

CAPÍTULO VI

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE UMA DISCIPLINA DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Roberto Portes Ribeiro, Universidade Federal de Santa Maria,
robertor@ufsm.br

Adriana Backx Noronha Viana, Universidade de São Paulo,
backx@usp.br

Tema: Aplicação de metodologias ativas e práticas inovadoras

Resumo

As dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem de disciplinas ligadas aos cursos de graduação em Engenharia de Produção sugerem a busca por iniciativas capazes de proporcionar um ambiente de aprendizagem que integre teoria e prática. Este relato tem por objetivo descrever a aplicação dos princípios e procedimentos da aprendizagem baseada em problemas (PBL – *Problem-Based Learning*) no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção no curso de graduação em Engenharia de Produção de uma Universidade Federal. O método de pesquisa classificado em estudo de caso com abordagem qualitativa envolveu a análise descritiva da aplicação do PBL por um docente em 3 turmas, abrangendo o total de 102 estudantes. Considerando a estruturação do PBL em uma descrição das etapas de implementação do mesmo em sala de aula, foi vislumbrada uma possibilidade de adoção do PBL em disciplinas ligadas aos cursos de graduação em Engenharia de Produção, de modo a privilegiar a construção da autonomia do estudante. O principal resultado alcançado foi a redução do índice de reprovações e desistências da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção de 19% nas aulas expositivas tradicionais para aproximadamente 8% no PBL. Este relato reforça o entendimento de que o PBL pode ser aplicado em uma disciplina do curso de Engenharia de Produção, contribuindo para

ênfatizar a necessidade de mudança na educação, vislumbrando a oportunidade de ampliação da utilização do PBL na área de Engenharia de Produção e o desafio de desenvolver uma cultura em relação à aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Ensino de Engenharia de Produção; Fundamentos dos Materiais de Construção; Estruturação do PBL.

1. Introdução

O contexto de ensino-aprendizagem em Engenharia de Produção revela-se preocupante, pois aponta tendências de favorecimento do ensino calcado na exposição do professor em detrimento da aprendizagem dos estudantes, gerando dificuldades de formação profissional em Engenharia de Produção com escassez de prática e excesso de teoria. Reflexões acerca da qualidade de ensino no Brasil apontam no sentido de fortalecimento dos processos de ensino e aprendizagem que viabilizem uma educação mais crítica e com uma perspectiva emancipatória. Lima e Silva (2013) reforçaram a necessidade de discutir as perspectivas teóricas que subsidiam o planejamento das ações dos cursos de graduação, bem como, conduzir o processo de ensino-aprendizagem no sentido de propiciar o desenvolvimento de um pensamento crítico, sistêmico, significativo, reflexivo e criativo dos estudantes, o qual mostra-se fundamental para a formação profissional.

Dada a necessidade de incorporar novos conhecimentos, habilidades e atitudes aos profissionais que atualmente são demandados pelo mercado, novos métodos de ensino-aprendizagem como, por exemplo, o PBL (*Problem-Based Learning*) poderiam ser utilizados para contribuir na formação profissional. A iniciativa de Ribeiro (2008), ao aplicar o PBL em uma disciplina da área da Administração no curso de Engenharia de Produção, serve de inspiração para utilização deste método em cursos de Engenharia, mais especificamente no curso de Engenharia de Produção.

Strobel e Barneveld (2009) realizaram uma comparação do PBL com as aulas ministradas no método de ensino convencional, o PBL tem sido utilizado por mais de 40 anos, embora extensamente pesquisado principalmente na

Medicina, há um debate sobre a eficácia do método. Várias análises foram conduzidas para fornecer uma síntese dos efeitos do PBL em comparação com as formas tradicionais de ensino. Os autores indicaram que o PBL foi superior quando se tratava de retenção de conhecimentos a longo prazo, desenvolvimento de habilidades e satisfação de estudantes e professores, enquanto o método de ensino tradicional foi mais eficiente para retenção de conhecimentos de curto prazo.

Pádua Júnior et al. (2014) avaliaram os aspectos positivos e negativos de uma possível adoção do PBL em cursos de graduação e indicaram que o uso do PBL é percebido com desconfiança por parte dos estudantes, ao passo que os professores acreditam que este método seja um instrumento que auxilia na transformação do estudante, mas não se mobilizam em torno de ações que viabilizem a implementação do PBL. As inovações no ensino passam pela maior autonomia do estudante e por projetos multidisciplinares, os quais possibilitam uma visão mais geral, não se restringindo à uma disciplina.

As dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem de disciplinas ligadas aos cursos de graduação em Engenharia de Produção sugerem a busca por iniciativas capazes de proporcionar um ambiente de aprendizagem que integre teoria e prática. Este relato tem por objetivo descrever a aplicação dos princípios e procedimentos do PBL no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção no curso de graduação em Engenharia de Produção de uma Universidade Federal, analisando as habilidades necessárias aos estudantes e professores para funcionamento do processo; o uso de problemas para contribuição à aprendizagem; os procedimentos relativos ao trabalho em grupo; e, o processo de avaliação.

Este item apresentou os aspectos introdutórios ao desenvolvimento deste relato, o item 2 contém a descrição do problema enfrentado, no item 3 é apresentado o detalhamento da solução desenvolvida. O item 4 apresenta os principais resultados obtidos, por fim, o item 5 apresenta as principais lições encontradas e considerações finais sobre a experiência vivenciada em sala de aula.

2. Descrição do problema

O problema envolve dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção do curso de graduação em Engenharia de Produção de uma Universidade Federal. A disciplina era ministrada de modo tradicional, por meio de aulas expositivas com resolução de exercícios, em que os estudantes apresentavam dificuldades motivacionais e de aprendizagem, evidenciadas nos resultados das avaliações, o que culminava em um índice de reprovações e desistências que alcançava aproximadamente 19%.

A referida disciplina foi ministrada por um docente pertencente ao departamento de Engenharia de Produção de uma instituição pública brasileira de ensino superior em 3 turmas do 2º semestre do curso, no período diurno. A carga horária da disciplina correspondia a 60 horas/aula, sendo assim, ocorriam 30 aulas com duração de 2 horas/aula cada. O número de estudantes matriculados na turma 1 correspondia a 38, na turma 2 eram 24 estudantes matriculados e na turma 3 o número de estudantes matriculados correspondia a 100% das vagas, ou seja, eram 40 estudantes. O número total de estudantes matriculados nas 3 turmas perfaz um total de 102.

3. Solução desenvolvida

A solução desenvolvida na tentativa de tratar o problema foi a aplicação do PBL no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção. A estruturação do processo de utilização do PBL foi elaborada a partir da sistematização dos conceitos e procedimentos pesquisados por Ribeiro e Viana (2018), onde foram desenvolvidas etapas sucessivas e interdependentes de reflexões acerca dos elementos básicos norteadores do método.

O Quadro 1 apresenta a estruturação de 30 aulas em 9 partes, sendo a primeira aula de apresentação do plano de ensino da disciplina por meio de exposição, os 7 módulos referentes às 7 unidades do conteúdo programático

da disciplina correspondendo aos 7 ciclos de aplicação do PBL, e a última aula que representou o encerramento da disciplina com uma avaliação final.

Quadro 1 - Estruturação das aulas da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção

Aulas	Descrição	Procedimento
1	Apresentação do plano de ensino da disciplina	Aula expositiva
2 a 5	Módulo 1 – Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais	1º ciclo de aplicação do PBL
6 a 9	Módulo 2 – Revisão de Estrutura e Ligação Atômica	2º ciclo de aplicação do PBL
10 a 13	Módulo 3 – Estruturas Cristalinas e Geometria dos Cristais	3º ciclo de aplicação do PBL
14 a 17	Módulo 4 – Solidificação, Defeitos Cristalinos e Difusão	4º ciclo de aplicação do PBL
18 a 21	Módulo 5 – Propriedades Mecânicas dos Metais	5º ciclo de aplicação do PBL
22 a 25	Módulo 6 – Diagrama de Fases	6º ciclo de aplicação do PBL
26 a 29	Módulo 7 – Ligas Metálicas de Engenharia	7º ciclo de aplicação do PBL
30	Encerramento da disciplina	Avaliação final

Fonte: Autores (2023)

O detalhamento das etapas de aplicação do PBL seguiu a configuração utilizada por Hmelo-Silver (2004) e Ribeiro (2008) que apresentaram o ciclo de trabalho com um problema no PBL. De acordo com os autores, o processo PBL consiste em uma sequência de ciclos de trabalho com problemas. Cada módulo inicia com a apresentação de um problema, o qual é analisado e definido pelos estudantes em grupos. Em um segundo momento, os estudantes discutem livremente e levantam hipóteses a respeito das causas do problema. Depois os estudantes avaliam as hipóteses e tentam encontrar a solução. Dado o insucesso na solução do problema com os conhecimentos prévios, os estudantes levantam os pontos de aprendizagem necessários para solucioná-lo. Na etapa seguinte, os estudantes planejam o trabalho do grupo. Desse modo, os estudantes buscam os conceitos de forma autônoma, de acordo com seu plano de trabalho coletivo. Os estudantes compartilham informações no grupo e aplicam os conhecimentos na resolução do problema, produzindo soluções, apresentadas para o professor e outros grupos. Por fim, ocorre o processo de avaliação, onde os estudantes avaliam o processo, seu produto, o

trabalho em grupo, seu próprio desempenho e dos demais integrantes do grupo.

O Quadro 2 apresenta a estruturação dos procedimentos de aplicação dos ciclos do PBL dimensionados para cada um dos 7 módulos compostos por 4 aulas.

Quadro 2 - Estruturação dos ciclos de aplicação do PBL

Aula	Etapa	Procedimento
1 ^a	Planejamento	Proposição dos problemas
		Formulação do relatório parcial
2 ^a	Produção	Compartilhamento de informações no grupo
		Aplicação dos conhecimentos no problema
3 ^a	Apresentação	Entrega do relatório final
		Apresentação e debate das soluções do grupo
4 ^a	Avaliação	Avaliação das atividades, autoavaliação e avaliação dos pares
		Teste de conhecimentos

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2008)

Os instrumentos de operacionalização do PBL utilizados, ou seja, roteiros de relatórios, roteiros de apresentação e formulários de avaliações embasaram-se nos instrumentos utilizados por Escrivão Filho (2014) na disciplina de Administração e Empreendedorismo do curso de graduação em Engenharia Civil da USP.

Inicialmente, foram formados 8 grupos em cada uma das 3 turmas analisadas. Portanto, o tamanho dos grupos dependia do número de estudantes inscritos na disciplina. Os membros dos grupos, além de participarem ativamente no trabalho coletivo, contribuindo para a discussão, buscando recursos, pesquisando, propondo soluções para o problema apresentado etc., assumiriam, alternadamente, os seguintes papéis e responsabilidades:

- Líder: administra o funcionamento do grupo, garantindo a participação de todos, resolvendo conflitos e gerenciando o tempo.

- Redator: toma nota dos tópicos discutidos em grupo, das estratégias, questões de aprendizagem e outros dados; redige os relatórios parcial e final.

- Porta-voz: faz colocações durante os momentos de discussão em sala de aula e apresenta os resultados do trabalho do grupo.

- Demais participantes: contribuem para os processos anteriores.

Os grupos deveriam entregar um relatório parcial sobre o andamento das discussões ao final da primeira aula em que o problema é proposto e um relatório final no início da aula de apresentação e discussão das soluções encontradas para o problema. O relatório parcial contém causas, fatos, problemas, questões de pesquisa e cronograma. O relatório final contém problema formulado, síntese dos conceitos pesquisados, possíveis soluções e referências bibliográficas.

A apresentação era realizada pelos porta-vozes dos grupos com duração prevista de 15 minutos. A apresentação era avaliada pelos grupos. A banca de avaliação era constituída pelos porta-vozes dos grupos após as apresentações com a finalidade de debater os diagnósticos, as formulações do problema e as soluções. O debate foi avaliado pelos grupos. A avaliação de desempenho foi realizada por todos os membros do grupo após a realização das bancas e fechamento do tema pelo professor.

O processo de avaliação foi realizado de forma contínua e diversificada, de responsabilidade do professor e dos estudantes, de caráter individual e coletivo. O professor avaliou uma prova final, 7 testes de conhecimentos, 7 relatórios parciais e 7 relatórios finais, com peso total de 70%, o que permitiu ao professor compartilhar 30% da avaliação com os estudantes nas apresentações e debates de caráter coletivo e avaliações de desempenho individual.

A bibliografia da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção foi reformulada e ampliada de modo a facilitar a implementação do PBL e possibilitar que os estudantes obtivessem fontes variadas que atendessem aos conteúdos a serem desenvolvidos nos 7 módulos. No entanto, os estudantes não receberam a informação que relacionava o conteúdo do módulo do PBL com os livros.

A aplicação do PBL na disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção apoiou-se no uso da ferramenta Moodle. As atividades foram organizadas por aulas, permitindo aos estudantes interagir de modo organizado no ambiente da disciplina que envolveu diversos itens e atividades: fórum de notícias; controle de presenças; canal de contato direto com o professor para sanar eventuais dúvidas; programa da disciplina; apresentações; vídeos; artigos; questionários; avaliações; material de aula; roteiros de relatórios; postagem de relatórios; postagem de planilhas etc.

A participação de 8 grupos em cada módulo gerou a necessidade de formulação de 4 problemas para cada módulo. Os 4 problemas apresentaram situações parecidas em contextos diferentes e cada um dos problemas enfatizou um tipo específico de material de construção. Na primeira aula do módulo, correspondente a etapa de planejamento, estes problemas foram atribuídos pelo professor aleatoriamente aos grupos.

A partir da proposição dos problemas, os estudantes iniciaram o levantamento de hipóteses, as tentativas iniciais de solução dos problemas, o levantamento dos pontos de aprendizagem, o planejamento dos trabalhos dos grupos e a elaboração dos relatórios parciais, a partir de um roteiro de elaboração para o relatório parcial adaptado de Escrivão Filho (2014), que englobava 4 tópicos a serem relatados: a formulação do problema, os conceitos a pesquisar, o cronograma e a definição dos papéis no grupo.

Os estudantes buscaram conceitos além do que era esperado para a disciplina, pois os problemas estavam relacionados com outros temas do curso de Engenharia de Produção e os estudantes perceberam esta relação e foram pesquisar conceitos relacionados aos processos de fabricação, gestão da produção, qualidade, confiabilidade, custos, gestão de estoques etc.

Aproximadamente um terço dos estudantes apresentaram dificuldades em encontrar os dados relevantes do problema e em como estruturar a busca de uma solução razoável. Estes grupos se sentiram desconfortáveis com o método PBL. Por outro lado, cerca de um terço dos estudantes instantaneamente montaram uma estratégia e partiram para a tentativa de solucionar o problema, percebeu-se que estes estudantes estavam ativamente

envolvidos, discutindo o que deveria ser executado nos grupos. O terço restante dos estudantes estava pensando em várias hipóteses de forma comprometida discutindo nos grupos.

De modo geral, o novo método gerou várias dúvidas na maioria dos estudantes, o professor também estava se ambientando com o PBL e respondeu várias destas dúvidas com novas perguntas no sentido de estimular o raciocínio dos estudantes. Observou-se que o professor estava motivado para trabalhar com o novo método, apesar de perceber uma sobrecarga de trabalho fora da sala de aula.

No final da primeira aula do módulo, os redatores de cada grupo postaram os respectivos relatórios parciais no ambiente virtual da disciplina.

Na segunda aula do módulo, correspondente a etapa de produção, ocorreu o compartilhamento de informações no grupo, a aplicação dos conhecimentos no problema e a elaboração do relatório final e da apresentação referentes ao problema do módulo.

Durante a segunda aula, muitos estudantes dirimiram suas dúvidas principalmente em relação à elaboração do relatório final e da apresentação, e quanto à data de postagem das tarefas que deveriam ser postados até o início da próxima aula. O motivo da postagem do relatório final e da apresentação no início da aula de apresentação e debate foi permitir maior tempo para os estudantes discutirem as soluções propostas e elaborarem os referidos materiais fora do ambiente de sala de aula.

A elaboração do relatório final se deu a partir de um roteiro de elaboração para o relatório final adaptado de Escrivão Filho (2014), que englobava 5 tópicos a serem relatados: as alterações em relação ao relatório parcial, o problema formulado, os conceitos teóricos pesquisados, a solução proposta e as referências bibliográficas.

A elaboração da apresentação oral deveria seguir um roteiro de elaboração para apresentação oral adaptado de Escrivão Filho (2014), que envolvia 6 tópicos a serem apresentados: os dados de identificação, a situação problema, o problema, os conceitos pesquisados, a solução proposta e as referências bibliográficas.

Durante a aula da etapa de produção, a maioria dos estudantes se mostraram comprometidos, sendo que vários levaram para a sala de aula livros indicados na bibliografia, outros relataram que foram buscar conhecimentos individualmente durante a semana. Alguns estudantes relataram que passaram muito tempo pensando em como resolver o problema e estavam motivados com o novo método, justamente porque deveriam pensar em como se resolve um problema na prática e ainda não conheciam o método de resolução. A maioria dos estudantes estavam discutindo nos grupos, compenetrados tentando resolver os problemas do módulo.

Por outro lado, cerca de 20% dos estudantes não sabiam por onde começar a resolver o problema, alegando que não tiveram tempo para realizar pesquisas sobre o assunto durante a semana. Aproximadamente 10% dos estudantes demonstraram insatisfação por não ter uma explicação prévia do professor sobre o assunto tratado no problema. Outros 10% dos estudantes demonstravam insegurança em não saber a resposta certa do problema e em ter que ir buscar conhecimento de forma autônoma.

Na aula de produção, observou-se que o professor não estava ambientado com o novo método, respondendo algumas questões de maneira direta, como se ainda fosse uma aula expositiva. Também se percebeu que a explicação personalizada em cada grupo se tornou mais cansativa do que a explicação geral para toda a turma.

A terceira aula do módulo, correspondente a etapa de apresentação, iniciou com o sorteio da ordem de apresentação dos grupos. Foram sorteados 4 grupos para realizar a apresentação oral referente aos 4 problemas do módulo.

Cada apresentação deveria ser realizada em 15 minutos. Alguns grupos colocaram muitos dados na apresentação e extrapolaram o tempo de apresentação, outros grupos realizaram uma apresentação mais enxuta, levando menos tempo. Alguns estudantes realizaram a apresentação assumindo com fidedignidade o papel de consultor que o problema propunha, outros estudantes não apresentaram tanto comprometimento, produzindo apresentações abaixo do esperado. De modo geral, as apresentações foram realizadas de acordo com o roteiro e os porta vozes dos grupos apresentaram

o conteúdo através de uma sequência coerente, demonstrando razoável conhecimento sobre o tópico, explicando e elaborando as informações dadas, utilizando recursos que reforçaram o entendimento da apresentação, geralmente com poucos erros de linguagem.

Depois das apresentações, iniciaram-se os 4 debates entre os grupos que apresentaram e os grupos que não apresentaram cada problema respectivamente. Sendo assim, 2 grupos debateram o problema 1, outros 2 grupos debateram o problema 2, mais 2 grupos debateram o problema 3 e por fim, outros 2 grupos debateram o problema 4. Cada debate deveria ser realizado em torno de 10 minutos. A maior parte dos grupos foram prolixos no debate, outros foram mais sintéticos, alguns concordavam com as soluções encontradas, outros discordavam, outros grupos se complementavam, possibilidades de soluções diferentes foram levantadas e discutidas para resolução dos problemas. De modo geral, os porta vozes dos grupos debateram usando uma sequência coerente de argumentos, demonstrando razoável conhecimento nas respostas às perguntas, com capacidade para inserir um argumento de forma fundamentada, com poucos erros de linguagem. No entanto, percebeu-se a falta de acompanhamento do raciocínio dos debatedores pelos demais estudantes.

No final da terceira aula do módulo, o professor realizou o fechamento do módulo, apresentado a resolução oficial de um dos problemas, explicando as semelhanças e diferenças em relação aos outros 3 problemas e contrapondo com as resoluções encontradas pelos grupos. Depois do término da aula, foram postados no Moodle a resolução oficial dos 4 problemas do módulo e os capítulos da apostila de Fundamentos dos Materiais de Construção preparados para abranger os conteúdos do módulo.

Na quarta aula do módulo, correspondente a etapa de avaliação, os 8 grupos avaliaram as 4 apresentações orais seguindo o questionário de avaliação da apresentação oral adaptado de Escrivão Filho (2014), que apresentava uma escala de avaliação de excelente, bom, regular, fraco e muito fraco para cada um dos 4 aspectos a serem avaliados: apresentação do tópico e organização da informação, conhecimento e familiaridade com o tópico

apresentado, uso de recursos gráficos e/ou midiáticos, e vocabulário utilizado em relação ao tópico.

Após a avaliação das apresentações, os 8 grupos avaliaram os 4 debates seguindo o questionário de avaliação da participação em debate adaptado de Escrivão Filho (2014), que apresentava uma escala de avaliação de excelente, bom, regular, fraco e muito fraco para cada um dos 4 aspectos a serem avaliados: respostas às perguntas e organização dos argumentos, conhecimento e familiaridade com o tópico e confiança nas respostas, posicionamento crítico e vocabulário apropriado das respostas.

A última avaliação realizada na quarta aula refere-se à avaliação de desempenho dos integrantes do grupo, ou seja, cada integrante se autoavalia e avalia os demais integrantes do grupo conforme o questionário de avaliação de desempenho, que apresentava a escala de avaliação: 1 - Excelente (100%); 2 - Muito bom (85%); 3 - Bom (70%); 4 - Razoável (50%); 5 - Ruim (30%); 6 - Muito ruim (15%); 7 - Péssimo (0%). Assim, cada um dos componentes do grupo era avaliado, levando em consideração se a pessoa esteve presente em todos os encontros na sala de aula, veio preparado(a) para a discussão e contribuiu para a discussão em grupo? A pessoa fez perguntas relevantes e respondeu aos questionamentos dos outros? A pessoa dispôs-se a realizar tarefas fora da sala de aula e a trazer material relevante para a discussão em grupo? A pessoa foi um(a) bom(a) ouvinte e respeitou as opiniões dos outros? A pessoa contribuiu para a organização geral da equipe e para a construção de consenso?

Por fim, foi realizada a avaliação do PBL no módulo, onde os estudantes responderam 15 perguntas, sendo 12 afirmações objetivas tendo apenas duas opções de resposta: sim ou não; e as outras 3 perguntas eram discursivas. O objetivo deste questionário era avaliar em que medida as atividades do módulo favoreceram o processo de aprendizagem dos estudantes.

O encerramento do módulo ocorria na quarta aula, onde era realizado o teste de conhecimentos, referente ao conteúdo trabalhado no módulo.

Este ciclo de aplicação do PBL ocorreu 7 vezes na disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção, totalizando 28 aulas.

A aula 30 encerrou a disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção com a avaliação final no formato de prova que se refere a todo o conteúdo da disciplina trabalhado nos 7 módulos. Ao final da aula, foi realizada a avaliação final do PBL por parte dos estudantes.

4. Resultados obtidos

Ao final da aplicação do PBL no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção, o professor percebeu que a maior parte dos estudantes realmente obteve ganhos de aprendizagem, apesar de alguns estudantes terem abdicado de estudar nos módulos iniciais, outros terem se sentido desorientados, outros terem reclamado da formação dos grupos, a percepção do professor foi de que os aspectos positivos superaram os aspectos negativos do PBL, pois vários estudantes demonstraram interesse, motivação e sentiram-se desafiados em resolver os problemas e realizar um trabalho de equipe.

O conhecimento da relação do professor com a academia revelou que o docente possui características que favorecem a implementação do PBL como o perfil de desafio e a capacidade de se relacionar com os estudantes de forma a incentivá-los à aprendizagem conforme preveem os princípios do PBL (Savery, 2006).

A percepção do professor, quanto à estrutura de PBL utilizada nesta aplicação com sugestões de melhoria apresenta-se de modo semelhante ao estudo de Martins e Espejo (2015) que também propuseram melhorias à implementação do PBL em Contabilidade.

A percepção em relação ao trabalho do professor revelou similaridades com o trabalho docente de orientação acadêmica e aumento da dedicação, assim como o estudo de Ribeiro (2010), no entanto, não inseriu a experiência docente como um requisito fundamental para o funcionamento do PBL.

A análise por parte do professor do processo avaliativo demonstrou que este quesito requer melhorias, bem como propõem Martins e Espejo (2015).

De modo geral, a avaliação dos recursos utilizados nesta aplicação do PBL mostrou que os recursos foram suficientes para a implementação do PBL em

uma disciplina, principalmente no que tange ao uso do *software* Moodle, mas requer aprimoramentos quanto à implementação do PBL no curso de Engenharia de Produção, revelando a mesma dificuldade apontada por Martins e Espejo (2015) no que tange aos cursos de Contabilidade.

A percepção do professor quanto ao ambiente de aprendizagem revelou que este ambiente necessita de ajustes e melhorias, dependendo da motivação dos estudantes conforme apontaram os princípios de Savery (2006).

A maior parte das dificuldades e vantagens encontradas pelo professor na aplicação do PBL estão em consonância com o estudo de Escrivão Filho e Ribeiro (2009), destacando-se a autonomia dos estudantes para aprender a aprender, pontuada como uma das principais vantagens do método.

Por fim, o professor apontou a continuidade do PBL como uma oportunidade de fortalecer a aprendizagem dos estudantes, superando desafios e resistências culturais e avaliou positivamente esta implementação do PBL.

Ao analisar a percepção dos estudantes quanto às vantagens e desvantagens do PBL, percebe-se uma certa ambiguidade na percepção dos estudantes, pois ao mesmo tempo que os estudantes destacaram a autonomia em relação aos estudos como uma das principais vantagens, destacaram a falta de explicação por parte do professor, gerando um sentimento de desorientação, como uma das principais desvantagens. A autonomia nos estudos pressupõe que o estudante necessite menos do professor e seja mais independente. Sendo assim, o que é visto como vantagem por alguns estudantes pode ser percebido como desvantagem por outros que se sentiram desamparados com a autonomia proporcionada pelo PBL.

Do mesmo modo, alguns estudantes perceberam um maior aprendizado proporcionado pelo PBL como uma das principais vantagens, e ao mesmo tempo destacaram a insuficiência de conhecimentos proporcionados pelo PBL como uma das principais desvantagens, o que revela que alguns estudantes perceberam a ampliação de possibilidades de conhecimentos no PBL e outros perceberam justamente o contrário, ou seja, a falta de conhecimentos quando se adota este método de ensino-aprendizagem.

O principal resultado alcançado foi a redução do índice de reprovações e desistências da disciplina de Fundamentos dos Materiais de Construção de 19% nas aulas expositivas tradicionais para aproximadamente 8% no PBL.

5. Lições aprendidas e conclusão

Esta análise da implementação do PBL orientou-se pelas teorias educacionais advindas da Medicina e adaptadas para o contexto da Engenharia de Produção, confirmando que é possível a adoção do PBL em uma disciplina da grade curricular do curso de graduação em Engenharia de Produção com redução do índice de reprovações e desistências.

Considerando as vantagens e desvantagens do PBL em sua aplicação específica em formato de disciplina isolada e como primeira experiência no processo de ensino-aprendizagem de Fundamentos dos Materiais de Construção, uma disciplina do Curso de graduação em Engenharia de Produção e a avaliação desta aplicação do PBL sob a ótica dos atores envolvidos no processo: professor e estudantes, conclui-se que esta experiência foi benéfica, pois corroborou as teorias estudadas e gerou valor em sala de aula, o que justifica sua escolha, além de vislumbrar a oportunidade de ampliação da utilização do PBL na área de Engenharia de Produção e o desafio de desenvolver uma cultura em relação à aprendizagem.

Os resultados reforçam o entendimento de que se faz cada vez mais necessário uma mudança na área de Educação em Engenharia de Produção, em que a responsabilidade da aprendizagem precisa ser do estudante, que necessita assumir uma postura mais participativa para viver na atual sociedade do conhecimento, sendo direcionado com autonomia ao processo de aprender a aprender, o qual foi revelado como uma das maiores vantagens observadas nesta implementação do PBL.

Por fim, o método de ensino-aprendizagem PBL é um modelo dinâmico, e como tal não se comporta como um modelo pronto, pelo contrário permite adaptações. Desse modo, conclui-se que o PBL não representa uma solução definitiva dos problemas em sala de aula nos cursos de graduação em

Engenharia de Produção, pois pode ser um método que tende a funcionar para estudantes com perfil de desafio e tornar-se frustrante para estudantes que mantiverem a postura passiva adotada normalmente em aulas expositivas ou que apresentem dificuldades de desenvolver tentativas de resolução de problemas, mas contribui como proposta que pode orientar professores que com ela se identifiquem, apresentando uma dinâmica de funcionamento que pode melhorar o nível de aprendizagem dos estudantes no longo prazo.

Agradecimentos

Aos 102 estudantes de graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria pela participação nas aulas ministradas sob uma nova perspectiva fundamentada no PBL, o que colaborou para a realização deste relato.

Referências

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo; RIBEIRO, Luis Roberto Camargo. Aprendendo com PBL - aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de Engenharia da EESC-USP. **Minerva**, v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009.

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. **Notas de aula**. 2014. Disponível em: <<http://moodle.prod.eesc.usp.br/course/view.php?id=485>>. Acesso em: 16/09/2014.

HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-based learning: what and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

LIMA, Thales Batista; SILVA, Anielson Barbosa. Difusão das perspectivas teóricas da aprendizagem na formação de administradores. **Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio em Educación**, v. 11, n. 3, p. 5-30, 2013.

MARTINS, Daiana Braguetto; ESPEJO, Márcia Maria Santos Bortolucci. **Problem based learning – PBL no ensino de Contabilidade**: guia orientativo para professores e estudantes da nova geração. São Paulo: Atlas, 2015.

PÁDUA JÚNIOR, Fábio Pimenta; CASTILHO FILHO, João Pereira; STEINER NETO, Pedro José; AKEL SOBRINHO, Zaki. Avaliação da percepção de discentes e docentes sobre novas tecnologias de ensino em cursos de graduação em Administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 15, n. 2, p. 295-321, 2014.

RIBEIRO, Luis Roberto Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

_____. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

RIBEIRO, Roberto Portes; VIANA, Adriana Backx Noronha. Estruturação do PBL para aplicação em disciplinas do curso de graduação em Administração. **Revista de Graduação USP**, v.3, n. 1, p. 39-47, 2018.

SAVERY, John R. Overview of problem-based learning: definitions and distinctions. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9-20, 2006.

STROBEL, Johannes; BARNEVELD, Angela Van. When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 3, n. 1, p. 44-58, 2009.