

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA

BRUNO CALAFATTI DUTRA RIBEIRO

**O MÉTODO DE ENSINO PROJECT BASED LEARNING E SUAS
APLICAÇÕES NO CURSO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA DA
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA.**

Lorena, 2016.

BRUNO CALAFATTI DUTRA RIBEIRO

**O MÉTODO DE ENSINO PROJECT BASED LEARNING E SUAS
APLICAÇÕES NO CURSO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA DA
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das atividades para obtenção do título de Engenheiro no curso de Engenharia Bioquímica da Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo.

Orientador Prof. Dr. Domingos Sávio Giordani

Lorena, 2016.

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Calafatti Dutra Ribeiro, Bruno
O MÉTODO DE ENSINO PROJECT BASED LEARNING E SUAS
APLICAÇÕES NO CURSO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA DA
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA. / Bruno Calafatti
Dutra Ribeiro; orientador Dr. Domingos Sávio
Giordani. - Lorena, 2016.
53 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
Bioquímica - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2016
Orientador: Dr. Domingos Sávio Giordani

1. Método de ensino pbl. 2. Aprendizagem baseada
em projetos. 3. Melhoria do ensino de engenharia. I.
Título. II. Giordani, Dr. Domingos Sávio, orient.

“Dedico este trabalho aos meus pais que sempre ofereceram todo o suporte para que eu cumprisse mais esta etapa de meus estudos, sem eles eu não chegaria até aqui. Dedico também ao meu Avô Osmar e minha Avó Adélia que me criaram, educaram e ofereceram todo o amor que um neto poderia receber.

Agradeço os grandes amigos que a faculdade me trouxe e que levarei para a vida. Agradeço também aos mestres que compartilharam de seus conhecimentos acadêmicos e aos meus supervisores de estágio que me deram o exemplo de como ser um bom profissional.

Esta conquista é de todos que estiveram ao meu lado durante estes anos de graduação.

“Precisamos de pessoas perseverantes diante das dificuldades, que nunca desistam dos seus ideais, que sonhem com um mundo melhor e tenham coragem de lutar por ele. Pessoas menos egoístas, que estejam preocupadas com a qualidade de vida da próxima geração. ”

Daniel Thomas

Resumo

Bruno, C. D. R., **O Método de Ensino Project Based Learning e suas aplicações no curso de Engenharia Bioquímica da Escola de Engenharia de Lorena**. 2016. 53p. Monografia. (Trabalho de Graduação em Engenharia Bioquímica) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

O objeto deste trabalho é discutir o método de ensino PBL (Project Based Learning), sua sigla mais conhecida, ou ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos) aplicado aos cursos de Engenharia. O método PBL teve o seu início prático na década de sessenta, no curso de Medicina na Universidade McMaster no Canadá. Com o passar dos anos e em decorrência do seu sucesso nesta e em outras experiências, o método PBL começou a ser empregado também nos cursos de Engenharia em vários outros países do mundo, inclusive aqui no Brasil. As características predominantes que fazem o método PBL diferenciar-se são: o aprendizado focado no aluno, dividindo-os em pequenos grupos, com o Mestre sendo o facilitador, responsável por organizar o grupo em torno de um projeto base. O método PBL tem como objetivo aperfeiçoar e corrigir as deficiências do método de ensino convencional, focado no professor, com carência de aplicabilidade, com baixa prática contextual e que coloca os alunos em posição passiva. O propósito é discutir as vantagens e desvantagens do método PBL comparado ao método convencional e propor melhorias no Ensino da Engenharia. A metodologia adotada neste trabalho foi um estudo de caso juntamente com a análise e argumentação da teoria pré-existente, baseando-se no material consultado. A importância deste estudo está relacionada ao propósito de contribuir com a melhoria de ensino de Engenharia dentro da Escola de Engenharia de Lorena e avaliar como novas práticas de ensino interferem na formação dos alunos. Os resultados foram que o método PBL foi bem aceito e desenvolvido com sucesso, obteve aplicabilidade no curso de Engenharia Bioquímica, desenvolveu competências transversais como trabalho em equipe e aprimoramento das habilidades de comunicação, liderança e gestão do tempo. O método foi aceito por 96% dos alunos abordados na pesquisa.

Palavras-chave: método de ensino PBL, Project Based Learning, Aprendizagem Baseada em Projetos, melhoria do ensino de Engenharia.

Abstract

Bruno, C. D. R., **Project Based Learning Method and applications in Biochemical Engineering Course of Escola de Engenharia de Lorena**. 2016. 53p. Monography (Graduate Work in Biochemical Engineering) Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

The principal object of this work is the application of PBL (Project Based Learning) method, focused on Engineering Teaching. This method began to be applied in the sixties, firstly in Canada, at McMaster University, inside of Medical School course. After this and many other good experiences, this new PBL method began to be applied in different courses, including engineering courses, around the whole World. The strong characteristics of PBL method are being focused on student, divided into small groups, the Master works as a mentor, responsible to organize the central discussion, based in real projects. The PBL method came to solve the conventional method difficulties, focused on teacher, lack of contextually problems and lack of practical view, putting the students in a passive position. The objective of this bibliographic review is to show the vantages of PBL method comparing to conventional method, giving proposals to improve Engineering's Teaching quality. The methodology adopted in this work was a Case Study and argumentation based in all searched materials. The importance of this revision is contributing to improve the motivation and performance of Engineering students and increase new teaching practices at Lorena Engineering School. The results show PBL as a method who increased the student's motivation and transversals competences as team working and improved communication skills, leadership and management. The method was accepted per 96% of students who answered the form.

Key words: PBL. Problem Based Learning. Education, Quality of Engineering Teaching.

Sumário

1 Introdução.....	9
1.1 <i>Problemática.....</i>	11
1.2 <i>Justificativa.....</i>	13
2 Objetivo Geral.....	15
2.1 <i>Objetivos Específicos.....</i>	15
3 Revisão Bibliográfica.....	16
3.1 <i>Fundamentos do Problem Based Learning.....</i>	17
3.2 <i>Objetivos do PBL.....</i>	18
3.3 <i>Características do PBL.....</i>	19
3.4 <i>Processo dentro do PBL.....</i>	20
3.5 <i>O Papel do Projeto no método PBL.....</i>	22
3.6 <i>O aluno dentro do método PBL.....</i>	24
3.7 <i>O Professor dentro do método PBL.....</i>	26
3.8 <i>Vantagens e Desvantagens do PBL.....</i>	29
3.9 <i>Estudos sobre o método PBL.....</i>	31
3.10 <i>Exemplo de aplicação do PBL no curso de Engenharia Bioquímica.....</i>	35
4 Metodologia.....	38
4.1 <i>Delineamento da unidade-caso.....</i>	38
4.2 <i>Coleta de dados.....</i>	40
4.3 <i>Resultados.....</i>	41
4.3.1 <i>Habilidades e competências desenvolvidas.....</i>	42
4.3.1.1 Gestão de Projetos.....	43
4.3.1.2 Trabalho em equipe.....	43
4.3.1.3 Desenvolvimento Pessoal.....	43
4.3.1.4 Comunicação.....	44
4.3.1.5 Criatividade e Autoaprendizagem.....	44
4.3.2 <i>Ganhos para o futuro Profissional.....</i>	44
5 Considerações finais.....	47
Referências bibliográficas.....	48
Apêndice A.....	51

1 Introdução

Este estudo de caso teve como objetivo abordar o método de ensino PBL focado à engenharia e em específico suas aplicações no curso de Engenharia Bioquímica da Escola de Engenharia de Lorena. Foi realizada uma pesquisa literária, abordando a história do método PBL, suas aplicações, comparações em relação ao método convencional e estudo de caso das ações tomadas dentro da EEL. O intuito final do trabalho é mostrar novas possibilidades de melhoria de ensino da Engenharia dentro da USP Lorena e a viabilidade da aplicação do método PBL como uma ferramenta de ensino-aprendizagem

No início deste trabalho foi coletada a maior quantidade de dados possível sobre o método PBL de ensino. Desde sua origem no Canadá, passando por tradicionais escolas de medicina, sua difusão no mundo todo, sua chegada ao Brasil e, por fim, o começo da sua aplicabilidade em cursos de Engenharia. A partir de então foi possível fazer um comparativo entre o sistema de ensino convencional e o método PBL, mostrando as suas vantagens, necessidades e dificuldades práticas para implementação. O estudo de casos de sucesso aplicados ao ensino da Engenharia em Lorena também foi fundamental para considerar o *Project Based Learning* aplicável ao cenário do curso de Engenharia Bioquímica.

O mundo vem passando por grandes transformações em diversas áreas nas últimas décadas onde comunicação, negócios e acesso a informação mudam cada vez mais rápido com a era da informatização. A revolução tecnológica é a principal causa da velocidade dessas mudanças e a educação, atividade primordial e essencial a humanidade, não fica de fora dessas grandes mudanças (DUCH et al., 2001). Dentre as áreas afetadas podemos destacar a engenharia, por estar diretamente ligada ao desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias. Logo vemos a engenharia em si, sua prática, o profissional da área, o ensino da engenharia e todas suas aplicações sofrendo mudanças cada vez mais rápidas com o advento da era tecnológica. Este cenário faz com que os atuais engenheiros tenham que estar em constante aprendizado e atualização em relação a sua área de formação.

Existem inúmeros fatores que influenciam o conhecimento da engenharia. O campo de trabalho, o mercado, a economia, os modelos produtivos, a substituição de mão de obra por tecnologia, modelos de gestão, dentre outros exemplos que direcionam a engenharia a se reinventar a cada dia. De acordo com MORGAN et al. (1998) a mudança tecnológica e econômica forçou a engenharia a mudar suas habilidades e conhecimentos, criando um novo cenário ca-

paz de integrar não só conhecimentos técnicos, mas também habilidades financeiras e administrativas. Com esse novo cenário, mudança de mercado e economia, observam-se mudanças de cargos e funções dentro da vida de um profissional engenheiro, obrigando-o a trabalhar sempre em diferentes setores e novos desafios, com novos cargos e tarefas.

Dentro desse novo contexto, a preocupação com a forma de ensinar engenharia é primordial. O profissional deve estar pronto para concorrer dentro do mercado de trabalho, que já não é mais tão carente em mão de obra. Além da preparação técnica, outros atributos são fundamentais, como habilidade de gerenciamento, senso administrativo e financeiro, comunicação, trabalho em equipe, entre outros, segundo o perfil encontrado na literatura (e.g., VASILCA, 1994). Hoje um bom profissional de engenharia é formado por conhecimento técnico, habilidades e atitudes comportamentais. A UNESCO afirma que este é o perfil ideal de formação de qualquer profissional e que as universidades devem promover a capacidade de resolver problemas e projetos com atitudes comportamentais e ética alinhada à nova demanda mundial de profissionais flexíveis e cooperantes. O novo profissional de engenharia deve ser capaz de utilizar as experiências cotidianas e as incertezas de mudanças para modificar e desenvolver o seu conhecimento ao longo da carreira (MORIN, 2001). O engenheiro hoje deve estar apto a resolver problemas e projetos, aprendendo continuamente.

Para MORIN (2001) o propósito da educação superior hoje seria:

“Promover a capacitação profissional e promoção de aprendizagem ao longo da vida com currículos que favoreçam a compreensão de conhecimentos gerais e específicos, pensamento crítico e habilidades interpessoais que integrem a teoria na prática. (...) Capacitação para reflexão sobre a própria prática e habilidades orais e escritas para contínuo aprendizado baseando-se em situações cotidianas”

O mesmo autor ainda defende que este tipo de formação gera disseminadores de conhecimento, formando também empreendedores ao invés de apenas empregados.

O ensino de engenharia está englobado nestes novos propósitos educacionais. Para MORIN (2001) o ensino de engenharia não deve ser mais focado a um tipo único de trabalho, devendo preparar os alunos para enfrentar todo um leque de problemas e situações que irão surgir durante e depois de sua graduação. O conhecimento adquirido hoje é insuficiente para o trabalho de amanhã, devido à rápida mudança de cenário que sofremos diariamente. Logo o engenheiro deve estar apto para aprender novos conhecimentos, baseando-se em suas próprias vivências e práticas, durante toda a sua carreira profissional.

Dentro de todas essas mudanças e novas exigências profissionais e de mercado, dá-se a grande questão institucional das universidades: Como promover o ensino de conhecimentos

científicos, habilidades e atitudes comportamentais, sem sobrecarregar os currículos e estender os anos de formação profissional?

No ensino de engenharia ainda predominam os métodos convencionais (BARROWS, 2016), baseados em aulas expositivas, seminários e uso de mídias, com alunos participando de forma passiva. A aprendizagem na maior parte das vezes se dá de maneira individual e as avaliações são feitas por testes memorativos, formulários e procedimentos, através dos quais raramente habilidades e atitudes comportamentais estão nos planos de desenvolvimento e não são considerados nas avaliações. Os currículos estão voltados apenas para habilidades técnicas, sequenciais e compartimentadas.

Essa cultura predominante nas instituições de engenharia desfavorece atributos como empreendedorismo, autonomia de estudos e coletividade, além de não formar os outros dois pilares comportamentais esperados em um profissional moderno, a atitude profissional e as habilidades pessoais. O que se observa é competição, individualismo, trabalhos isolados e falta de cooperação no fluxo aprendizagem-ensino. A docência, na maior parte das vezes não possui formação pedagógica atualizada e os métodos convencionais de ensino não são atualizados. Como foi aprendido em sala de aula, o antigo aluno e atual professor, apenas repassa e favorece os métodos tradicionais. É possível se basear em vários autores para se verificar a necessidade de reformulação do ensino da engenharia (e.g., FELDER, 1993, VON LINSINGEN et al., 1999, BARROWS, 2016) e defender que métodos alternativos de capacitação profissional sejam inseridos nos currículos universitários. E é neste cenário que o PBL (Project Based Learning) vem sendo amplamente empregado.

O PBL entra para desenvolver as habilidades pessoais e atitudes comportamentais que o método tradicional de ensino não abrange. A utilização de contextualização prática coloca o aluno em desafio para testar seus conhecimentos técnicos e desenvolver habilidade de solucionar problemas, trabalhar em equipe e poder desenvolver dentro da graduação atitudes comportamentais que o sustente após formado no mercado de trabalho.

1.1 Problemática

Existe uma portaria do MEC (Resolução 48/76) que trata do currículo de ensino de engenharia no Brasil. Dentro dessa resolução é possível encontrar tópicos sobre a grade curricular, carga horaria, perfil profissional, divisão entre ciclo básico e ciclo profissional e práticas exigidas para o bom exercício do ensino da Engenharia. Esta portaria sofreu várias alterações desde sua criação, por meio de editais, para abranger novos conteúdos e modernizar a forma

da docência de engenharia, porém de acordo com CAVALCANTE (2001) as mudanças não foram muito significativas, principalmente em relação à forma como os conteúdos são abordados, sem grandes alterações no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes comportamentais dos alunos.

Este autor ainda defende que fatores culturais e institucionais bloqueiam as universidades de avançarem em novos métodos de ensino, deixando-as atreladas a métodos convencionais focados apenas em difundir conhecimentos técnicos aos alunos. São apontadas falhas na gestão acadêmica das próprias estruturas das grandes universidades brasileiras, desmotivação ao inovar, preferência a manter a ordem atual, conservadorismo das instituições, currículos preestabelecidos, dentre outros fatores, como causas para que as universidades não acompanhem as transformações da sociedade e do mercado atual.

O autor DREEBEN (1973) defende que este conservadorismo para mudanças está atrelado ao setor público, grande detentor do controle das grandes instituições de ensino. Este autor diz que onde a iniciativa privada detém participação, o ensino é muito mais voltado para a prática e atrelado às novas necessidades mercadológicas. A hierarquia das grandes universidades barra o seu próprio crescimento em burocracias, fazendo com que estas instituições sempre estejam defasadas ao mercado, como a maior parte dos órgãos públicos.

Outro problema apontado por SCHON (1993) é o distanciamento entre os praticantes da engenharia em relação aos mestres que a ensinam. A engenharia surgiu como ferramenta de ensinar conhecimentos práticos de artesãos, agricultores, marceneiros, carpinteiros para as novas gerações. A prática de uma profissão era passada para frente de modo real e atualizado. Este autor defende que o distanciamento dos praticantes em relação aos mestres fez com que o ensino começasse a ser defasado, em que profissionais da área e professores não mais se comunicavam. Então, a prática e a teoria tornaram-se mundos distintos que pouco se comunicavam entre si. SCHON (1993) ainda acentua que esta defasagem entre mestres e praticantes da profissão se acentuou com o prestígio adquirido por docentes no século 20, quando a ciência da engenharia e a pesquisa foram altamente prestigiadas em relação aos engenheiros práticos, tornando o mundo acadêmico e profissional dois territórios separados.

É dentro deste cenário, com o mundo profissional totalmente divergente das práticas acadêmicas que se faz necessário a modernização das metodologias de ensino. Como promover o ensino de conhecimentos científicos, habilidades e atitudes comportamentais, sem sobrecarregar os currículos e estender os anos de formação profissional? Como alinhar as práticas acadêmicas às práticas profissionais de mercado? Como fazer com que o ensino da comunidade

acadêmica seja voltado e alinhado com as necessidades das indústrias? Como quebrar os paradigmas, burocracias e hierarquias das grandes universidades em relação a mudanças institucionais?

O autor DEMO (1999) diz que os atuais formandos de engenharia saem para o mercado despreparados, sem habilidades de contextualização e problematização, sem criatividade e sem espírito empreendedor. O atual ensino deixa o conhecimento dos alunos obsoleto, já que a velocidade das mudanças torna os conhecimentos teóricos ultrapassados em poucos anos. Os alunos sem capacidade de autoaprendizagem, sem contextualização e despreparados para solucionar problemas se tornam defasados do mercado de trabalho

1.2 Justificativa

Podemos justificar a escolha da abordagem deste tema pelos seguintes pontos:

- Divergência entre as práticas industriais comparadas ao modelo de problemática acadêmica.
- Currículos de engenharias lineares, de aprendizagem acumulativa e voltado apenas para a racionalidade técnica, em que a solução de problemas se daria apenas pela aplicação da teoria científica (SCHON, 1993).
- Estudo baseado em conhecimentos fixos e já determinados, legitimados pela literatura, em que não há abertura para a criatividade ou pesquisa diferenciada para busca de novas soluções.
- Modelo de ensino centrado no professor, cuja preocupação é transmitir conteúdos técnicos em aulas expositivas, colocando o aluno em posição passiva, apenas recebendo o conteúdo lecionado, deixando o professor e aluno sem autonomia para debater e criar projetos relacionados às necessidades do mercado (SCHON, 1993).
- Falta de formas de avaliações focadas em habilidades e competências, falta de utilização de auto avaliações para desenvolvimento de senso crítico da coletividade, falta de avaliações globais visando integrar os currículos fragmentados do ensino superior. A falta da diversidade de instrumentos avaliativos nos currículos de engenharia acaba por formar profissionais extremamente técnicos e sem habilidades e competências interpessoais (RAMOS, 1999)
- Falta de problematização real e contato com projetos cotidianos dentro do método tradicional de ensino.

- De acordo com SCHON (1991), problemas reais da engenharia envolvem a necessidade de conhecimentos em ciência e tecnologia, aspectos econômicos, visão financeira e administrativa além de preocupação quanto a aspectos sociais e políticos, noções estas não trabalhadas dentro dos currículos convencionais de ensino.
- Pouca ou total ausência de formação pedagógica por parte da docência dos currículos de engenharia, os professores são tecnicamente formados em mestrados e doutorados técnicos e não se aproximam de práticas novas de ensino, problema este sinalizado por FELDER (1993) como um dos principais erros na formação dos novos professores do ensino superior brasileiro.

2 Objetivo Geral

Levando em consideração a introdução do cenário atual do ensino de engenharia em conflito com as necessidades atuais do mercado, esta pesquisa quis focar no seguinte ponto:

- Fazer um Levantamento como método de pesquisa para coletar dados sobre as vantagens, desvantagens e opiniões dos alunos em relação ao método PBL desenvolvido na disciplina Projetos Especiais em Engenharia. A partir deste levantamento foi possível validar o PBL como uma ferramenta aceita no ensino de Engenharia da EEL, com aplicabilidade em Engenharia Bioquímica.

2.1 Objetivos Específicos

Aprofundando no tema, na questão da pesquisa em como modernizar os currículos das engenharias, podemos abranger:

- A análise da implementação do PBL como metodologia dentro de disciplinas obrigatórias do currículo de engenharia da EEL.
- A análise da necessidade de mudanças nos aspectos institucionais, individuais e culturais necessários para a aceitação e implementação do método PBL, tanto pelos alunos quanto pelos docentes.
- A análise da participação dos docentes da EEL para implementação do PBL
- A análise da participação dos alunos da EEL para implementação do PBL.
- A discussão da implementação efetiva e adequação do PBL no cenário atual da EEL, utilizando bases literárias pesquisadas e exemplos de casos bem-sucedidos.
- A análise de casos já feitos para melhoria do ensino de engenharia dentro da EEL e a continuidade e ampliação desses novos modelos institucionais.

3 Revisão Bibliográfica

O método Project Based Learning, ou Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia de ensino caracterizada por utilizar questões práticas da vida real para despertar o pensamento crítico e desenvolver habilidades comportamentais necessárias para formação de profissionais contextualizados com a indústria. Este tipo de abordagem foi originalmente utilizado na escola de Medicina de McMaster, Canadá, na década de 60, se baseando no método de estudo de casos da Escola de Direito de Harvard, EUA, na década de 20 (SCHMIDT, 2001), e também no modelo da escola de medicina da Universidade de Case Western, EUA, década de 50.

O PLB surgiu em resposta a uma crescente insatisfação dos alunos de medicina de McMaster. Essa insatisfação devia-se ao grande volume de conteúdos fragmentados, irrelevantes e descontextualizados, com falta de problematização real junto à altas cargas teóricas e baixa carga de conceitos em diagnóstico e tratativa com os pacientes.

Neste cenário, com treinamento e preparação pedagógica dos docentes e alunos, surgiu o método de ensino baseado em problemas. Além de ser um método colaborativo de participação ativa do aluno, sua abordagem não foi estratificada, tornando-o adaptável e aplicável a outros contextos educacionais. Hoje, o PBL é praticado em várias instituições de vários países, inclusive no Brasil (e.g. UEL, FAMEMA, ESP-CE, UNIABC, etc). Originalmente desenvolvido para ser aplicado em cursos de medicina, se mostrou dinâmico o suficiente para ser implementado em outras áreas do conhecimento e inclusive em outros níveis educacionais, como nível fundamental e médio (BOUD & FELETTI, 1999).

Suas aplicações hoje estão nas mais diversas áreas do conhecimento, medicina e enfermagem, pedagogia, ciências sociais e políticas, administração de empresas, áreas financeiras e econômicas e também em engenharias. Nas áreas exatas o método ficou mais conhecido como Project Based Learning, ou aprendizagem baseada em projetos, já que a complexidade dos casos acaba levando os alunos a trabalharem por longos períodos, desenvolvendo projetos multidisciplinares. O método em si foi uma reorganização no âmbito pedagógico e institucional, já que a aprendizagem baseada em problemas cotidianos se dá desde os primórdios das civilizações.

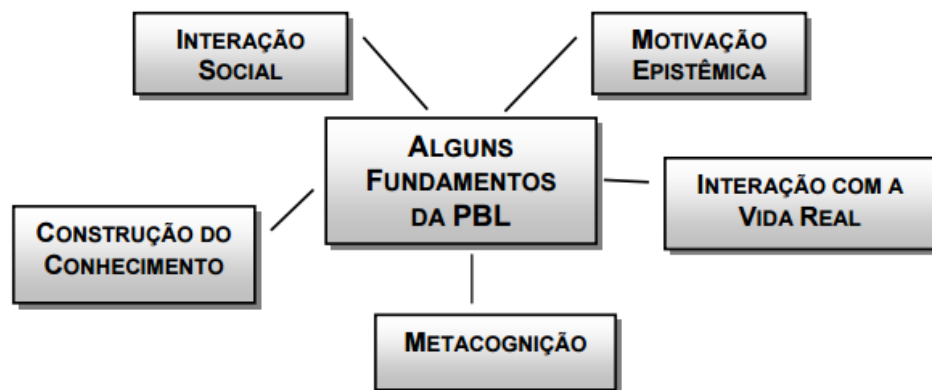
Existem partes pontuais da metodologia PBL que são pontualmente praticadas pelas instituições de ensino superior, como a colocação do aluno em contato com problemas profissio-

nais; a construção de conhecimentos interdisciplinares, a busca do comportamento ético em relação ao próximo, dentre outros. Porém, essas práticas não são estruturadas ao ponto de tirar o melhor proveito da educação. É neste cenário que o PBL se encaixa, como ferramenta de ensino que organizou práticas educacionais cognitivas, com o objetivo de auxiliar alunos a aprenderem não só conteúdos técnicos, mas também competências e habilidades exigidas nas situações cotidianas e problemas reais.

3.1 Fundamentos do Problem Based Learning.

A PBL tem sido utilizada e pesquisada durante os últimos 40 anos e as bases filosóficas utilizadas foram a motivação intrínseca que leva as pessoas a conhecer melhor os problemas e o mundo como um todo, quando colocadas em situações reais de aprendizagem. Problemáticas reais deixam o aprendizado automaticamente interessante. A Figura 1 mostra os principais fundamentos teóricos do método PBL destacados por BARRETT (2001):

Figura 1: Princípios da aprendizagem que fundamentam a PBL.



Fonte: Barrett, 2001.

A defesa de que a aprendizagem não é um processo de recepção, mas de construção de novos conhecimentos é outro fator para utilização de um método baseado em soluções de problemáticas reais.

O método PBL acredita que os conhecimentos prévios teóricos não são suficientes para resolver problemas. A resolução é dada e elaborada ativamente com discussões e trabalhos em grupos. Após essas discussões, novos conhecimentos são adquiridos para então poderem ser

aplicados naquele determinado problema em pauta. Ou seja, o conhecimento é gerado por demanda. E esse tipo de conhecimento gerado é melhor absorvido e memorizado (SCHMIDT, 2001). Após essa memorização, o conhecimento fica contextualizado e de mais fácil acesso na memória do estudante. Quando outros problemas surgirem, o acesso à memórias de resolução de casos anteriores suportará uma nova tomada de decisão. A abordagem de casos reais prepara o aluno para tomar suas próprias decisões, aprender de forma autônoma sob demanda e dentro da sala de aula gera dedicação ativa e melhor desempenho escolar.

Dentro do método PBL são estabelecidos objetivos como “o que fazer? ”, existe uma escolha de estratégia em “como fazer? ”, e no fim há a avaliação do resultado obtido questionando “o método funcionou? ”. Este tipo de metodologia é direcionado a pequenos grupos, favorecendo os alunos a expressarem suas ideias e compartilharem a responsabilidade de administrar a situação. Quando a responsabilidade do aprendizado e da gestão da problemática é depositada diretamente sobre o grupo de alunos. Há desenvolvimento técnico pertinente ao assunto e também o desenvolvimento de habilidades de gerenciamento e administração, seja ela de conteúdo, tempo, demanda ou entrega de resultados.

3.2 Objetivos do PBL

A aprendizagem se dá em uma base de conhecimento integrada e estruturada em torno de problemas reais com o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma e de trabalho em equipe, tal como ocorre no mercado de trabalho, diferente do método convencional expositivo que foca apenas em conteúdos teóricos.

A aprendizagem é ativa, onde o aluno recebe problemas ou projetos sem respostas, tendo que integrar seus conhecimentos de várias subáreas para chegar à soluções reais e aplicáveis. A colocação de problemas gradualmente mais complexos até atingir o nível problemático enfrentado por profissionais atuantes garante o desenvolvimento pedagógico e cumulativo do PBL. Durante todo o processo de aprendizagem os alunos são expostos a feedbacks e incentivados ao autoquestionamento e auto avaliação (SCHMIDT, 2001).

Além disso, SCHMIDT (2001) defende que outras habilidades práticas são adquiridas, como adaptabilidade a mudanças, habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, pensamento crítico e criativo, adoção de uma abordagem sistêmica, trabalho em equipe, capacidade de identificação de pontos fortes e fracos e compromisso com o aprendizado e

aperfeiçoamento contínuos. Conhecimentos esses que geram profissionais qualificados e também com características empreendedoras.

O PBL é defendido como alternativa para graduação, mestrados, doutorados e pós-graduações, sendo utilizado também para a formação de pesquisadores. O docente ou pesquisador formado pelo método PBL teria maior capacidade de auto avaliação e questionamento do processo educacional, estimulando o desenvolvimento dos conhecimentos necessários a uma atividade docente eficaz, sendo capaz de replicar o método para seus futuros alunos.

3.3 Características do PBL

O PBL utiliza problemas reais para direcionar, iniciar e motivar novas aprendizagens, diferente da abordagem convencional, que utiliza um problema exemplo ao final da apresentação de uma matéria. Na sua abordagem, os casos são portas para a aprendizagem de novos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades de solução de problemas, de maneira autônoma. Para ser considerado PBL, o método deve ser centrado no aluno, com o mestre atuando como intermediador, trabalhando em grupos pequenos e tendo os professores como tutores da discussão. A integração entre tutor e o grupo pequeno de alunos fortalece conceitos técnicos, além de gerar habilidades interpessoais e melhorar o contato acadêmico entre professores e alunos.

O problema é colocado antes da teoria ser apresentada aos alunos, que são divididos em grupos pequenos, passando a explorar e a levantar hipóteses de maneira autônoma. Os alunos são facilitados por um tutor responsável em ativar os conhecimentos prévios e direcionar a discussão para construção dos novos conhecimentos propostos àquela situação. O autogerenciamento da aprendizagem fica nas mãos dos alunos e a motivação é gerada ao decorrer do projeto com a revisão das questões respondidas e levantamento de novos pontos a serem abordados. Uma vez terminado o trabalho, é pedido aos alunos que avaliem seus desempenhos e avaliem a absorção e aprendizado de conteúdos (BARROWS, 2016). Pontos a serem destacados são a aprendizagem autônoma e o raciocínio diagnóstico, base para solução de qualquer outro problema, independente da complexidade ou assunto. Dessa maneira formam-se alunos com capacidades para enfrentar qualquer outro tipo de problema que venha a surgir no exercício da futura profissão.

HADGRAFT & PRPIC (1999) apresentam uma forma de classificar o PBL em níveis. É possível uma mudança gradual do método convencional (1, 1, 1, 1, 1) para o PBL ideal (4, 4,

4, 4, 4). Estes níveis auxiliam o professor a identificar o atual contexto educacional, podendo traçar um caminho e plano de ação para chegar a um modelo de PBL ideal.

Quadro 1: Elementos fundamentais da PBL.

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

Fonte: Hadgraft & Prpic, 1999.

3.4 Processo dentro do PBL

O PBL consegue integrar e incorporar princípios e elementos de várias teorias educacionais em um conjunto de atividades determinadas. A exposição de problemas não é a grande novidade do método, a grande diferença está em seus processos pré-estabelecidos e estruturados a fim de alcançar o maior desempenho dos alunos. Este passo a passo, ou processo do PBL, pode mudar de acordo com a área de conhecimento e o contexto da problematização. Pode ser implementado em toda a grade curricular, em uma parte segmentada de um mesmo

currículo, conhecido como modelo híbrido (ex.: ciclo básico ao método convencional e ciclo específico em PBL) ou em disciplinas pontuais de currículos convencionais (BRIDGES & HALLINGER, 1998).

O processo se baseia em planejamento das ações, tomadas de ações, verificação das ações executadas e se necessárias ações corretivas na entrega dos resultados. A concepção de aprendizagem por PBL se dá por meio da seguinte sequência de atividades (DUCH, 1996; SAMFORD UNIVERSITY, 2000; BARROWS, 2016):

- Apresenta-se um problema a um grupo pequeno de alunos. Os alunos organizam suas ideias e tentam solucionar o problema com o conhecimento que já possuem a respeito do assunto. Assim é possível avaliar os conhecimentos sobre o assunto em questão e a natureza do problema.
- Cada grupo formado tem um tutor responsável por acompanhar e avaliar o processo de aprendizagem e entrega do resultado final. O tutor é escolhido dentro da universidade de acordo com sua área de atuação e as interações com o projeto. Um projeto envolvendo cinética química demanda um mestre com conhecimentos em cinética, um projeto envolvendo modelagem requer um tutor com conhecimentos em ferramentas de modelagem, e assim sucessivamente. Desta forma é possível expor os alunos aos diferentes conteúdos da grade de engenharia.
- Por meio de discussão, os alunos elaboram questionamentos, chamados pontos ou questões a serem abordados (learning issues), baseados nas necessidades frente a aquela situação exposta. Estes pontos são anotados pelo grupo. Os alunos são continuamente estimulados a definir o que sabem e, sobretudo, o que não sabem a respeito do projeto, sempre redefinindo os learning issues ao decorrer do processo PBL.
- Os alunos classificam por relevância os pontos de aprendizagem levantados e decidem quais ações necessitam de investigação de todo o grupo e quais podem ser delegadas individualmente e depois divididas com restante dos colegas. Os alunos e o tutor do problema também debatem quais recursos são necessários e onde podem adquirir o conhecimento necessário para sanar os pontos levantados.
- São marcados reencontros periódicos para que os alunos possam explorar as questões levantadas, juntando novos conhecimentos adquiridos no processo de pesquisa e aprendizagem. Os alunos continuam a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredem na solução do problema e sanam questões levan-

tadas anteriormente. Assim torna-se perceptível que a aprendizagem é um processo contínuo e que sempre haverá, inclusive para o tutor, questões a serem exploradas e debatidas.

- Ao termino do trabalho, os alunos se avaliam e avaliam seus colegas de modo a desenvolver habilidades de auto avaliação e avaliação construtiva de pares. A auto avaliação é considerada uma habilidade essencial para indivíduos que desejam possuir capacidade de aprender de forma autônoma.

3.5 O Papel do Projeto no método PBL

O centro do ensino PBL está no problema/projeto base. A problemática é usada para dar motivação, focar na aprendizagem de conceitos da área abordada, discutir novos assuntos interdisciplinares, conduzir uma proposta de ações inovadoras e determinar dentro do processo educacional quais são os conteúdos que serão trabalhados e qual sua abrangência e profundidade.

Para BARROWS (2016), quando o aluno se propõe a trabalhar em um caso sem solução final prevista, seu interesse é muito maior. Quando o caso é contextualizado, o aluno pode se colocar ativamente dentro daquele problema e tentar solucioná-lo de forma investigativa, o que desperta maior interesse e dedicação. Dessa forma, com a solução em aberto, pode-se ter uma ou mais soluções corretas, onde os meios para se chegar à entrega final são mais relevantes que a própria solução do problema. Os meios utilizados para a entrega final são o aprendizado, o aluno é exposto a um cenário investigativo e diferentemente do método convencional, podendo encontrar diversas respostas corretas para um mesmo problema. Esta abertura e flexibilidade faz com que os alunos desenvolvam conhecimentos próprios que não estão nos livros. Um outro diferencial é que o problema PBL compreende ou representa uma situação passível de ser encontrada pelos futuros profissionais.

O gerenciamento de tempo e problemas é outro ganho utilizando o método PBL, habilidades comportamentais de fundamental importância para o mercado de trabalho. Os problemas devem ser atribuídos em graus de complexidade crescentes, de forma a abordar tópicos de conhecimentos prévios dos alunos e também estimular busca de novos conhecimentos, favorecendo assim a interdisciplinaridade e abrangido toda a extensa grade curricular. Em resumo um problema ideal dentro do PBL deve ter alto impacto e aplicabilidade e alta estruturação, assim como os problemas encontrado na pratica profissional. Quanto mais detalhados,

maiores serão os questionamentos a serem estudados. Os problemas devem ser constantemente trocados e atualizados, respondendo à rápida mudança tecnológica e rápida obsolescência de conteúdos visto atualmente.

Assim como na vida profissional, no método PBL os alunos não devem ter todas as informações prontamente entregues e muito menos conhecer as ações necessárias para a solução das questões chaves do problema. O grau de estruturação influencia na especulação, definição, coleta de informações e dados, análise e redefinição das questões chaves a serem trabalhadas. Sendo assim, de acordo com BARROWS (2016), quanto maior o nível de estruturação do problema, maior as chances de desenvolvimento de habilidades de solução de problemas e estudo autônomo. O caráter autônomo do processo PBL possibilita que diferentes grupos possam encontrar caminhos e soluções diferentes para o mesmo problema inicial.

O grau de estruturação vai depender do curso ou disciplina, onde os docentes estipulam os objetivos de aprendizagem, oferecem recursos e oferecem perguntas orientadas, além de participar da avaliação. Além disso, a estruturação do problema varia com o grau de recursos disponíveis aos alunos (livros, mídias, laboratórios) e de acordo com a adaptação ao método PBL (no início problemas menos estruturados e ao fim problemas mais estruturados). Quanto ao nível de profundidade dos problemas, podemos dividi-los desta forma, de acordo com BARROWS (2016):

- Desafios acadêmicos – problemas de estruturação de conteúdo de uma área específica ou matéria, utilizados principalmente para favorecer o entendimento de um assunto principal. Desenvolvem a capacidade de construir pratica em PBL e trabalhar de forma colaborativa;
- Cenários – problemas em que os alunos são colocados em casos de atuações profissionais ou cenários fictícios (simulações). Desenvolvem os conhecimentos e habilidades necessárias ao mercado;
- Problemas da vida real – exigem soluções reais por pessoas ou organizações reais e trabalham diretamente com os alunos em sua exploração da área de estudo, onde as soluções são aplicáveis e viáveis em seu contexto original. Desenvolvem autoaprendizagem e interdisciplinaridade.

Os problemas são geralmente cases/projetos descritivos narrando desafios ou adversidades enfrentadas pelas personagens envolvidas. As ações ou conhecimentos necessários para a resolução do problema geram procura de informações e tomada de decisões. As respostas para os problemas são abertas e podem levar a vários caminhos distintos, desde que plausíveis e

com aplicabilidades reais para o contexto (BARROWS, 2016). Estes casos/projetos podem ser criados de maneira fictícia, adaptados da literatura ou artigos de revistas e jornais, casos já resolvidos em situações anteriores, problemas sem resposta do cotidiano acadêmico ou industrial, etc. Podem ser ministrados de uma única vez ou segregados em partes. Quando ministrados em partes, as informações são disponibilizadas ao passo em que os alunos se aprofundam no problema e no gerenciamento de suas soluções. Desta forma os tutores ajudam os alunos a descartarem hipóteses errôneas levantadas ao princípio e os fazem mudar para outras propostas que mais se aproximem do problema em questão.

Nos currículos de engenharia os problemas/casos normalmente são apresentados em pequenos parágrafos de forma detalhada e contextualizada, com um grande número de especificações (normalmente técnicas), restrições daquela atividade e funcionalidades. Na maior parte das abordagens os problemas/casos nas áreas exatas do conhecimento são projetos que exigem longa duração e análise dos dados. Suas soluções ultrapassam a fase de diagnóstico e prescrição (como no caso dos problemas em PBL para medicina, onde o resultado final é um diagnóstico clínico), envolvendo muitas vezes projetos, análises, dimensionamentos, mensurações, implementações e até construção de algo (novas linhas, equipamentos, plantas, etc.). Esta característica dos problemas relacionados à engenharia faz com que o método PBL seja muitas vezes conhecido ou chamado de Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-based Learning). Um exemplo de problema utilizado no ensino de engenharia é dado por BARROWS (2016, p. 47):

“Um produtor Holandês de facas tem problemas em relação à moldagem de tubos de plástico. Eles inserem lâminas manualmente nos moldes e formam, por injeção, os tubos em volta dos mesmos. Isto gera alguns problemas porque: (a) Os empregados têm que ficar sempre junto à máquina durante a produção; (b) de forma a moldar os mesmos tubos em diferentes tipos de lâminas, grande parte das peças auxiliares têm de ser utilizadas para facilitar o processo de limpeza (estas peças são caras e estragam frequentemente). A empresa gostaria de ter um método mais barato de produzir os tubos por injeção”.

3.6 O aluno dentro do método PBL

Várias mudanças são necessárias para o sucesso da implementação do método de ensino PBL. Podemos listar transformações nos processos de avaliação da instituição de ensino, transformação do próprio modelo educacional e principalmente mudanças nos envolvidos diretos do PBL, isto é, alunos e docentes.

Quadro 2: Lista de diferenças comparando métodos convencionais de ensino e o PBL.

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

O método PBL é centrado no aluno, ou seja, com objetivo focado na autoaprendizagem e continuamente moldado pelas necessidades dos próprios alunos. O emponderamento de aprendizagem prepara os alunos para serem autônomos do aprendizado por toda a vida (BARROWS, 2016). Devido à grande atualização de cenários e conhecimentos vindos com a era tecnológica e digital, a autoaprendizagem é fundamental para que os futuros profissionais tenham a capacidade de se atualizarem de maneira eficaz. Dentro do PBL a responsabilidade do aprendizado é totalmente delegada aos alunos, deixando-os totalmente responsáveis pelo próprio desenvolvimento educacional. Os tutores orientam e guiam os alunos para os caminhos certos, mas as pesquisas e levantamento dos questionamentos são feitos pelos próprios alunos. Para os alunos assumirem essa responsabilidade, de acordo com WOODS (2001), são necessárias as tarefas abaixo:

- Explorar o problema, levantar hipóteses, identificar questões de aprendizado e elaborar um plano de tarefas;
- Tentar solucionar o problema com o conhecimento preexistente, observar a importância deste conhecimento já fixado;
- Identificar pontos que não possuem conhecimento e o que é preciso saber para solucionar estes pontos e o problema no geral;
- Priorizar as questões de aprendizagem levantadas, estabelecer metas e objetivos de novos conteúdos a serem aprendidos e alocar recursos para tal;
- Planejar e delegar responsabilidades para o estudo da equipe de forma autônoma;
- Compartilhar os novos conhecimentos de forma que todos do grupo aprendam os conhecimentos pesquisados por cada um dos membros;
- Aplicar o conhecimento adquirido para solucionar o problema;
- Avaliar o novo conhecimento, a solução encontrada para o problema e também refletir sobre o processo de aprendizagem.

3.7 O Professor dentro do método PBL

O método PBL exige práticas diferenciadas por parte dos docentes. Em escolas de engenharia normalmente os docentes são transmissores de conhecimentos, oferecendo aulas expositivas ou palestras e grande parte da carga horária é voltada para dedicação às pesquisas institucionais. No PBL, após as aulas introdutórias e exposição do método, o docente fica encarregado de intermediar e conduzir debates, ser questionador, despertar questões dentro dos pró-

prios alunos, propor caminhos que levem novas pesquisas e estimular o aluno a desenvolver raciocínios interdisciplinares (SAVERY & DUFFY, 1998).

No PBL o docente assume papel de mestre-aprendiz, um grande desafio, já que a postura do docente dentro da sala de aula muda de expositor de conhecimentos pré-estabelecidos para questionador e condutor de debates entre os grupos. O objetivo é ensinar não só conhecimentos teóricos, mas habilidades e competências para trabalho em equipe e motivação de foco para resultados. Há a necessidade de se adaptar ao trabalho em conjunto com o aluno, estar preparado para conduzir problemas e desafios enfrentados ao decorrer do processo de aprendizagem, se adaptar a cenários abertos, com problemáticas na maior parte das vezes vagas e de resultado final desconhecido, ser capaz de despertar o interesse em aprender novos conteúdos de maneira autônoma. Este formato faz do professor um intermediador, levando a discussão para os caminhos certos, porém sem entregar o resultado final pronto (SAVERY & DUFFY, 1998).

Esta abordagem requer maior participação, planejamento e trabalho cooperativo entre os docentes e administradores da instituição de ensino, já que o caminho das discussões pode levar a áreas de conhecimento alheias ao tutor inicial do problema. Para alcançar o cenário ideal da docência em PBL é necessário assumir práticas de levantar conhecimentos prévios dos alunos, planejar e implementar auto avaliações individuais e em grupo, avaliação e constante mudança dos cases, praticar a tomada de iniciativa dos alunos, praticar processos investigativos e revisar e aprimorar as próprias ações e ações dos alunos.

SAVERY & DUFFY, 1998 elencam as seguintes competências atribuídas aos docentes de PBL:

- Expor problemas chaves de aprendizagem, escolha correta do caso de modo que este aborde os tópicos a serem desenvolvidos pela matéria;
- Administrar os debates e a progressão da aprendizagem;
- Conduzir os grupos para caminhos de autoaprendizagem, incentivando a pesquisa e utilização de recursos para entrega de resultados;
- Envolver os alunos em questionamentos fundamentais para que seu trabalho entregue soluções práticas e viáveis;
- Utilizar novas tecnologias;
- Envolvimento em situações e problemáticas complexas e incertas que incentivem a interdisciplinaridade nos alunos;

- Conduzir o processo de auto avaliação dos alunos e avaliação individual e em grupo.

Pela grande diferença das práticas educacionais é clara a necessidade de capacitação dos docentes para atuação efetiva dentro dos métodos PBL. As concepções de transmissão e recepção de conhecimentos são diferentes em cada um dos métodos de ensino. Os professores devem conduzir os alunos a compreensão dos conteúdos de maneira gradativa, no decorrer dos debates e conforme o caso for se encaminhando para a solução final, com pouca exposição de conteúdos pré-fixados. Na capacitação dos docentes é necessário abordar a habilidade de solucionar problemas não estruturados, que podem originar numa real prática de ensino com os alunos, fato indispensável à ação de um profissional de ensino reflexivo, fazer conexão entre diferentes disciplinas e como conectar o conhecimento do conteúdo com o conhecimento pedagógico, porque o uso de problemas para introduzir conceitos proporciona um mecanismo natural para enfatizar a interconexão entre diferentes áreas que poderão responder a diferentes necessidades de diferentes estudantes (SAMFORD, 2016).

Essas mudanças na forma de ensino/aprendizagem requerem treinamentos, workshops e ações definidas para capacitação plena do docente no ensino PBL. Métodos convencionais são substituídos por PBL com planos de ações estruturados e com metas a serem alcançadas. No quadro 03 a universidade de SAMFORD (2016) lista o papel de cada um dos envolvidos no método PBL em diversas abordagens. Nela é possível compreender o papel de alunos e docentes e a posição que é esperada para uma adequada pratica do método PBL.

Quadro 3: Dimensões usadas para delimitar as concepções de ensino.

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

Fonte: adaptada de Samford University, 2016.

3.8 Vantagens e Desvantagens do PBL

Todo o tipo de abordagem educacional possui vantagens e desvantagens, incluindo o PBL. Este comparativo é dado entre as metodologias convencionais comparadas ao método PBL, independentemente da área de conhecimento lecionado, de acordo com SAMFORD UNIVERSITY, (2016).

Tabela 01: Vantagens e desvantagens do PBL.

TOPICO	VANTAGEM	DESVANTAGEM
Habilidades e Atitudes.	Desenvolve habilidades e atitudes, como comunicação oral, escrita e trabalho em grupo que são necessárias a todos os profissionais, independentemente de suas atribuições e responsabilidades; Promove o desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais; Estimula a colaboração e o estabelecimento de parcerias entre os alunos e destes com os docentes;	Dificuldades dos alunos individualistas, competitivos e introvertidos de se adaptarem à natureza participativa e colaborativa do PBL.
Tempo	Aprender a cumprir planos e prazos, desenvolver a capacidade de estudo e de trabalho autogerido.	Demanda maior tempo de dedicação, tanto para estudantes com relação ao estudo, quanto para docentes devido à natureza processual e dinâmica do método.
Autonomia e Planejamento	Estudantes tornam-se progressivamente responsáveis pela própria aprendizagem	Dificuldade dos docentes para concluir o planejamento com antecedência
Alcance de objetivos e Abrangência de conteúdo.	Possibilidade de trabalhar com o tema, antes de introduzir o problema à turma, a fim de substanciar o potencial de alcance dos objetivos de aprendizagem; Lacunas podem ser compensadas pela autonomia adquirida para os estudos.	Dificuldade de cobrir por meio de problemas os conteúdos dos ciclos básicos; Deixar nos estudantes lacunas nos conhecimentos conceituais, principalmente quanto às ciências básicas.
Interdisciplinaridade	Integração de conhecimentos multidisciplinares, habilidades e atitudes; Permitir ao aluno identificar a relação entre as disciplinas e con-	Possibilidade dos docentes sentirem desconforto decorrente da tendência do método PBL de testar a flexibilidade e

	tribui para a interação de professores e de estudantes; A dinâmica interdisciplinar de trabalho com problemas promove o sentimento de grupo entre os docentes, estimulando a troca de informações e experiências entre estes e entre os departamentos.	o conhecimento do docente (para muitos, confirmar o desconhecimento de conceitos ou ter de direcionar os alunos a outros professores pode causar resistência ao método).
Avaliação	Avaliação entre os alunos, auto avaliação e avaliação dos docentes. Estimula senso crítico nos alunos.	Docentes se queixam do fato de que o trabalho em grupo dificulta a avaliação individual.
Motivação e aprendizagem	A sistemática do PBL motiva o estudante a trabalhar na área profissional para o qual está sendo preparado; Estudantes incorporam como hábito o apreço pelos estudos e a disposição para a aprendizagem autônoma; Utilização de mais fontes de informações; Aprendem a pensar, a pesquisar, a se comunicar e a interagir com o grupo, desenvolvendo habilidades interpessoais e climas afetivos favoráveis à aprendizagem;	O foco da aprendizagem é de responsabilidade do aluno, que deve ser encorajado desde o princípio ao estudo autônomo e autodirigido. Professores podem ser mais demandados para orientação e resposta de dúvidas.
Aceitação	Estudantes e professores apresentam apreciação positiva em relação ao método PBL;	A aceitação por parte dos professores tende a ser menor nos casos em que poucas disciplinas adotam a estratégia.
Administração institucional	Reduz a evasão, especialmente aquelas relacionadas à alienação experimentada no “ciclo básico” dos currículos tradicionais, dada a natureza prática, a colaboração e o companheirismo, inerentes ao método PBL.	Requer mais flexibilidade e integração entre departamentos, o que demanda maior carga administrativa e diminui tempo para pesquisas institucionais.

Fonte: adaptado Samford University, 2016.

Para o ensino de engenharia em específico, POWELL (2000) destaca que a motivação ao trabalho em equipe e prática de autoaprendizagem são os maiores ganhos com o PBL. Desenvolvimento de comunicação, parcerias, maior iniciativa, senso de detalhamento de projetos, cumprimento de prazos e respeito aos colegas e professores são outros pontos destacados pelo

autor. O PBL pode ainda ajuda a identificar alunos com necessidades extras de desenvolverem características sócio comportamentais. Os alunos que têm dificuldades em desenvolver motivação ao autoconhecimento e interdisciplinaridade devem ser aconselhados em particular. Este mesmo autor ainda cita que desempenho e trabalho dentro de grandes projetos diminui as taxas altas de evasão dos cursos de engenharia e que a necessidade de interdisciplinaridade cria vínculos fortes entre os departamentos da universidade.

O autor POWELL (2000) cita desvantagens no PBL para engenharia a dificuldade de nivelção por ritmo do grupo, dificuldade de lecionar matérias de ciências básicas neste estilo, dificuldade de avaliação individual em grandes projetos e necessidade de troca de tutores em projetos complexos (pode causar stress entre os docentes). Este autor defende que a maior desvantagem do método é a necessidade de horizontalizar as organizações institucionais de ensino. Essa necessidade está muito distante da realidade da maioria das escolas de engenharia, que são em grande parte conservadoras e tradicionais. Porém essa mudança profunda facilitaria o trabalho coletivo e parceria dos tutores, professores do ciclo básico, funcionários de apoio e administradores, que é fundamental para a prática correta do método PBL. A interação horizontal é de extrema necessidade para o método. Além disso, em um primeiro momento essas mudanças podem gerar despesas administrativas extras.

3.9 Estudos sobre o método PBL

Existem inúmeros estudos feitos a respeito do método PBL de ensino. Considerado como um dos mais importantes, se destaca o estudo sintetizado por DOCHY et al. (2003) e financiado pela Society of Medical Education (EUA). Este autor revisou a bibliografia desde 1972 abordando os seguintes pontos: custos do método PBL, análise do desenvolvimento dos alunos e suas capacidades cognitivas, a adequação curricular e a satisfação dos alunos e docentes expostos ao método. Para este estudo, DOCHY et al. (2003) utilizou pesquisas de escolas de medicina dos EUA, Canadá, Alemanha e China.

Os resultados obtidos por DOCHY et al. (2003), compreendendo uma vasta gama de publicações científicas, foram favoráveis ao implemento do método PBL. O ponto principal citado nessa pesquisa é que os alunos se mostraram muito favoráveis ao método. Outros pontos destacados foram o ambiente de aprendizado flexível e satisfatório, desenvolvimento emocional e educacional com o trabalho em grupo, preferência do método PBL ao método convencional quando existe a possibilidade de escolha, ambiente de aprendizagem semelhante ao am-

biente profissional do recém-formado e desenvolvimento de competências e habilidades comportamentais. Porém este mesmo autor cita em sua pesquisa um rendimento menos satisfatório dos alunos expostos ao PBL nas matérias dos ciclos básicos.

Entretanto, este baixo rendimento é explicável já que as matérias das ciências básicas são introdutórias nos cursos e servem para os alunos se adaptarem ao método PLB. Ao longo dos anos de formação, o contínuo uso do PBL implica em uma maior capacidade de retenção e uma melhor organização do conhecimento dos alunos dentro do novo método de ensino.

Neste estudo conduzido por DOCHY et al. (2003) os alunos recém graduados nos métodos PBL em média receberam melhores qualificações no mercado do que os alunos formados nos métodos convencionais de ensino. Resultado obtido pela prática letiva em situações reais e exposição ao raciocínio contextualizado. Em sua conclusão o autor defende: “há um forte efeito positivo da PBL sobre as habilidades dos alunos”.

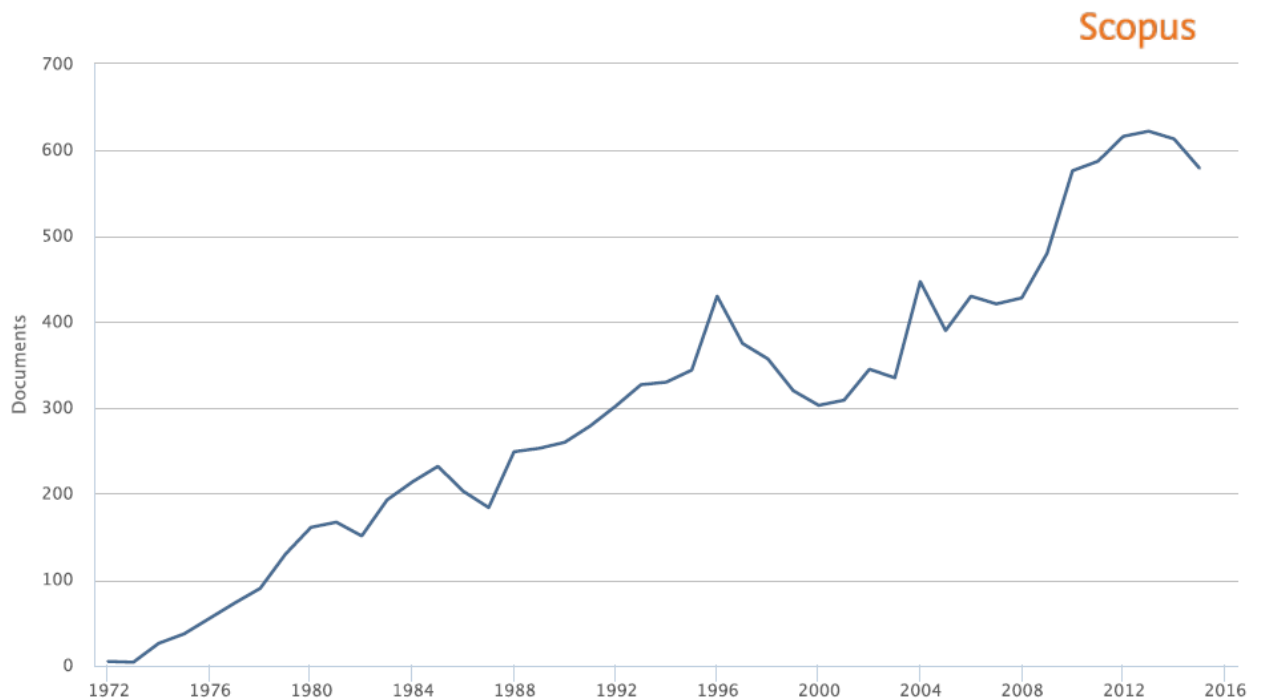
Em relação aos hábitos de estudo, o PBL é citado como um método de compreensão e não de memorização. As problemáticas mais abrangentes incentivam os alunos a utilizarem mais recursos como bibliotecas, pesquisas, laboratórios e internet. Em relação aos docentes, os estudos de DOCHY et al.(2003) apontam que o ambiente PBL é mais agradável para a prática da magistratura, porém com maior carga de dedicação. A preocupação dos docentes se dá com o cumprimento de todo o currículo, sendo a escolha dos problemas de fundamental importância para que isto ocorra.

A conclusão dos estudos de DOCHY et al.(2003) aponta que é difícil considerar pesquisas sobre métodos educacionais totalmente conclusivas. Os resultados são baseados em variáveis complexas como filosofia de ensino, objetivos e valores de aprendizagem, opiniões de alunos e docentes e tentativa de quantificação de ensino-aprendizagem. Todavia este autor deixa claro que o PBL é uma ferramenta nova e que possui muito a oferecer e ser desenvolvida, podendo ser aplicada em várias vertentes do conhecimento, com o intuito de engajar e contextualizar alunos para um aprendizado autônomo e de melhor qualidade. A motivação educacional empregada ao aluno aliada ao decréscimo dos índices de desistência dos cursos são outros pontos que reforçam o PBL como prática educacional válida e inovadora.

Para mostrar a importância e relevância do assunto PBL, desde sua criação até os dias atuais, foi consultado no SCOPUS suas publicações relacionadas nos últimos 40 anos. O SCOPUS é uma base de dados digital de literaturas e periódicos. Por meio desta ferramenta foi possível observar o crescimento da relevância do assunto PBL desde sua criação, a divisão de suas publicações por países e a divisão de suas publicações por áreas do conhecimento. O

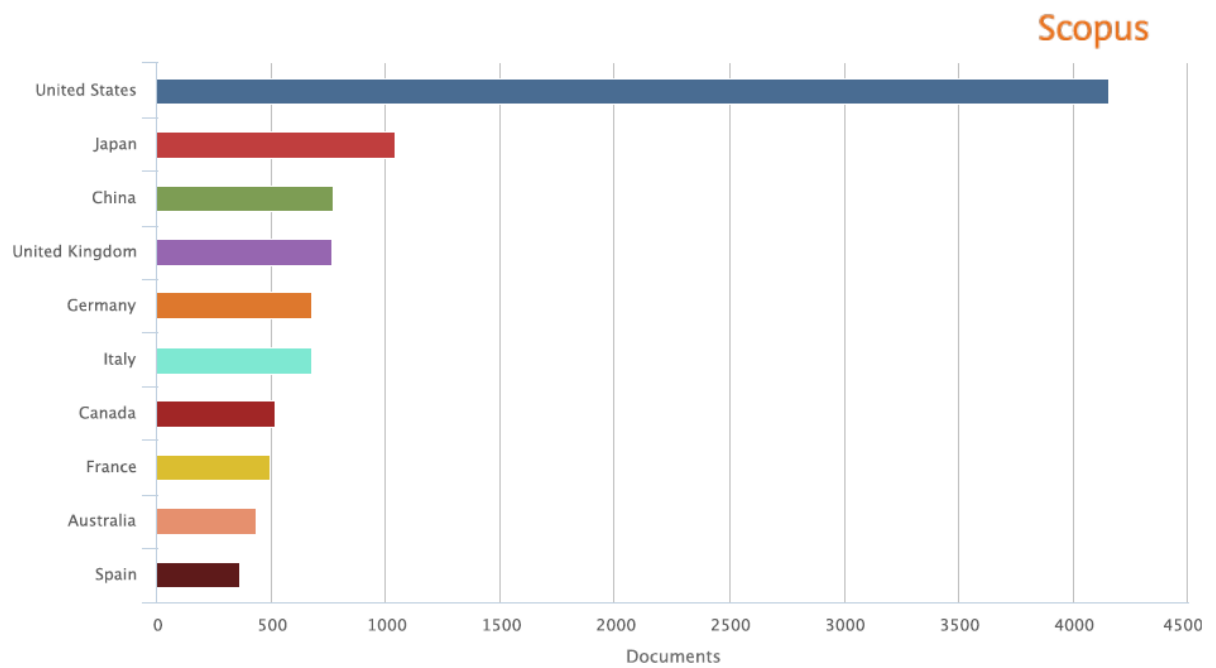
gráfico 01 mostra uma crescente relevância da pesquisa PBL no mundo. O gráfico 02 mostra a divisão das publicações. O gráfico 03 mostra uma incidência de mais de 10% das pesquisas em PBL voltadas para áreas de engenharias e correlatas. Este número mostra a importância do PBL dentro da engenharia, terceira área com maior índice de pesquisas sobre o tema, ficando atrás apenas das áreas médicas e das áreas de ciências sociais e educação.

Gráfico 1: Relevância da pesquisa PBL desde sua criação



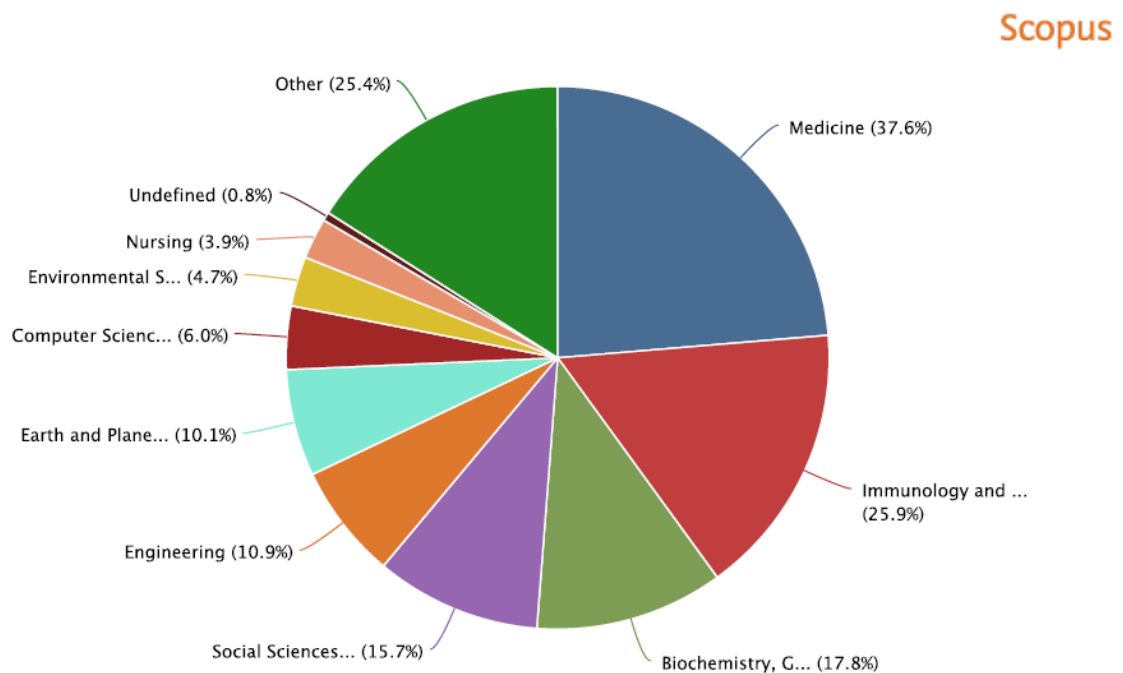
Fonte: SCOPUS, 2016.

Gráfico 2: Divisão da incidência da pesquisa PBL.



Fonte: SCOPUS, 2016.

Gráfico 3: Relevância da pesquisa PBL dividida por áreas do conhecimento.



Fonte: SCOPUS, 2016.

No ano de 2015 houveram mais de 1300 pesquisas relacionadas ao tema PBL em Engenharia, sendo a maior incidência delas ocorrendo nos EUA, país onde o método foi fundado.

3.10 Exemplo de aplicação do PBL no curso de Engenharia Bioquímica.

Um exemplo de aplicação do método PBL no curso de Engenharia Bioquímica são os projetos da matéria “Tópicos Especiais de Engenharia”. Houveram três projetos no segundo semestre de 2015 diretamente relacionados ao curso de engenharia bioquímica, detalhados a seguir. Projeto I: Elaborar um projeto para utilização da água de descarte dos sistemas de purificação dos Laboratórios Microbiológicos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Projeto II: Desenvolver um sistema que possa ser utilizado para registro de informações de produtos de materiais recebidos pelo laboratório de Pesquisa Microbiológica e gerenciamento de Análises Microbiológicas. Projeto III: Criar um sistema que possa ser validado, para gerenciamento de gerações de microrganismos utilizados no laboratório de Pesquisa microbiológica.

Os grupos que trabalharam nestes projetos foram compostos por alunos de diversas áreas de formação da EEL. O objetivo de mesclar alunos de diferentes formações acadêmicas foi a troca de conhecimento entre pares e o enriquecimento das discussões. Todos os grupos possuíam no mínimo um aluno de Engenharia Bioquímica. O trabalho foi realizado de agosto a novembro de 2015 e cada um dos grupos propôs uma solução para seus respectivos projetos ao final da matéria “Tópicos especiais de Engenharia”.

As atividades dos alunos seguiram no formato PBL, dentro da EEL e com visitas na instituição privada. O primeiro passo foi a seleção dos alunos, através de entrevistas e análise de currículo, seguindo alguns critérios determinados no Edital da Disciplina. Os grupos então foram formados com intuito de mesclar as áreas de formação dos alunos e também mesclar suas competências. Um professor convidado ministrou na primeira aula a metodologia PBL e Métodos de Solução de Problemas, necessária para o decorrer do projeto. Os alunos tiveram o primeiro contato com o assunto e fizeram várias perguntas relacionadas a teoria que foi apresentada e também, sobre maneiras de aplicá-la durante a execução dos projetos. Na segunda aula, os tutores começaram o acompanhamento do andamento das reuniões dos grupos e também a análise da situação do relacionamento interpessoal dos alunos. Os grupos responderam

às perguntas, traçaram os principais pontos a serem estudados e também suas maiores dificuldades para a resolução de cada projeto. Na segunda aula foi explicada também a teoria de Gerenciamento de Projetos.

Na terceira aula os alunos foram expostos a técnicas de comunicação e como poderiam utilizar ferramentas visuais para apresentações de projetos com efetividade. Nesta aula foi marcado um ensaio com intuito de preparar os alunos para o dia de apresentações na empresa.

A primeira visita na empresa foi o momento de os alunos conhecerem os projetos e terem uma inserção dentro do mundo corporativo. Neste momento conheceram seus tutores da empresa e tiveram tempo para coletar dados sobre seus projetos. Na segunda visita, os alunos apresentaram o plano de ação desenvolvido, mostrando o que seria feito na etapa de execução do projeto. Para traçar o plano de ação, os alunos se utilizaram das ferramentas que foram ensinadas em sala de aula. Neste mesmo dia, os tutores forneceram ideias e reavaliaram os questionamentos chave de cada grupo. Dessa maneira, foi possível direcionar os grupos para uma melhor execução dos projetos.

Na quarta aula na EEL uma professora convidada falou sobre Trabalho em Equipe e as dificuldades relacionadas a este cenário. Nesta mesma aula os alunos reuniram-se em grupos e fizeram um teste comparativo de opiniões entre os integrantes de cada grupo. Foi possível observar a singularidade de cada um dos envolvidos no projeto e o debate foi direcionado para métodos de bom relacionamento interpessoal. Na última aula os grupos realizaram uma apresentação de seus projetos. Neste momento os tutores puderam fazer os ajustes finais e entregar os últimos questionamentos aos grupos. Por fim, na última visita à empresa, os alunos apresentaram o resultado de seus projetos, utilizando de todas as ferramentas adquiridas no semestre, passando por avaliação de seus tutores.

As entregas dos projetos foram elogiadas pelos tutores e no final de cada apresentação houveram perguntas e orientações para melhora do trabalho executado. Foi nítida a evolução dos alunos ao explicar o tema e os trabalhos foram avaliados de alta qualidade. Os grupos mostraram busca por conhecimento e desenvolvimento autoaprendizagem.

Resultado do Projeto I: Elaborar um projeto para utilização da água de descarte dos sistemas de purificação dos Laboratórios Microbiológicos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Este grupo entregou um projeto de receptação de água com economia mensal de 10 mil litros/mês para a empresa. A implementação do projeto geraria economia de 8 mil reais por ano e a empresa discutiu após a apresentação a viabilidade deste estudo para 2016.

Resultado do Projeto II: Desenvolver um sistema que possa ser utilizado para registro de informações de produtos de materiais recebidos pelo laboratório de Pesquisa Microbiológica e gerenciamento de Análises Microbiológicas. Este grupo desenvolveu uma ferramenta de controle em formato Dash board que possibilitou a redução do tempo de registro e redução de custos com fichas. A análise de dados passou de manual para automática e a ferramenta foi implementada pelo laboratório de microbiologia da companhia

Resultado do Projeto III: Criar um sistema que possa ser validado, para gerenciamento de gerações de microrganismos utilizados no laboratório de Pesquisa microbiológica. Este grupo desenvolveu um software eletrônico para resolver o problema de gerenciamento microbiológico. Esse software era de alta complexidade e para construí-lo os alunos fizeram pesquisas e foram desenvolvendo, em grupo, as linhas de programação. Ao final, a empresa pode discutir a validação desse software para todos seus laboratórios.

4 Metodologia

Para afirmar-se como pesquisa científica, é preciso existir uma problemática, um contexto ao qual a pesquisa se insere, os eventos e as características dos autores e participantes da pesquisa. Para a pesquisa em questão foi feito um estudo de caso com questionário de múltipla escolha (VOSS et.al, 2002). O estudo de caso é uma espécie de histórico do fenômeno, extraído por múltiplas fontes de evidência e suportado por uma revisão bibliográfica. A pesquisa teve o intuito de esgotar o assunto em específico tratado neste trabalho. A pesquisa foi probabilística, onde todos os resultados são considerados de pesos iguais e podem ser aleatoriamente selecionados, sem alterar o resultado final do formulário.

Para conduzir o estudo de caso, foi necessário um planejamento inicial para explorar o problema, suas bases teóricas, a coleta dos dados e a produção dos resultados. Quanto à natureza, foi realizada uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo, uma vez que o PBL ainda é aplicado de maneira pontual dentro do curso de Engenharia Bioquímica da EEL. A essência da pesquisa descritiva está em descobrir uma associação entre a teoria para obter uma visão mais ampla e sistêmica dos projetos e problemas (VOSS et.al, 2002). O referencial literário foi feito a partir de trabalhos que estudam o método PBL e o estudo de caso foi feito em experiências bem-sucedidas do uso de metodologia PBL em Engenharia Bioquímica.

4.1 Delineamento da unidade-caso

A Escola de Engenharia de Lorena está desenvolvendo em parceria com a iniciativa privada a matéria “Tópicos Especiais de Engenharia”. Esta matéria está sendo ministrada como optativa livre e está disponível anualmente para todos os cursos da instituição. Neste caso, trata-se de uma aplicação em disciplina pontual de currículos convencionais (BRIDGES & HALLINGER, 1998).

A iniciativa privada e a EEL firmaram um acordo de parceria, onde a iniciativa privada ficou responsável por oferecer casos reais a serem debatidos pelos alunos e a EEL ficou responsável por oferecer o trabalho e dedicação dos docentes e alunos para resolução destes mesmos casos. Esta parceria visa uma troca de conhecimento mútuo entre ambas as instituições com objetivo final de que os envolvidos possam aprender e ter contato com novas formas de pensamento. De acordo com HADGRAFT & PRPIC (1999), o trabalho feito em parceria

com a EEL e a iniciativa privada pode ser caracterizado como ideal (posição 4, 4, 4, 4, 4, do quadro 1).

Sobre o contrato, ambas as partes se comprometeram a fazer com que a matéria tópicos especiais de engenharia tivesse todo o suporte para transcorrer nos modelos PBL. A responsabilidade da EEL foi selecionar 36 alunos por turma, divididos em grupos de sete ou oito alunos cada, e selecionar um tutor para acompanhar cada grupo durante todo o decorrer do problema. A responsabilidade das empresas foi oferecer casos distintos reais e selecionar um tutor de dentro da companhia para cada caso, sendo estes responsáveis por acompanhar os alunos e os tutores da universidade durante todo o semestre. Sendo assim, fecharam-se cinco grupos, cada qual com um mestre tutor dentro da EEL e um tutor dentro da empresa. Ao final do semestre, os grupos devem apresentar o resultado de seu trabalho juntamente com seus tutores da USP aos tutores das companhias.

A EEL selecionou por meio de entrevistas e currículo os alunos para desenvolver o projeto nos formatos PBL. Esses alunos foram distribuídos em grupos de acordo com suas áreas de formação e capacitação. Dentro das companhias, cada case tinha seu orientador, responsável ou cooperante ativo dentro do cenário do problema base. O intuito da matéria era o estudo de caso do problema e apresentação de uma solução real ao fim do programa.

O programa decorre de agosto a novembro, com visitas mensais às companhias, com datas marcadas para conhecer, analisar, medir, e testar a implementação das propostas dos alunos aos problemas estipulados inicialmente. Os tutores da EEL e os tutores das companhias privadas são responsáveis por orientar a discussão e guiar os caminhos de aprendizagem e tomada de decisões, com baixa influencia no trabalho realizado pelos alunos. O trabalho esperado dos alunos deve ser feito de modo cognitivo e autônomo, analisando o cenário problemático proposto. Ao fim do programa, os grupos apresentaram uma proposta com aplicação real para os seus respectivos problemas bases.

O método de avaliação segue o modelo do PBL (DUCH, 1995; SAMFORD UNIVERSITY, 2016; BARROWS, 2016), onde ao final os alunos devem fazer uma auto avaliação de suas performances e também avaliar seus pares. O grau final da matéria é obtido em conjunto com as avaliações dos alunos juntamente com as avaliações de seus tutores no decorrer de todo o projeto. Ao fim, a proposta apresentada pelos grupos poderia ou não ser aplicada à indústria, de acordo com sua viabilidade.

O estudo de caso foi realizado na disciplina “Tópicos especiais de Engenharia”, nas três turmas já ministradas na EEL, uma no segundo semestre de 2015 e duas no segundo semestre

de 2016. Cada uma das três turmas era composta por oito alunos eram do curso de Engenharia Química, oito alunos eram do curso de Engenharia Química noturno, quatro alunos eram do curso de Engenharia Bioquímica, quatro alunos do curso de Engenharia Física, quatro alunos do curso de Engenharia de Materiais, quatro alunos do curso de Engenharia Ambiental e quatro alunos do curso de Engenharia de Produção. Todos os alunos estavam no penúltimo ou último ano de graduação, um pré-requisito que visou selecionar alunos próximos de entrar no mercado de trabalho.

4.2 Coleta de dados

A etapa de coleta de dados consistiu em determinar os métodos e instrumentos para analisar as práticas de PBL na matéria “Tópicos Especiais de Engenharia”. Buscaram-se fontes de evidências que possuísem interação entre si a fim de sustentar as proposições e hipóteses levantadas ao longo da revisão bibliográfica. Para coleta de dados, aplicou-se um questionário nas três turmas da matéria Tópicos Especiais de Engenharia.

Um questionário fechado, com 14 questões, foi aplicado em dois momentos distintos, na turma já concluída de 2015 e nas turmas em andamento de 2016. As questões visaram abordar I - a opinião dos alunos quanto a metodologia PBL e sua aplicação; II - o grau motivacional de cada aluno e no trabalho como um todo; III – o grau de participação e desenvolvimento das competências individuais; IV- a aceitabilidade da utilização do método PBL; V- a eficácia do trabalho realizado nesta nova abordagem. Os alunos deveriam responder conforme uma escala intervalar de um a seis onde um significava "discordo totalmente" e seis “concordo totalmente”. Este questionário respondido de forma individual, pela plataforma do Google Forms (Apêndice A). Um total de 48 alunos responderam à pesquisa.

Além do questionário, analisaram-se também os projetos desenvolvidos por cada grupo, as páginas produzidas pelas equipes e os resultados dos projetos do ano de 2015. Esta abordagem possibilitou análises posteriores no que se diz ao desenvolvimento de competências transversais dos alunos e a qualidade de suas entregas. Foi possível acompanhar a evolução dos projetos de 2015, avaliar os grupos e acompanhar a continuidade do projeto em 2016.

A análise dos dados estendeu-se ao longo do segundo semestre de 2016. A pesquisa abrangeu desde a introdução da matéria até as apresentações finais de 2015, onde os grupos apresentaram para a indústria a resolução de seus respectivos projetos. Para as duas turmas de

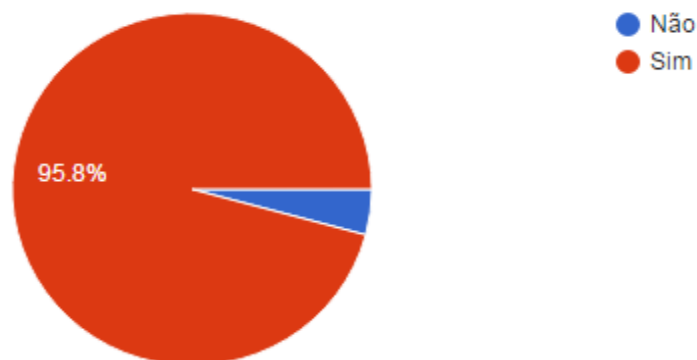
2016 não foi possível acompanhar as apresentações dos projetos, visto que estas estão em andamento e terminam no final de novembro de 2016.

4.3 Resultados

A Aprendizagem Baseada em Projetos é conhecida no ensino por ter um maior impacto no desenvolvimento de competências profissionais entre os graduados das mais diversas áreas (Samford University, 2016). A análise do “Questionário sobre a matéria Tópicos Especiais em Engenharia”, aplicado na turma concluída da matéria de 2015 e na turma em andamento em 2016, permitiu inferir que a maioria dos alunos aceitaram de maneira positiva a aplicação do PBL e a consideraram como um diferencial em suas formações profissionais.

Os alunos responderam se o método de aprendizagem baseado em projetos deve ser mantido e mais difundido dentro da EEL, obtendo-se o resultado abaixo

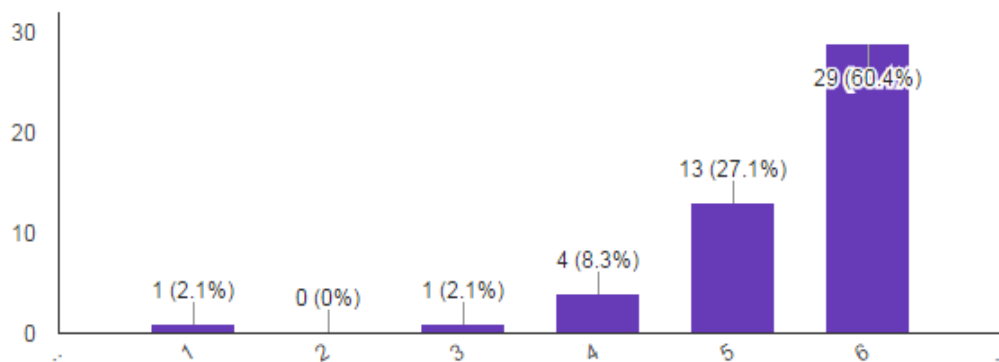
Gráfico 4: Matérias com metodologia PBL devem ser mantidas e difundidas dentro da EEL.



Fonte: O autor, 2016.

Quando perguntados se o método PBL foi importante para a formação profissional dos alunos, 87,5% dos entrevistados deram notas 5 ou 6, numa escala onde 1 representa discordo totalmente e 6 representa concordo totalmente, como mostra-se a seguir:

Gráfico 5: A exposição ao método PBL foi importante para a formação profissional.



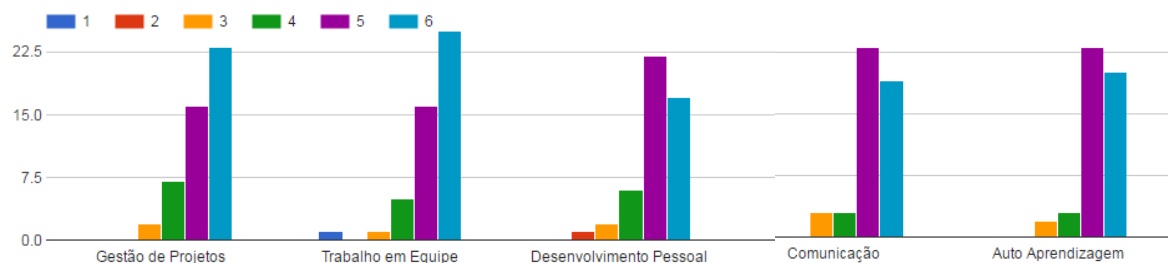
Fonte: O autor, 2016.

É possível notar que os alunos aceitaram o método de forma positiva, acreditando que este deve ser mantido e também ampliado dentro da EEL, assim como consideram a experiência de exposição ao PBL um diferencial para suas formações profissionais.

4.3.1 Habilidades e competências desenvolvidas

No questionário, os alunos foram abordados a respeito das seguintes competências transversais: gestão de projetos, trabalho em equipe, desenvolvimento pessoal, comunicação e autoaprendizagem. Era possível escolher uma nota dentro de uma escala de 1 a 6, onde 1 representava pouco desenvolvimento e 6 representava alto desenvolvimento. O resultado segue abaixo, onde cada coluna representa o número de respostas obtidas para cada nota da escala:

Gráfico 6: Desenvolvimento de habilidades e competências.



Fonte: O autor, 2016.

4.3.1.1 Gestão de Projetos

No quesito gestão de projetos, 81% dos alunos deram nota 5 ou 6 para desenvolvimento desta competência. Os principais fatores relacionados a este resultado são a capacidade de pesquisar, decidir ações e organizar o tempo do projeto. As expectativas eram que os grupos cumprissem os prazos e os objetivos da matéria, soubessem delimitar o campo de abordagem, buscassem soluções estratégicas para resolução dos problemas e que a entrega final tivesse aplicabilidade. As equipes escolheram o campo de ações para resolução do projeto com suporte de seus tutores e apresentaram projetos finais bem definidos e cabíveis ao escopo. As equipes atenderam os prazos finais, cumpriram o objetivo inicial da matéria e propuseram soluções de grande potencialidade.

4.3.1.2 Trabalho em equipe

O relacionamento interpessoal e gestão de conflitos foram pontos necessários para execução dos projetos desenvolvidos em equipes. 81% dos alunos deram nota 5 ou 6 e consideram ter desenvolvido a competência trabalho em equipe com a abordagem PBL. Além disso, foi possível inferir que, em grupo e individualmente, os alunos puderam desenvolver a capacidade de tomada de decisões, uma vez que passaram a ser os principais executores do projeto. Para a entrega final, os alunos desenvolveram maior flexibilidade para a resolução de conflitos dentro da própria equipe. 87,4% dos alunos afirmaram no questionário que desenvolveram capacidade gerar de conflitos, característica fundamental para o bom trabalho do grupo.

4.3.1.3 Desenvolvimento Pessoal

A competência Desenvolvimento Pessoal pode estar ligada a diversas características como criatividade, aprendizagem autônoma, auto avaliação e capacidade de adaptação. A partir dos projetos entregues e do questionário sobre o método PBL, foi possível concluir como a aprendizagem e auto avaliação interferiram no desenvolvimento dos valores pessoais e competências individuais. 79,2% dos alunos deram nota 5 ou 6 para o desenvolvimento pessoal. 85,4% dos alunos acreditam que este tipo de trabalho desenvolveu criatividade e senso de auto avaliação e avaliação de pares. No fim do projeto os alunos tiveram de fazer uma auto avaliação e avaliação de seus colegas, tendo de mostraram maturidade ao opinarem quanto ao trabalho de um colega de grupo e ao próprio trabalho. Os alunos puderam então aprimorar o senso crítico para si mesmos e trabalhar o poder de aceitação de opiniões divergentes, com intuito de se desenvolverem profissionalmente.

4.3.1.4 Comunicação

A capacidade de comunicação oral e escrita foram diretamente utilizadas na matéria Tópicos especiais de Engenharia. Durante a execução do projeto, em distintos momentos do curso, os grupos tiveram que fazer apresentações e entregarem relatórios sobre o andamento do projeto. Para isso, receberam uma aula de técnicas de comunicação e utilização de ferramentas de apresentação. O objetivo era fazer com que desenvolvessem a capacidade de escrita e a comunicação oral. Entre as pre apresentações e a apresentação final, e foi possível constatar uma evolução considerável quanto à presença e postura dos alunos, aprimorando a capacidade de falar em público. A análise do questionário revelou que 83,3% dos alunos consideraram ter desenvolvido suas habilidades de comunicação. Todas as apresentações finais foram elogiadas e consideradas de alto nível, tanto pelos tutores da EEL quanto pelos tutores da iniciativa privada.

4.3.1.5 Criatividade e Autoaprendizagem

Dentro das respostas obtidas, 79,1% afirmaram que a matéria Tópicos especiais de Engenharia estimulou a autoaprendizagem. No mesmo questionário, 83,3% dos alunos afirmaram que esta abordagem estimulou a criatividade na busca de resultados. Quando os projetos foram entregues, os envolvidos não sabiam quais ferramentas utilizarem ou qual seria a entrega final. Dentro deste cenário aberto, a busca de conhecimentos partiu diretamente dos alunos e o aprendizado ocorreu individualmente e coletivamente com o decorrer do semestre. Não havia conteúdos previamente estipulados para a entrega final do projeto e cada um dos grupos teve que aprender tópicos de maneira autônoma conforme a demanda. A criatividade e autoaprendizagem foram fundamentais para que os grupos entregassem projetos bons e viáveis e este cenário aberto será encontrado muitas outras vezes na vida profissional dos estudantes.

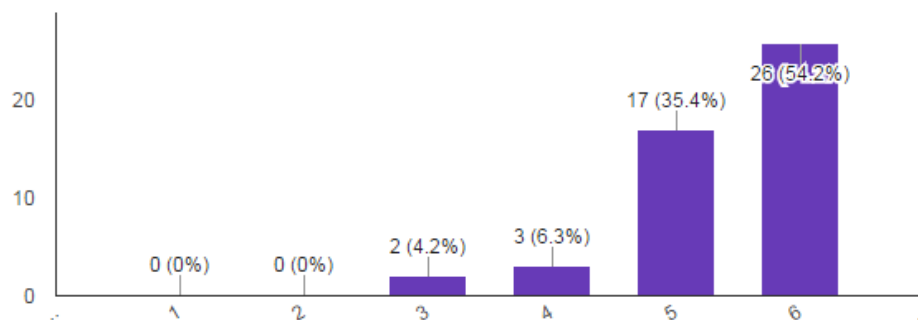
4.3.2 Ganhos para o futuro Profissional

Quando questionados se a abordagem PBL propiciou novos conhecimentos sobre o mercado de trabalho, 89,6% dos alunos concordaram com esta afirmação. Quando questionados se obtiveram aprofundamento de conhecimentos já existentes, 77,1% responderam de forma positiva. Esta mesma porcentagem de alunos respondeu que a exposição ao PBL trouxe novos aprendizados e conhecimentos. 69,8% dos entrevistados acreditam que os conhecimentos adquiridos neste formato de ensino podem ser considerados de longo prazo. Para 89,6% dos alu-

nos, a matéria “Tópicos especiais de Engenharia” os aproximou do mercado de trabalho. 83,3% dos alunos acreditam que o método foi fundamental para reconhecer e auto avaliar as próprias características fortes e os pontos que devem melhorar para atingirem o sucesso profissional.

Abaixo pode-se observar o resultado da pergunta: Este tipo de abordagem aproxima o aluno do mercado de trabalho? As respostas variavam em escala de 1 a 6 onde 1 representava discordo totalmente e 6 representava concordo totalmente. Para este estudo só foram considerados afirmativas as respostas do nível 5 ou 6.

Gráfico 7: O método PBL pode aproximar o aluno do mercado de trabalho.



Fonte: O autor, 2016.

Estes dados obtidos com o questionário mostram que os alunos se sentem mais próximos e preparados para entrarem no mercado de trabalho. A maior parte dos entrevistados também acredita ter desenvolvido novos conhecimentos, considerados de longo prazo. Os projetos reais levaram os alunos diretamente para o cenário profissional, onde puderam aprender mais e ter contato direto com o mundo corporativo. Os métodos de auto avaliação ajudaram os alunos a aumentar o senso crítico e o poder de avaliarem seus pontos fortes e fracos. É possível observar pela pesquisa e pelo resultado final dos projetos que os alunos se aproximaram das práticas do mercado de trabalho, com habilidades e competências transversais reforçadas, poder de gerenciamento de projetos e estão mais preparados para os futuros projetos da vida profissional. Os projetos entregues mostraram dedicação e comprometimento dos alunos e tutores e 77,2% dos alunos julgaram a abordagem destes projetos multidisciplinares.

Independentemente da área de atuação dos futuros profissionais, as problemáticas encontradas muitas vezes serão multidisciplinares, sem respostas conhecidas, exigindo criatividade e trabalho em equipe para entregas satisfatórias. O contato com a metodologia PBL dentro da

formação acadêmica aproxima o aluno do seu futuro profissional, seja ele acadêmico ou corporativo.

Atualmente, os alunos de Engenharia Bioquímica da EEL possuem a possibilidade de ter contato com a metodologia PBL apenas na matéria “Tópicos especiais de Engenharia”. São destinadas quatro vagas nesta matéria para os alunos de Engenharia Bioquímica. Isto representa 10% da quantidade de ingressantes anuais. Seria válido mais estudos sobre novas práticas educacionais e também estudos sobre a viabilidade de implementação de mais matérias no formato PBL dentro do departamento de Engenharia Bioquímica.

5 Considerações finais

O desenvolvimento de competências e habilidades comportamentais são responsáveis por diferenciar os bons profissionais no atual mercado de trabalho competitivo. Baseando-se neste novo cenário, o ensino da engenharia tem sido alterado gradativamente afim de englobar o desenvolvimento das competências e habilidades comportamentais a partir de metodologias ativas de aprendizagem. Os exemplos de casos bem-sucedidos de aplicação de novas metodologias ganham cada vez mais espaço na educação da engenharia.

Este estudo de caso teve objetivo de mostrar iniciativas de sucesso aplicadas no curso de Engenharia Bioquímica da EEL, utilizando o PBL como ferramenta de desenvolver habilidades e competências comportamentais nos alunos da graduação. Os alunos que tiveram contato com o método PBL puderam desenvolver pontos como: relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, habilidades de comunicação e gestão de problemas, além de ganhos para o futuro profissional e aproximação ao mercado de trabalho. Os casos específicos com temas abordando Engenharia Bioquímica mostraram resultados favoráveis em suas entregas, mostrando que o método PBL é aplicável a todas as áreas do conhecimento. Uma das limitações do estudo ocorreu devido ao fato que o PBL é aplicado de maneira pontual, onde é difícil mensurar quantitativamente o desenvolvimento das competências no decorrer de toda a graduação. Outra limitação ocorre devido ao fato que as análises qualitativas sobre métodos de educação possuem subjetividade, portanto podem ser interpretadas de maneira diferente em outras pesquisas.

Mesmo com as limitações encontradas neste estudo, é possível afirmar o método PBL como alternativa válida a ser aplicada no ensino da Engenharia Bioquímica. Ele se mostrou eficaz no desenvolvimento de competências e habilidades que não são pautadas nos métodos convencionais. As ações já empregadas dentro da EEL, mesmo que pontuais, obtiveram avaliações positivas por parte dos alunos e dos docentes. Para os alunos expostos ao PBL, 86% deles acreditam que o método foi um diferencial na sua formação e 96% acreditam matérias no formato PBL devem ser mais disseminadas dentro da EEL. Para um cenário futuro é sugerido uma grade com mais disciplinas em formato PBL, que englobem todos os alunos de graduação de Engenharia Bioquímica da EEL. Também é importante planejar ferramentas que avaliem e melhorem continuamente a implementação de métodos ativos de ensino. A melhoria no ensino deve ser feita de forma contínua e os casos de sucesso devem ser replicados para que cada vez mais alunos sejam expostos a estes novos métodos educacionais.

Referências bibliográficas

ALLEN, D. E.; DUCH, J. B.; GROH, S. E. The power of problem-based learning in teaching introductory science courses. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996, p. 43-52.

BARRETT, T. Princípios filosóficos da PBL . Newcastle: PROBLARC, 2001, p. 9-18.

BARROWS, H. S. Problem-based learning (PBL). Southern Illinois University PBL Site. Disponível em: <<http://www.pbli.org/pbl>>. Acesso em: 16 de maio 2016.

BOUD, D.; FELETTI, G. The challenge of problem-based learning. Londres: Kogan Page, 1999.

BRIDGES, E. M.; HALLINGER, P. Problem-based learning in medical and managerial education. Skylight, 1998, 3-19.

CAVALCANTE, J. F. Educação superior: conceitos, definições e classificações. Brasília: MEC/INEP, 2000.

DEMO, P. Profissional do futuro. Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 29-50.

DOCHY, F.; SEGERS, M.; VAN DEN BOSSCHE, P.; GIJBELS, D. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. Learning and Instruction, v. 3, p. 533-568, 2003.

DREEBEN, R. The school as a workplace. In: TRAVERS. R. M. (ed.). Second handbook of research on teaching. Chicago: Rand MacNally, 1973, p. 450-473.

FELDER, R. M. American engineering education: current issues and future directions. International Journal of Engineering Education, v. 9, n. 4, p. 266-269, 1993.

HADGRAFT, R.; PRPIC, J. (1999). The key dimensions of problem-based learning. In: ANNUAL

MEC/INEP, 2016 <www.mec.gov.br>. Acesso em: 20 de maio 2016

MORGAN, R. P.; PROCTOR, P. R.; WULF, W. A. The changing nature of engineering. ASEE Prism. Disponível em: <<http://www.asee.org/pubs3/html/changing.htm>>. Acesso em: 23 de maio de 2016.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo: Cortez/UNESCO, 2001.

POWELL, P. Project based learning: Educação em Grupos. 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. Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 207-230.

SAMFORD UNIVERSITY. What is problem-based learning? Center for Problem-Based Learning Research and Communications Web Site. Disponível em: <<http://www.samford.edu/pbl/what.html>>. Acesso em: 24 de maio 2016.

SALUM, M. J. G. (1999). Os currículos de engenharia no Brasil – estágio atual e tendências. Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 107-117.

SAVERY J. R.; DUFFY, T. M. Problem-based learning: Seu modelo institucional adequado. Skylight, 1998, p. 72-92.

SCHMIDT, H. G. As bases cognitivas da aprendizagem baseada em problemas. Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001, p. 80-108.

SCHÖN, D. A. Educating the reflective practitioner. San Francisco: Jossey-Bass, 1991.

SCOPUS. Database Literature. Disponível em:

<https://www.scopus.com/term/analyzer.uri?sid=B1CCBDCAFC1AF4367F0D2A1C34CC9859.iqs8TDG0Wy6BURhzD3nFA%3a100&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28pbl%29+AND+PUBYEAR+%3C+2016&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=18&count=13239&analyzeResults=Analyze+results&txGid=0>. Acesso em 13 de junho de 2016.

VASILCA, G. Engineers for a new age: how should we train them? International Journal of Engineering Education, v. 10, n. 5, p. 394-400, 2014.

VOSS, C.; Tsiriktsis, N. & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22, 2, pp.195 – 219.

WOODS, D. R. Problem-based learning, especially in the context of large classes. Disponível em: <<http://chemeng.macmaster.ca/pbl/pbl.htm>>. Acesso em: 30 de maio de 2016.

Apêndice A

Questionário sobre a matéria Projetos Especiais em Engenharia

Este questionário visa avaliar a disciplina Projetos Especiais em Engenharia do segundo semestre de 2015 e do segundo semestre de 2016. O objetivo é avaliar a metodologia empregada na matéria - Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) - e fazer um comparativo com as metodologias tradicionais de ensino.

Por favor, enviar sua resposta até o dia 31 de outubro. Muito obrigado pela participação.

* Required

1 - A abordagem proporcionou novos conhecimentos sobre a indústria e mercado de trabalho? *

Discordo totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo totalmente

2 - A metodologia PBL proporciona maior aprofundamento de conteúdo comparado aos métodos convencionais de ensino? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

3 - Na matéria Tópicos Especiais para Engenharia, quais foram as competências desenvolvidas? *

1 = Pouco desenvolvimento 6 = Grande desenvolvimento

	1	2	3	4	5	6
Gestão de Projetos						
Trabalho em Equipe						
Desenvolvimento Pessoal						
Comunicação						
Auto Aprendizagem						

4 - Qual foi o nível de aprendizagem de novos conhecimentos? *

Baixo 1 2 3 4 5 6 Alto

5 - Os tópicos abordados para resolução dos projetos podem ser considerados: *

Unidisciplinares 1 2 3 4 5 6 Multidisciplinares

6 - Os conhecimentos adquiridos no projeto podem ser considerados: *

Conhecimentos de curto prazo 1 2 3 4 5 6 Conhecimentos de longo prazo

7 - O tipo de abordagem aproxima os alunos ao mercado de trabalho? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

8 - A abordagem utilizada na Aprendizagem baseada em projetos: *

1 = Discordo Totalmente 6 = Concordo Totalmente

1 2 3 4 5 6

Auxilia a análise de problemas sob diferentes pontos de vista

Auxilia a tomada de decisões baseadas em fontes incompletas

Desenvolve habilidade de resolução de problemas práticos

Inserir os alunos nas operações de negócios

Desenvolve a criatividade

Aumenta a confiança na resolução de futuros projetos

Desenvolve atitudes administrativas relacionadas ao mercado de trabalho

Desenvolve senso de auto avaliação e avaliação de pares

Aumenta a comunicação entre os alunos e os docentes

Auxilia a prática de compartilhar novos conhecimentos adquiridos com os outros alunos

Requer maior participação trabalhando junto com o grupo

A característica contextualizada do problema motiva a busca de resultados

9 - A característica do projeto trabalhado em grupo desenvolve a resolução de conflitos? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

10 - A aprendizagem baseada em projetos auxilia no reconhecimento de características fortes e características a serem desenvolvidas para o futuro profissional? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

11 - Esta matéria ajudou a contextualizar a teoria vivida em sala de aula com a prática profissional? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

12 - Este tipo de abordagem estimula a criatividade e auto aprendizagem dos alunos? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

13 - Você acredita que a disciplina Projetos Especiais para Engenharia foi importante para a sua formação profissional? *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo Totalmente

14 - Na sua opinião, a EEL deve manter e ampliar estes tipos de abordagens de ensino utilizando o método de Aprendizagem Baseada em Projetos? *

Não Sim