado em três eixos (CROSTHWAITE et al, 2006):

- Do primeiro ao último ano do curso um conjunto de disciplinas montado com base em projetos em grupo;
- Os projetos são estruturados em torno das disciplinas regulares da engenharia de todo o curso que melhor suportam seu resultado;
- Os projetos e disciplinas regulares são complementados por disciplinas eletivas/optativas que podem conferir opcionalmente profundidade ou amplitude ao conhecimento final desejado pelo aluno.

Os graduandos são acompanhados por professores-mentores para a orientação necessária ao longo de toda a evolução das disciplinas de projeto. Dessa forma, o ensino do conhecimento técnico necessário é preservado, enquanto os atributos desejados dos futuros profissionais e as habilidades comportamentais buscadas são praticados e desenvolvidos à medida que os projetos evoluem.

A experiência da Universidade McMaster aponta nove passos básicos para a implantação de sistemas de ensino-aprendizagem com base no PBL (WOODS, 1996):

- Obter a aceitação e o compromisso dos professores e tutores do departamento;
- Promover esclarecimentos para a aceitação e o engajamento dos alunos;

- Definir quando e como desenvolver as habilidades requeridas no processo;
- Trabalhar pequenos grupos de alunos e monitorar sua responsabilidade final;
- Utilizar o PBL no contexto de um currículo convencional adaptado;
- Monitorar a evolução dos alunos para garantir um ambiente favorável;
- Ajustar o conhecimento e as habilidades que devem ser aprendidos;
- Montar um repertório de problemas reais;
- Habilitar os próprios alunos a identificar os objetivos do aprendizado.

É recomendável uma avaliação criteriosa pelas partes interessadas sobre a possibilidade das Diretrizes Curriculares Nacionais para Graduação nas Engenharias incorporarem as premissas e o conteúdo do ensino-aprendizado com base em problemas. Amplo estudo pode também ser conduzido visando propor meios e formas para aquisição de fundamentos e habilidades pedagógicas por parte do corpo docente dos cursos de engenharia para a prática do PBL, como etapa potencialmente importante para conferir maior eficiência e sustentação formal ao ensino nas engenharias.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Um crescente número de engenheiros qualificados precisará se graduar nas escolas de engenharia do Brasil para atender os desafios da sociedade nas próximas décadas, em especial em atividades voltadas à produção, construção e inovação tecnológica, a partir de uma atuação dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável.

Haverá dificuldades para o atendimento dessa demanda a contento em função de uma taxa de evasão média da ordem de 45% dos alunos dos cursos de engenharia ao longo da última década, o que reflete ainda grande desperdício social e econômico. Há uma correlação entre o conteúdo e a forma como os cursos são estruturados e conduzidos, o envolvimento e a motivação dos alunos e sua permanência até o final da graduação.

O estudo baseado na solução de problemas como suporte para a educação em engenharia e a experiência acumulada neste campo de ensino-aprendizagem permitiram que escolas de engenharia de destacadas universidades em diferentes continentes criassem cursos e currículos mais eficazes. Programas de ensino estruturados no PBL, ao produzirem maior motivação e engajamento dos alunos, tornaram o papel dos estudantes mais participativo e estimulante. Como consequência, levaram a uma redução da evasão ao longo do curso e produziram profissionais com bagagem técnica e comportamental que passou a atender de forma mais satisfatória às habilidades e capacitação requeridas pelo mercado de trabalho.

A adoção de forma ampla no Brasil de padrões educacionais com base na metodologia PBL nos cursos de engenharia poderá abrir caminho para trazer melhorias sensíveis na qualificação dos cursos de engenharia, na capacitação do corpo docente, na motivação dos alunos, na permanência dos estudantes até a graduação e na qualificação final dos profissionais graduados nas IES do país.

### ***Agradecimentos***

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica (CNPq) pelo apoio financeiro; aos professores da Escola Politécnica da UFBA, ao Prof. Dinis Carvalho da Universidade do Minho e à Profa. Caroline Crosthwaite da Universidade de Queensland pela disponibilidade, informações e discussões proporcionadas, e à Juliana Marambaia pelo suporte no levantamento e tratamento de dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALBORG. History of Aalborg University. Site: Aalborg University. Disponível em: <<http://www.en.aau.dk/About+Aalborg+University/History+of+Aalborg+University/>>. Acesso em 03 de abril de 2013.

ANGELO, M. F.; BERTONI, F. C. Análise da aplicação do método PBL no processo de ensino e aprendizagem em um curso de Engenharia de Computação. Revista do Ensino de Engenharia, v.30. n. 2, pg. 35-42, 2011.

ASTIN, A. W. Student involvement: a developmental theory for higher education. Journal of College Student Development, v. 40, n. 5, pg. 518-529, 1999.

BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. New Directions for Teaching and Learning, v. 68, p. 3-12, 1996.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em 12 de maio 2013.

BRASIL. Microdados do Censo da Educação Superior, INEP/MEC, 2011. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>. Acesso em: 10 de março de 2013.

BRASIL. Relatório da Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras. Diplomação, Retenção e Evasão nos Cursos de Graduação em Instituições de Ensino Superior Públicas. ANDIFES/ABRUEM/SESU/MEC. Disponível em: <[http://www.andifes.org.br/wp-content/files\\_flutter/Diplomacao\\_Retencao\\_Evasao\\_Graduacao\\_em\\_IES\\_Publicas-1996.pdf](http://www.andifes.org.br/wp-content/files_flutter/Diplomacao_Retencao_Evasao_Graduacao_em_IES_Publicas-1996.pdf)>. Acesso em 03 de maio de 2013.

BRASIL. Sinopses da Educação Superior, 2010-2000. INEP-MEC, Brasil, 2012 Disponível em <<http://www.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>>. Acesso em 25 de abril de 2013.

CAMPOS, L.C. de. PBL (Problem Based Learning) uma nova visão para o ensino superior no Brasil. Palestra no SINPRO-SP – 12/novembro/2009. Disponível em: <[http://www.sinprosp.org.br/arquivos/palestras/palestra\\_sinprosp\\_12112009.pdf](http://www.sinprosp.org.br/arquivos/palestras/palestra_sinprosp_12112009.pdf)>. Acesso em 20 de outubro de 2012.

CROSTHWAITE, C.; AUBREY, T. Understanding and Reducing Attrition in Engineering Education: Strategies to Maximize Bachelor Degree Completions. In: Curriculum specification and support for engineering education: understanding attrition, academic support, revised competencies, pathways and access. Sydney: Australian Learning and Teaching Council, 2011.

CROSTHWAITE, C.; CAMERON, I.; LANT, P.; LITSTER, J. Balancing Curriculum Processes and Content in a Project Centred Curriculum – In Pursuit of Graduate Attributes. Transactions in Chemical Engineering, Part D, p. 39-48, 2006.

FELDER, R. M.; BRENT, R. The ABC's of engineering education: ABET, Bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on. Anais: American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. Salt Lake City: Salt Palace Convention Center, 2004.

FORMIGA, M. M. M; CARMO, L. C. S. do. Engenharia para o desenvolvimento: inovação, sustentabilidade, responsabilidade social como novos paradigmas. Ed Brasília: SENAI/DN, 2010, il.

GRAHAM, R. Anais: Achieving Excellence in Engineering Education: The Ingredients of Successful Change. Londres: The Royal Academy of Engineering, 76 p., 2012.

GRAHAM, R.. Case Study 4. Department of Chemical Engineering of Queensland, Australia. Anais: Achieving Excellence in Engineering Education: The Ingredients of Successful Change. Londres: The Royal Academy of Engineering, 2012, p.41-44.

GRAHAM, R. Case Study 1: Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, Faculty of Engineering Sciences, UCL, UK. Anais: Achieving Excellence in Engineering Education: The Ingredients of Successful Change. Londres: The Royal Academy of Engineering, 2012, p. 27-32.

KNIGHT, D.W.; CARLSON, L.E.; SULLIVAN, J.F. Improving engineering student retention through hands-on, team-based, first-year design projects. Anais: 31<sup>st</sup> International Conference on Research in Engineering Education. Honolulu, junho 2007.

HOIT, M.; OHLAND, M. The impact of a discipline-based introduction to engineering course on improving retention. Journal of Engineering Education/ASEE, Washington, p. 79-85, 1998.

LEHMANN, M.; CHRISTENSEN, P.; DU, X.; THRANE, M. Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education. European Journal of Engineering Education, Oxfordshire, v. 33, n. 3, p. 283-295, 2008.

LIVRO AZUL. 4<sup>a</sup> Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia /Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 101 p. Disponível em: <[www.cgee.org.br/publicacoes/livroazul.php](http://www.cgee.org.br/publicacoes/livroazul.php)> Acesso em 10 de janeiro de 2013.

MANRIQUE, A. L.; DIRANI, E. A. T.; CAMPOS, L. C. de. PBL em um curso de Engenharia Biomédica: a experiência da PUC. Anais: PBL 2010 Congresso Internacional. São Paulo: EACH/USP, fevereiro 2010.

PAEE 2012. Anais: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education – Organizing and Managing Project Based Learning. São Paulo: PUC-SP, julho 2012.

QUEENSLAND. Site: University of Queensland, Australia. Disponível em: <<http://www.uq.edu.au/news/?article=8503>> Acesso em: 05 de outubro de 2012.

SILVEIRA, M. A. da. A Formação do Engenheiro Inovador: Uma Visão Internacional. Rio de Janeiro: PUC - Rio, Sistema Maxwell, 2005.

TINTO, V. Promoting student retention through classroom practice. Anais: Conference Enhancing Student Retention: Using International Policy and Practice. Amsterdam: Staffordshire University, novembro 2003.

WOODS, D. R. Problem-Based Learning for Large Classes in Chemical Engineering. Revista New Directions for Teaching and Learning, San Francisco, v. 68, p. 91-99, 1996.

## **PROBLEM BASED LEARNING: BRINGING ENTHUSIASM TO THE CLASSROOM AND DECREASING DROPOUT AMONG ENGINEERING STUDENTS**

***Abstract:** An intense economic growth supported by sustainable development is forecasted for the next decades in many regions in Brazil. Such accomplishment will be possible only if sustained by a great number of well qualified engineering graduates. This high demand for new engineers will not be attended if the existing high dropout rate and the present qualification of engineering students are maintained. A diagnosis on engineering students' dropout in Brazil and the basis and possibilities to improve the engineering educational process in the country are described in this paper. Positive experiences have shown that the practice of Problem-Based Learning (PBL) pedagogy in engineering education motivates and promotes students' retention along the whole course. This methodology has reduced engineering students' dropout, favored their involvement in projects with partner institutions and improved engineering graduates' skills. Successful examples and results in engineering education through this teaching-learning pedagogy are identified and presented here. As a result of the scenario and experiences described a systematic introduction of PBL system in Brazilian engineering schools is suggested as an effective pathway to motivate pupils, and to bring innovation and a considerable improvement to the educational process in engineering courses in Brazil.*

***Key-words:** Problem-Based Learning, PBL, Engineering, Teaching-Learning, Dropout.*