



## O Ensino de Engenharia e o Método PBL

Gilson Piqueras Garcia\*

\*Doutorando em Educação pela Universidade de Sorocaba (Uniso), Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Professor dos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e Arquitetura da Universidade de Sorocaba (Uniso), da Universidade Paulista (UNIP), do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio (CEUNSP) e do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Paulista (UNIP).

### Resumo

O objeto deste trabalho é o método PBL (*Problem Based Learning*), como é mais conhecido, ou ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) aplicado ao Ensino de Engenharia. O método PBL começou a ser utilizado na década de sessenta no curso de Medicina na Universidade McMaster no Canadá. Devido ao sucesso desta e de outras experiências, o método PBL passou a ser utilizado nos cursos de Engenharia em diversos países do mundo, inclusive no Brasil. As características básicas do método PBL são: aprendizado centrado no aluno, em grupos pequenos, com o professor atuando como facilitador e organizado em torno de problemas. Tal método pretende superar as deficiências do método tradicional, centrado no professor, carente de contextualidade, visão prática dos conteúdos e que coloca os alunos num papel passivo. O objetivo do trabalho é discutir as vantagens e desvantagens do método PBL em relação ao método tradicional e apontar propostas para melhoria da Qualidade do Ensino de Engenharia. A metodologia adotada será a pesquisa bibliográfica e a análise e argumentação teórica baseada no material consultado. A importância deste trabalho está no fato de que ele pretende contribuir para a diminuição da desmotivação, da má performance e da evasão entre os estudantes dos cursos de Engenharia.

# Seminário Internacional de Educação Superior 2014

Formação e Conhecimento

Anais Eletrônicos



**Palavras-chave:** Ensino de Engenharia. Método PBL. Aprendizagem Baseada em Problemas.

## **Abstract**

The object of this work is the PBL (problem Based Learning) method applied to Engineering Teaching. The PBL method began to be used in the sixties in the Medicine course at McMaster University in Canada. Due to this and other experiences success, the PBL method began to be used in the Engineering courses in many countries, as Brazil. The PBL method basic characteristics are: being centered in the student, in small groups, the teacher working as a tutor and organized based in problems. The aim of this method is overcome the traditional method difficulties, centered in the teacher, lack of contextuality and and practical view of the contents placing the students in passive role. The goal of this work is to discuss the vantages and disadvantages of the PBL method in relation to the traditional and to point proposals to improve the quality of Engineering Teaching. The methodology was a literature review and a theoretical analysis and argumentation based in it. The importance of this work is that intend to contribute do improve the motivation, the performance and to diminish the drop out of the students in the Engineering courses.

**Key words:** Engineering Education. PBL. Problem Based Learning.

## **O Método PBL**

Conforme Graaf e Kolmos (2003, p. 657), O PBL (*Problem Based Learning*) é um método de ensino e aprendizagem que teve origem na Universidade McMaster no Canadá no final dos anos 60. (A denominação em português APB, Aprendizagem Baseada em Problemas, também é encontrada no literatura, assim como PjBL, *Project Based Learning*, ou Aprendizagem Baseada em Projetos, embora o termo PBL seja o utilizado na vasta maioria das citações)

O emprego do Método PBL, na Universidade McMaster se deu inicialmente no curso de Medicina. Ele surgiu devido a anos de frustração dos professores e alunos com as aulas expositivas tradicionais. Absorver o imenso conteúdo inerente à Medicina estava cada vez mais distante da realidade. A partir de um processo tutorial o currículo do curso de Medicina mudou de uma abordagem centrada no professor para uma centrada no aluno, num processo interdisciplinar. O uso do método PBL se expandiu



para numerosas instituições, devido ao reconhecimento que os alunos retêm poucas das informações ensinadas pelos métodos tradicionais e tem dificuldade de aplicar o conhecimento em experiência práticas. O PBL cria um ambiente onde o aluno pode aprender baseado no conhecimento prévio e dentro de um contexto real reforçar o conhecimento através de trabalho em pequenos grupos (SAMFORD UNIVERSITY, 2014).

As características principais do método PBL são:

- Ser centrado no aluno.
- Tomar lugar em pequenos grupos.
- Ter o professor atuando como um facilitador.
- Ser organizado em tronco de problemas.

Os princípios teóricos do ensino pelo método PBL são:

- O problema é o ponto de partida do processo de aprendizagem. A ênfase é colocada na formulação de uma pergunta em vez da obtenção e uma resposta. Isto permite a contextualização do conteúdo o que melhora a compreensão do aluno e aumenta sua motivação.
- Aprendizagem auto dirigida (na grande maioria dos casos o aluno pode formular seu próprio problema dentro das diretrizes da disciplina).
- Aprendizagem experimental, onde o aluno constrói seu conhecimento a partir de sua própria experiência e interesses, o que aumenta sua motivação.
- Aprendizagem baseada em atividades (pesquisa, tomada de decisão e redação de textos, normalmente relatórios).
- Aprendizagem interdisciplinar, onde a solução dos problemas podem se estender além das fronteiras relacionadas com a disciplina, próprias dos métodos tradicionais.
- Aprendizagem baseada em grupos, em que a maioria das atividades acontecem em equipes. Isto desenvolve as competências interpessoais e de cooperação.

# Seminário Internacional de Educação Superior 2014

## Formação e Conhecimento

### Anais Eletrônicos



A experiência tem mostrado que os alunos ficam muito mais motivados e trabalham muito mais no método PBL do que nos métodos tradicionais de ensino. Eles dedicam também mais tempo aos estudos no método PBL.

Segundo Monteiro e outros (2011) “A aprendizagem baseada em problemas estimula e favorece o trabalho em equipe, melhora a assimilação de conteúdos e aumenta a motivação para aprender.”

O modelo tradicional de ensino coloca um problema ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo. O método PBL usa o problema para iniciar e motivar a aprendizagem. Além disto, o método PBL contribui para desenvolver habilidades e atitudes desejáveis para a vida profissional futura do engenheiro.

Conforme Ribeiro, Escrivão Filho e Mizukami (2003), o PBL contempla três princípios fundamentais sobre aprendizagem:

- Os novos conceitos são aprendidos na medida em que são relacionados com conceitos preexistentes dos alunos. O PBL é um processo construtivo e não receptivo.
- Habilidades como o estabelecimento de objetivos, a tomada de decisão (seleção de estratégias) e avaliação de resultados são essenciais no PBL.
- Habilidades como senso crítico, aceitação de opiniões diferentes, construção de consenso que dependem de fatores sociais também são fundamentais no método.

Tabela 1: Comparação entre o método tradicional e o PBL (SAMFORD UNIVERSITY, 2014)

<b>Método Tradicional</b>	<b>PBL</b>
Centrado no professor	Centrado no aluno
Linear e racional	Coerente e relevante
Organizado da parte para o todo	Organizado do todo para a parte
Professor como um transmissor	Professor como um facilitador
Aprender é receber	Aprender é construir
Ambiente estruturado	Ambiente flexível



#### O Método PBL no Ensino de Engenharia

Segundo Mills e Treagust (2003, p. 3) o ensino de Engenharia está pedindo mudanças significativas, cujos pontos críticos são os seguintes:

“ - O currículo de Engenharia é muito focado em Ciências e disciplinas tecnológicas, sem prover suficiente integração destes tópicos ou relacioná-los com a prática. Os programas são dirigidos para os conteúdos.

- Os programas atuais não proveem experiência suficiente em projetos para os alunos.

- Faltam aos alunos habilidades de comunicação e experiência de trabalho em equipes e os programas precisam incorporar mais oportunidades para os alunos desenvolverem.

- Os programas precisam desenvolver maior consciência entre os alunos de questões sociais, ambientais, econômicas e legais que são parte da realidade da prática moderna da Engenharia.

- Os professores não tem experiência prática adequada, não são capazes de relacionar adequadamente teoria e prática e prover experiência de projeto.

- As estratégias de ensino e aprendizagem atuais nos programas de Engenharia são desatualizadas e necessitam se tornar mais centradas nos estudantes.”

Por isto muitos cursos de Engenharia mudaram seus métodos do tradicional para o PBL, embora esta prática ainda esteja longe de ser largamente utilizada. Uma das aplicações mais conhecidas é a do curso de Engenharia Química da Universidade McMaster, no Canadá, no início dos anos oitenta, aproveitando a grande experiência no método já desenvolvida no curso de Medicina da mesma Universidade.

Conforme Woods (2014) o curso de Engenharia Química da Universidade McMaster utiliza grupos de cinco alunos sem tutores. Antes de se iniciar no PBL os estudantes recebem cinquenta horas de treinamento em habilidades para uso do PBL. Os produtos do PBL são: conhecimento em matéria de Engenharia Química, habilidade de aprendizado para toda a vida (*lifetime learning*) e habilidades de gestão. A avaliação do PBL pelos alunos é mais positiva do que a dos alunos no método tradicional.



A Universidade de Aalborg, na Dinamarca, utiliza o método PBL nos cursos de Engenharia desde a formação da Universidade em 1974, conforme Mills e Treagust (2003, p. 10). Os alunos trabalham em grupos de cinco a sete. Cada grupo tem dois tutores. Os cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Universidade de Aalborg e da Universidade Tecnológica da Dinamarca (DTU), que usa o método tradicional, foram avaliados por um comitê internacional em 1998. Os resultados mostraram que embora os dois cursos fossem considerados excelentes, os formandos da Universidade Aalborg (PBL) eram melhores em habilidades de trabalho em equipe, comunicação, conduzir um projeto total e mais adaptáveis, e que portanto tinham melhores chances de conseguir um emprego. Os formandos da DTU eram melhores em fundamentos de engenharia e mais capazes em trabalho independente, mas normalmente precisavam de mais treinamento. Além disso as taxas de evasão em Aalborg variavam entre 20-25% enquanto na DTU eram de 40%.

A literatura relata diversas aplicações do PBL, com adaptações, em vários países, desde em disciplinas isoladas dentro de um curso até implementações na Universidade toda.

### **O Método PBL e o Ensino de Engenharia no Brasil**

No primeiro semestre de 2002 a disciplina Teoria Geral da Administração (TGA) do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da USP foi ministrada usando o método PBL. A turma foi dividida em grupos de quatro ou cinco alunos. A metodologia consistia na apresentação de um problema, na segunda metade de cada aula, seguida de uma discussão pelo grupo, onde os alunos analisavam o problema, listavam conceitos que poderiam ajudar na solução do problema e planejavam sua estratégia de trabalho. Na aula seguinte os grupos apresentavam um relatório o resultado das pesquisas, os conceitos utilizados e as soluções propostas que eram apresentadas oralmente. Ao final do semestre foi apresentado aos alunos um questionário para que eles avaliação o método.

Foram apontadas como principais vantagens:

- Promover a autonomia dos alunos para a pesquisa e a aprendizagem.
- Aproximar a teoria da prática e o conhecimento escolar da atuação profissional futura.

# Seminário Internacional de Educação Superior 2014

Formação e Conhecimento

Anais Eletrônicos



- Desenvolver habilidades de trabalho em grupo.

Como principal desvantagem foi apontado o aumento do tempo dedicado à disciplina.

Vale destacar que alguns alunos consideraram a autonomia como uma desvantagem, o que parece refletir uma escolarização fruto de um ambiente educacional mais diretivo, centrado no professor. Alguns alunos julgaram, também, o trabalho em grupo como uma desvantagem. Em alguns grupos os alunos dividiram o trabalho em partes a serem feitas individualmente por cada um, o que faz com que a proposta de trabalho em grupo perca o sentido. Ainda existe o fato de que normalmente nos trabalhos em grupo alguns alunos trabalham mais do que outros e também a formação de “panelinhas”.

O curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) utiliza o método PBL em seu currículo desde seu início, em 2003 (ANGELO, BERTONI, 2011, p. 36). Os alunos primeiro conhecem os problemas e depois buscam os conhecimentos teóricos necessários à sua resolução. No método tradicional os alunos primeiro aprendem a solução do problema para depois aprender o problema. Na abordagem da UEFS o aluno logo inicia uma reflexão crítica sobre os problemas abordados e fica motivado para adquirir a base teórica que lhe falta para compreendê-los melhor. Os problemas são solucionados através de discussões em grupo. Os grupos têm no máximo 10 alunos. O principal objetivo do PBL é a passagem da responsabilidade pelo aprendizado do professor para o aluno, criando condições para que o aluno aprenda a aprender. Angelo e Bertoni (2011) relatam a aplicação do método PBL em oito disciplinas do curso, chamadas de Estudos Integrados. Um questionário foi aplicado aos alunos e as respostas indicaram que eles desenvolveram a habilidade de aprender a aprender, individualmente e em grupo e que eles acreditavam na efetividade do método.

No primeiro semestre de 2003, o método PBL foi aplicado na disciplina Gerenciamento da Construção do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e na disciplina Gerenciamento das Construções I da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), conforme Neves e Formoso (2007). As turmas foram divididas em grupos de até 10 alunos. Ao final do curso foi solicitado aos alunos que fizessem uma avaliação do PBL. Os alunos fizeram uma avaliação bastante positiva do método. Como ponto negativo os alunos apontaram a falta de tempo. Os professores consideraram que os objetivos foram atingidos, que os alunos ficaram

# Seminário Internacional de Educação Superior 2014

Formação e Conhecimento

Anais Eletrônicos



bastante motivados, participaram ativamente das discussões e assimilaram o conteúdo.

No segundo semestre de 2006 a disciplina Planejamento de Transportes, do curso de Engenharia Civil, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, foi ministrada pelo método PBL para parte da turma (12 de um total de 30 alunos). Para os outros 18 alunos a disciplina foi ministrada pelos “métodos” tradicionais de ensino (CASALE, KURI e SILVA, 2011, p. 248). Foi aplicado um questionário aos alunos que cursaram a disciplina, de ambos os métodos, depois de encerrado o curso. A análise das respostas indicou que os alunos do método PBL, em relação aos do método tradicional, tornaram-se progressivamente responsáveis pela própria aprendizagem, assumiram a responsabilidade pelo conhecimento a ser obtido, demonstraram maior habilidade e maturidade ao lidar com os problemas, maior comprometimento com o próprio aprendizado e apreensão efetiva dos conceitos trabalhados na disciplina. Os autores concluem que a pesquisa demonstrou a viabilidade do uso do PBL para o ensino de Engenharia.

A Universidade de Brasília começou a utilizar o método PBL no curso de Engenharia de Produção em 2.011 (MONTEIRO et al, 2011), com a implantação gradual de sete disciplinas Projetos de Sistema de Produção (PSP1 a PSP7). As disciplinas foram implantadas a partir do quarto semestre. Um dos objetivos da implantação do método PBL seria atender às demandas solicitadas pelo mercado de trabalho. O método PBL possibilitaria aos alunos a adquirir competências transversais (problematizar, investigar, questionar, descobrir, propor algo novo) que seriam fundamentais para assegurar a empregabilidade.

A disciplina PSP1 foi estruturada com a divisão da classe em grupos de cinco alunos, cabendo a cada grupo a definição de um projeto (problema) e a direção a ser tomada na procura de soluções. Para cada grupo foi atribuído um tutor que era responsável pela aderência ao objeto do projeto e é o elemento de ligação entre o grupo e a coordenação da disciplina. Uma pesquisa foi conduzida através de questionário e revelou que 86% dos alunos estavam com uma expectativa otimista com relação à implantação do método PBL.





#### Discussão

Dos relatos da literatura parece que a adoção do método PBL melhora, de uma forma geral o ensino de Engenharia. Benefícios como aumento da motivação, desenvolvimento da autonomia e da capacidade de autoaprendizagem para a vida toda (*lifelong learning*), ou seja, aprender a aprender, tem sido observados na aplicação do PBL.

O desenvolvimento de habilidades de trabalhar em grupo, de comunicação verbal, de planejamento, de discussão, de construção do consenso e de escrita, muitas vezes referidas como competências transversais, e usualmente consideradas críticas na formação para o mercado de trabalho tem sido citadas como pontos positivos de alunos que estudaram em ambientes PBL.

Em função da utilização de problemas do mundo real e da abordagem interdisciplinar, tem sido observado o desenvolvimento da consciência social, ambiental e econômica das soluções dos problemas de Engenharia, e que são demandadas hoje na prática da profissão.

Como desvantagens do PBL tem sido apontados o risco de perda de conteúdos e de uma formação pior em ciências, fundamentos de engenharia e tecnologia.

O método demanda também mais tempo tanto por parte dos professores, quanto por parte dos alunos. O trabalho em grupo, que é citado como desenvolvedor de habilidades, para muitos é uma desvantagem, pois na prática, muitas vezes o trabalho é apenas dividido entre os membros do grupo e é executado individualmente, ou porque a carga de trabalho entre os membros acaba sendo desigual, ou ainda pela formação de “panelinhas”.

A autonomia, também referida como uma vantagem, para muitos é considerado uma desvantagem, fruto da longa exposição dos alunos a métodos centrados no professor, o que faz com que muitos alunos sintam dificuldade em trabalhar dentro de metodologias ativas de Ensino.



## Conclusões

A revisão da literatura parece indicar que, de uma forma geral, deve-se esperar ganhos na implantação do método PBL para o Ensino de Engenharia. Porém o PBL não pode ser encarado como uma panacéia que resolveria todos os problemas do ensino tradicional. Além disso, alguns fatores devem ser levados em conta ao se migrar para o método PBL. Raramente se citam cursos 100% PBL. Existem disciplinas mais apropriadas para o método e outras não. As disciplinas de fundamentos parecem ser mais adequadas ao método tradicional. O apelo para o PBL parece aumentar na medida em que se avança para o final do curso. Outro cuidado a ser tomado é quanto ao tempo gasto tanto pelos professores quanto pelos alunos, uma vez que os relatos são no sentido de que o PBL consome mais tempo de ambos. No ensino de Engenharia temos hoje uma grande quantidade de cursos noturnos cujos alunos trabalham durante o dia, tornando o correto dimensionamento do tempo uma questão crítica.

Deve-se levar em conta ainda a dificuldade dos alunos com o trabalho em grupos e com a autonomia, conforme descrito em vários casos. Talvez a solução para esta dificuldade seja submeter os alunos a um treinamento antes da exposição ao PBL, conforme a estratégia da Universidade McMaster.

Tomados os devidos cuidados na implementação, as evidências parecem apontar no sentido de que a adoção do método PBL traz benefícios para o ensino de Engenharia.



#### Referências

ANGELO, M. F.; BERTONI, F.C. Análise da Aplicação do Método PBL no Processo de Ensino e Aprendizagem em um Curso de Engenharia da Computação. **Revista de Ensino de Engenharia**. Brasília, v.30, n. 2, p. 35-42, 2011.

CASALE, A.; KURI, N.P.; SILVA, A. N. R. Mapas Cognitivos na Avaliação da Aprendizagem Baseada em Problemas. **Revista Portuguesa de Educação**. Braga, v. 24, n. 2, p. 243-263, 2011.

GRAAF, E.; KOLMOS, A. Characteristics of Problem-Based Learning. **International Journal of Engineering Education**. Toronto, v. 19, n. 5, p. 657-662, 2003.

MONTEIRO, S. B. S. et al. Uma Nova Abordagem de Ensino de Engenharia: Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) na Disciplina PSP1 da Curso de Engenharia de Produção da UnB. In: XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Anais**. Blumenau, ABENGE, 2011.

NEVES, R. M.; FORMOSO, C. T. Aprendizagem Baseada em Problemas: Estudo Exploratório com Alunos de Graduação em Cursos de Engenharia Civil. XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Anais**. Curitiba, ABENGE, 2007.

RIBEIRO, R. L. C.; ESCRIVÃO FILHO, E.; MIZUKAMI, M. C. N. Uma Experiência com a PBL no Ensino de Engenharia sob a Ótica dos Alunos. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Anais**. Rio de Janeiro, ABENGE, 2003.

SAMFORD UNIVERSITY. **Center for Teaching, Learning and Scholarship**. Disponível em:<<http://www.samford.edu/ctls/archives.aspx?id=2147484114>>. Acesso em 18 set. 2014.

WOODS, D. **Problem Based Learning (PBL)**. Disponível em: <<http://chemeng.mcmaster.ca/problem-based-learning>>. Acesso em 21 set. 2014.