

Aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem colaborativa no ensino de engenharia de controle e automação

Problem based learning and collaborative learning in teaching of engineering of control and automation

Erika Tiemi Anabuki

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
tiemianabuki@gmail.com

Resumo

O mercado de trabalho passou a exigir do profissional de engenharia, além das competências técnicas, as competências transversais tais como habilidades de comunicação, trabalho em equipe, criatividade e inovação para resolução de problemas. Para possibilitar uma aprendizagem consoante a essa demanda do mercado algumas das metodologias de ensino válidas são as Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem-Based Learning* (PBL) e Aprendizagem Colaborativa. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise e relato da aplicação dos métodos PBL e Aprendizagem Colaborativa no curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Neste trabalho, avaliam-se também quanto os métodos estão sendo eficientes e motivadores em atingir os objetivos a que se propõem, baseados em depoimentos de alunos e professores que participaram do processo de aplicação dos métodos acima mencionados.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em problemas. Ensino de engenharia. Alternativas de aprendizagem.

Abstract

The job market began to require, from the engineering professional, skills such as communication skills, teamwork, creativity and innovation to solve problems, in addition to technical skills. To enable learning according to this market demand some of the valid teaching methodologies are Problem-Based Learning (PBL) and Collaborative Learning. In this context, the present article aims to present an analysis and report of the application of PBL and Collaborative Learning methods in the course of Engineering of Control and Automation at the Federal Center of Technological Education of Minas Gerais (CEFET-MG). In this article, it also evaluates the efficiency and motivation of the methods in achieving the objectives that are proposed, based on the testimonies of students and teachers who participated in the process of applying of the above mentioned methods.

Key words: PBL. Engineering teaching. Learning alternatives.

Introdução

As exigências do mundo profissional requerem habilidades e competências para tomadas de decisões corretas, além de iniciativa e criatividade na resolução de problemas. Neste contexto, o método tradicional de ensino utilizado nas salas de aula, o qual é baseado em conteúdos transmitidos pelo professor e recepcionado pelos alunos, não preparam os futuros profissionais para os desafios exigidos pelo mercado de trabalho. Neste método tradicional de ensino, a aprendizagem não é ativa, sendo os alunos moldados em apenas absorver e replicar os conteúdos ministrados pelo professor. Consequentemente, esta metodologia passiva de ensino desencoraja o discente ao enfrentamento da realidade tão exigente da vida profissional e social.

Para conciliar o volume cada vez mais crescente de conhecimentos e informações à necessidade de se trabalhar habilidades e competências exigidas pelo século XXI, tais como capacidade de aprendizagem independente, ativa e contínua, trabalho em equipe, respeito e ética, alguma das metodologias de ensino válidas são a Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem-Based Learning* (PBL) (RHEM, 1998; BARROWS, 1986; BEHRENS; JOSE, 2001; RIBEIRO; ESCRIVÃO FILHO, 2011) e Aprendizagem Colaborativa (TORRES; IRALA, 2014). Nestas metodologias, o processo de ensino e aprendizagem não deve somente envolver a ligação professor/aluno, mas sim todos aqueles que fazem parte do grupo de aprendizagem, assim como com os processos que podem estimulá-lo.

A metodologia PBL se baseia no aluno como sendo o centro da aprendizagem (aprendizagem ativa) e o professor com um guia neste processo, na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos, no contexto de sala de aula (SAVIN-BADEN, 2000; RHEM, 1998). A conexão com o mundo do trabalho e as necessidades do mundo real é muito estreita, uma vez que os problemas/projetos desenvolvidos em sala de aula pelos alunos são baseados nos problemas reais que os mesmos enfrentarão ao sair do ambiente acadêmico. Segundo Monteiro e outros (2011, p. 2) “A Aprendizagem Baseada em Problemas estimula e favorece o trabalho em equipe, melhora a assimilação de conteúdos e aumenta a motivação para aprender”.

Conforme Mizukami et.al. (2003), o PBL e Aprendizagem Colaborativa contemplam três princípios fundamentais em relação à aprendizagem:

- a) Os novos conceitos são aprendidos na medida em que são relacionados com conceitos preexistentes dos alunos, sendo um processo construtivo e não receptivo, com o aluno como centro da aprendizagem, e não o professor, como no método tradicional de ensino. Situações problemas e projetos que envolvem o contexto real são oferecidos aos estudantes ao longo do período letivo, estando o professor como guia no processo de aprendizagem e os estudantes desenvolvem as soluções e conduz o aprendizado em seu ritmo;

- b) Desenvolvimento de habilidades como senso crítico, aceitação de opiniões diferentes e construção de consenso, assim como também a habilidade no estabelecimento de objetivos e tomada de decisão;
- c) Feedback constante dos professores como forma de avaliação formativa de aprendizado e construção de novas competências por parte dos alunos a cada projeto.

Neste sentido, o PBL fomenta um ambiente de aprendizagem no qual se tem mais atitudes altruístas que em relação ao método tradicional de ensino, e estímulo à criação de parcerias entre estudantes e docentes por meio de prática e desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais. Assim, a partir do estímulo do trabalho em grupo é esperado que os estudantes aprendam a lidar com opiniões diversas e a construir consensos. Também, com a aplicação do método há o desenvolvimento da responsabilidade com relação ao cumprimento de planos e prazos, desenvolvendo a capacidade de estudo e trabalho autorregulado.

A partir dessa dinâmica de trabalho em grupo utilizado pelo PBL, junto à Aprendizagem Colaborativa de interação entre estudantes e professores, é constatada uma diminuição dos índices de evasão escolar, principalmente no ciclo básico dos cursos de graduação em Engenharia (RIBEIRO, 2008). Consta-se pela literatura que existe uma alienação do graduando no ciclo básico causada pelos currículos chamados tradicionais e que isso é um fator de evasão nos cursos de Engenharia.

Por meio da utilização do PBL e Aprendizagem Colaborativa, as instituições e os docentes podem identificar precocemente estudantes que não teriam perfil para a profissão em questão e, assim, direcioná-los para outra carreira (RIBEIRO, 2008). Isso pode acontecer quando o discente, ao entrar em contato com um problema do mundo real, o qual ainda não havia tido oportunidade de fazê-lo ou experimentá-lo num método tradicional de ensino, é apresentado a esse tipo de questão dentro de uma perspectiva realista que o leva a perceber que aquilo não vem de encontro com as expectativas do que gostaria de exercer como profissional.

Ademais das vantagens já citadas a respeito da aplicação do PBL, encontra-se na literatura relatos sobre a facilidade que as instituições de ensino possuem de atualizar os currículos dos cursos ao optarem por esta metodologia de ensino. Essas alterações podem ser feitas modificando-se ou substituindo-se os problemas e as competências consideradas relevantes para a prática profissional dos estudantes, corpo docente e coordenação.

Na contramão, uma das desvantagens do PBL é a dificuldade de abordar em profundidade e explorar todo o conteúdo programático, como nos cursos tradicionais. A questão do tempo disponível para a resolução dos problemas pode ser ou não um problema, dependendo do ritmo de trabalho no desenvolvimento dos projetos, uma vez que depende do ritmo dos alunos.

Neste contexto, Ribeiro e Escrivão Filho (2011) relatam, em uma aplicação do PBL, da carga de trabalho maior e do tempo extraclasse para o estudo do problema, da abordagem superficial do conteúdo em sala de aula, do menor

volume de conteúdo abordado, da dificuldade de trabalho em conjunto e do fato de alguns participantes não se empenharem como os demais. Por outro lado, um grupo constituído por estudantes de diferentes cursos cursando a mesma disciplina é salutar, pois o grau de conhecimento de cada um se soma e se complementa ao do outro. É nessas condições que o discente deve buscar desenvolver a habilidade de lidar com conflitos e chegar a um consenso.

Neste contexto, a limitação quanto à aplicação deste método, assim como no construtivismo, é que sendo o estudante o sujeito ativo na construção do próprio conhecimento, e isso ocorre a partir das experiências que já teve, se ele tiver poucas vivências de qualidade, sua base para suprir todos os conhecimentos que lhe são requeridos nos métodos acima citados será mais frágil em relação àqueles estudantes com mais experiência em determinado assunto.

Em consonância, encontram-se em Bazzo et al. (1999) e Schnaid et al. (2003) estudos sobre o ensino de Engenharia que mostram que se pode utilizar métodos construtivistas para a aprendizagem em algumas disciplinas. Os conceitos e os requisitos do PBL apresentados em Ribeiro (2008) são similares aos do método construtivista de ensino. Porém, alinhado ao método PBL a Aprendizagem Colaborativa, onde os estudantes constroem o conhecimento aos pares, a partir de projetos em grupos e com acompanhamento dos professores, fortalece esta fragilidade na aplicação do PBL, além de estimular o estudante ao “ir além”, isto é, a capacidade de desenvolver conhecimentos além do que o currículo da escola estipula.

Contexto do ensino-aprendizagem de Engenharia

Segundo Mills e Treagust (2003, p. 3) o ensino tradicional nas escolas de Engenharia se pauta nos seguintes pontos:

- a) Currículo muito focado em Ciências e disciplinas tecnológicas, e integração insuficiente destes tópicos com a prática. Os programas são dirigidos para os conteúdos;
- b) Proveem experiência insuficiente aos alunos em projetos com relação ao mundo real, onde os professores possuem pouca experiência prática, não são capazes de relacionar adequadamente teoria e prática e prover experiência de projeto;
- c) Faltam aos alunos habilidades de comunicação e experiência de trabalho em equipe e os programas precisam incorporar mais oportunidades para os alunos;
- d) Programas com pouca ênfase no desenvolvimento da consciência entre os alunos de questões sociais, ambientais, econômicas e legais que são parte da realidade fora do meio acadêmico.

Neste contexto, o autor enfatiza que “as estratégias de ensino e aprendizagem atuais nos programas de Engenharia são desatualizadas e necessitam se tornar mais centradas nos estudantes”, e assim fortalecer o aprendizado e consequentemente diminuir as elevadas taxas de evasão e fracasso escolar nestes cursos. Um levantamento feito pela Confederação Nacional da Indústria

(CNI) com base em uma análise de dados no período de 2001 a 2011 do Ministério da Educação (MEC) concluiu que aproximadamente 56% dos estudantes de engenharia do Brasil abandona o curso antes da formatura.

Diante desta problemática que envolve o fracasso escolar, muitos cursos de Engenharia mudaram seus métodos tradicionais de ensino focado no conteúdo para o PBL, embora esta prática ainda esteja longe de ser largamente utilizada. Exemplos de sua utilização no ensino de Engenharia são vários e podem ser encontrados em WOODS (1996), HADGRAFT (1993), NIELSEN (2000), POWELL (2000), POLANCO et al. (2001) e DENAYER et al. (2003), entre outros.

Uma das aplicações mais conhecidas é a do curso de Engenharia Química da Universidade McMaster, no Canadá, que iniciou a aplicação do método no início dos anos oitenta (ESCRIVÃO FILHO; RIBEIRO, 2009; RIBEIRO, 2008). Conforme relatado também em Woods (1996), o curso de Engenharia Química desta universidade utiliza grupos de cinco alunos sem tutores. Antes de se iniciar no PBL os estudantes recebem cinquenta horas de treinamento em habilidades para uso desta metodologia de ensino. A avaliação do PBL pelos alunos, conforme relatado por Woods (1996), é mais positiva do que a dos alunos no método tradicional.

No contexto brasileiro, Escrivão Filho e Ribeiro (2009) fazem o relato da experiência de aplicação do método PBL em cursos de Engenharia da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (EESC/USP), com a aplicação em disciplinas isoladas em alguns cursos da área. Os alunos formam grupos de quatro ou cinco membros com desempenho rotativo de papéis de líder, redator e porta-voz. O grupo deve apresentar a solução do problema em produtos variados, como relatório escrito, apresentação oral e criação de esquema visual em cartazes. O resultado da adoção parcial do PBL é avaliado como bom pela maioria dos alunos, onde em torno de 90% afirmaram que a avaliação do PBL é positiva na aprendizagem. A avaliação geral do professor aponta que o método PBL é uma alternativa viável de ensino-aprendizagem, embora, no formato em que foi implantado, favoreça a amplitude do conteúdo em detrimento de sua profundidade.

Outros estudos podem ser encontrados na literatura, como o de Sales et al. (2013), que relata a experiência da implantação do PBL no curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na disciplina “Interação Humano-Computador”, no qual verificou-se que a maioria dos alunos mostrou-se satisfeita com o método. Na opinião deles, os atributos mais relevantes do PBL para aprendizagem foram o desenvolvimento de competências para a solução de problemas e o uso da pesquisa como ferramenta para aprendizagem. Da mesma forma, pode-se encontrar em Angelo et al. (2014) a aplicação do PBL no ensino de programação de computadores com resultados satisfatórios.

Também, Araújo et.al. (2006) relata a experiência da aplicação do PBL no curso de Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal de Viçosa, relacionando as perspectivas do professor e dos estudantes com o método. Os resultados demonstraram viabilidade na proposição de uso do PBL de forma parcial, isto é, apenas em algumas disciplinas do curso, especialmente àquelas

com alguma carga horária prática, como foi o caso da disciplina de “Termodinâmica”. O artigo apresenta, ainda, uma metodologia para organização dos grupos de estudantes em sala de aula, para dinamizar o processo de aprendizagem e troca de conhecimentos pelo PBL.

Portanto, considerando o contexto do ensino de Engenharia, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise e relato da aplicação dos métodos PBL e Aprendizagem Colaborativa no curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG. Avaliam-se também o quanto os métodos estão sendo eficientes e motivadores em atingir os objetivos a que se propõem, baseados em depoimentos de alunos e professores que participaram do processo de aplicação dos métodos acima mencionados.

Desenvolvimento

A aplicação dos métodos PBL e Aprendizagem Colaborativa no curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Federal de Educação Profissional e Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) se iniciou no primeiro semestre do ano de 2016, nas disciplinas de Sistemas Digitais e Microcontroladores do Eixo Tecnológico do currículo do curso. Pela análise do projeto pedagógico do referido curso de graduação, e pelo que relata Ribeiro (2008) e Martins (2002), pode-se concluir que o método de ensino praticado nesse caso é do tipo tradicional, através de aulas expositivas com o professor como centro da aprendizagem. A implantação do PBL nas referidas disciplinas foi a partir do modelo parcial, ou seja, o método é aplicado para o ensino de algumas disciplinas do curso de graduação (Ribeiro, 2008; Escrivão Filho e Ribeiro, 2009).

O objetivo de se aplicar metodologias inovadoras em sala de aula é estimular e melhorar a formação do aluno da instituição através da vivência com problemas reais e demandas tecnológicas e de inovação. Além disso, observou-se um elevado índice de evasão no curso, que tem seu valor aproximado de 30% em relação ao total de alunos que iniciaram o curso durante os anos de 2005 e 2016. A maior justificativa dos alunos quanto à evasão é a falta de motivação e desinteresse pelas aulas.

Neste sentido, aplicar metodologias inovadoras em sala de aula para aumentar e estimular o processo de ensino-aprendizagem é de suma importância na formação dos novos profissionais, principalmente àqueles que irão atuar no setor de tecnologia.

Durante a aplicação do PBL e Aprendizagem Colaborativa nas disciplinas, na fase inicial de situação, o aprendiz se familiariza com os problemas a serem solucionados e mantém contato com as ferramentas motivadoras de estudo, tais como smartphones, computadores, kits eletrônicos, plataformas didáticas de desenvolvimento de hardware, etc. A segunda fase é a fundamentação em termos de conteúdos e teorias necessárias à resolução dos problemas previamente conhecidos na fase de situação. Por fim, inicia-se a fase de realização e solução, que permitirá ao aprendiz avançar na compreensão da

realidade em questão. Neste processo, se espera um esforço muito maior por parte do aluno que do professor, que neste processo é um guia, um facilitador no processo de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades e competências do aluno.

Diferente do ciclo convencional de ensino, onde se aprende primeiro a solução do problema para depois conhecer o problema, no ciclo de situação-fundamentação-realização do PBL o estudante já iniciou uma reflexão crítica sobre os problemas abordados, além de estar motivado para adquirir a base teórica que lhe falta para compreendê-los melhor.

Conforme citado anteriormente, a aplicação do PBL e Aprendizagem Colaborativa iniciou no primeiro semestre de 2016 nas disciplinas de Sistemas Digitais e Microcontroladores, de forma que os professores que ministram estas disciplinas ofereceram aos alunos problemas e projetos ao longo do semestre, sendo que algum deles foram demandas de empresas, como por exemplo o controle e automatização de determinados processos industriais.

As referidas disciplinas foram escolhidas para aplicação dos métodos pela disponibilidade dos professores em trabalhar de forma inovadora em sala de aula, e pelas disciplinas abordarem aspectos relacionados à eletrônica e sistemas microprocessados, que são temas comuns no cotidiano de um profissional da Engenharia de Controle e Automação, principalmente na área industrial.

Os alunos foram divididos em grupos de até quatro alunos, onde foram apresentados diferentes problemas/projetos ao longo do semestre, sendo que a maioria deles exigia o desenvolvimento de habilidades e competências das três disciplinas simultaneamente, porém para aqueles problemas/projetos que demandavam especificamente conhecimentos trabalhados em determinada disciplina, o professor responsável pela mesma conduzia o desenvolvimento do problema/projeto com mais cautela em comparação com os demais.

A divisão dos grupos de alunos se baseou em um questionário que analisou os saberes prévios de cada aluno sobre as ferramentas e tecnologias a serem utilizadas, a familiaridade com alguns temas e conteúdos das disciplinas e a experiência profissional. Neste sentido, foram criados grupos de alunos com diferentes saberes, experiências e vivências, para que os mesmos pudessem realizar o trabalho em grupo de forma mais realística possível, e exercer assim a ação da compreensão e empatia de diferentes realidades.

A aplicação das metodologias consistiu inicialmente na apresentação dos problemas/projetos (no horário das aulas de cada disciplina), seguida de uma discussão pelos grupos, onde os alunos analisavam os problemas, listavam conceitos que poderiam ajudar na solução dos mesmos e planejavam sua estratégia de trabalho. Nas aulas seguintes os grupos apresentaram o resultado das pesquisas bibliográficas, os conceitos a serem utilizados e as soluções propostas. Após isso, as soluções foram apresentadas oralmente, documentadas em portfólio, ou em forma de simulação computacional e/ou protótipo.

A partir do meio do semestre letivo foram apresentados aos alunos problemas de grande porte, que demandavam além dos conhecimentos específicos da disciplina a integração com as demais disciplinas do eixo tecnológico. Estes problemas eram demandas de empresas locais e da comunidade. Os professores, em especial das duas disciplinas mencionadas, ficavam a disposição para orientação e facilitação do processo de aprendizagem dos alunos. Ao final do semestre, cada grupo apresentou a solução dos problemas que ficaram encarregados, e os professores das disciplinas foram os avaliadores do processo de aprendizagem.

Neste contexto, a Quadro 1 resume as etapas de aprendizado esperadas nos métodos aplicados:

Quadro 1- Habilidades e competências avaliadas

Etapas de aprendizagem	
Etapa 1	Introdução do problema
Etapa 2	Familiarização com o problema
Etapa 3	Pesquisa e desenvolvimento de soluções
Etapa 4	Apresentação das soluções

Fonte: Própria autora (2018).

Etapas de aprendizado esperado e descrição da atividade avaliativa para as disciplinas

Primeira etapa – Introdução do Problema

Nesta etapa os grupos devem pesquisar, na internet e biblioteca, os trabalhos relacionados ao problema apresentado pelo professor, que se relacionam com os conteúdos programáticos das disciplinas.

Segunda etapa – Familiarização com o problema.

Os grupos se apresentam para a turma, mostrando as ferramentas e procedimentos metodológicos que irão utilizar no desenvolvimento dos problemas. Questionamentos são comuns nesta etapa, e eles servem como estimuladores no aprendizado.

Terceira etapa– Pesquisa e desenvolvimento de soluções

Nesta etapa os grupos “põem a mão na massa”, com utilização das ferramentas de aprendizagem, tais como *software* de simulação e *hardware*. Em geral, como as disciplinas que aplicaram os métodos trabalham fundamentalmente com eletrônica e aplicações, as soluções são apresentadas embarcadas em *hardware* e/ou simulação em *softwares* específicos das disciplinas.

Quarta etapa – Apresentação das soluções

Apresentação das soluções para os problemas em forma de apresentação ou vídeo, e entrega de portfólio com todas as etapas descritas.

A avaliação nas disciplinas se baseou no tipo Processual (HOFFMAN, 2000; VILLAS BOAS, 2008) onde são observadas e analisadas as evidências de habilidades e competências desenvolvidas pelos alunos no processo de ensino

e aprendizagem com aplicação dos problemas, conforme mostrado na Quadro 2, incluindo os critérios de avaliação utilizados, na qual são destinadas as notas de 1 a 4 (Quadro 3).

Quadro 2- Habilidades e competências avaliadas

Habilidades e competências	
Colaboração e Assiduidade	
Qualidade técnica em executar as tarefas- evidências de conhecimento técnico e teórico	
Habilidade em falar em público, oralidade	
Habilidade de manuseio de ferramentas necessárias ao desempenho das tarefas	
Criatividade e inovação nas soluções dos problemas	

Fonte: Própria autora (2018).

Quadro 3- Critérios de análise de desenvolvimento de habilidades e competências- Evidências

Conceito		Descrição
Excelente	4	Acima de qualquer expectativa, exemplo a ser seguido, liderança e inspiração aos demais
Bom	3	Tem consciência clara de seu papel na equipe e suas atribuições
Regular	2	Necessita de motivação e ajuda de sua equipe para cumprir seu papel
Ruim	1	Não consegue executar suas atribuições de forma independente, necessita de acompanhamento constante, não apresenta motivação

Fonte: Própria autora (2018).

Neste processo de avaliação, não se avaliou apenas o resultado final na apresentação das soluções e entrega do portfólio com descrição de cada etapa, mas as competências e habilidades adquiridas ao longo de todo o processo de aprendizagem dos alunos. Os professores também tiveram que oferecer *feedbacks*, ao longo do semestre, referentes ao processo de aprendizagem dos alunos para que os mesmos pudessem refletir e se motivarem a aprenderem mais e ir além do que cada projeto exigia.

No final do período letivo, foram utilizados questionários onde os alunos puderam expor suas opiniões e impressões a respeito das metodologias inovadoras utilizadas, e também referente à atuação dos professores. Também, os professores responderam a um questionário onde expuseram suas impressões, dificuldades e experiências a respeito destas metodologias.

Resultados e Discussões

Durante o decorrer do período letivo foi observado pelos professores um engajamento dos alunos muito mais relevante que quando era aplicado o método tradicional de ensino. Além dos horários de aulas de cada disciplina para desenvolvimento em grupo dos problemas, os alunos consultaram os professores nos horários de tutorias (extra-classe) para sanar dúvidas a respeito dos problemas e conceitos teóricos. Esta situação não ocorria quando se utilizava o método tradicional de ensino, na qual os alunos apenas procuravam os professores em dias antecedentes às avaliações.

Apesar dos professores relatarem um esforço maior em se trabalhar com a metodologia PBL e Aprendizagem Colaborativa, devido a terem que se atualizar constantemente em relação aos problemas e projetos, e também de disponibilizarem uma carga maior de horários de tutorias, o nível de satisfação

com o engajamento dos alunos foi maior que em relação à utilização do método tradicional de ensino.

Algumas aulas foram dedicadas à explanação teórica, porém a carga horária destinada às aulas expositivas foi reduzida drasticamente, e os alunos utilizavam os horários de aulas para discussão em grupo, testes em laboratório dos protótipos e simulações computacionais e exposição das dúvidas aos professores.

Neste contexto, conforme Santos, Angelo e Loula (2008), o objetivo principal da aplicação do PBL e Aprendizagem Colaborativa no curso de Engenharia de Controle e Automação é aumentar a motivação dos alunos em relação à aprendizagem, criando condições para que o aluno aprenda a aprender, onde se constatou que o ritmo mais rápido das aulas e eventuais lacunas na exposição de conteúdos não comprometeram o aprendizado dos conteúdos programático das disciplinas.

Entretanto, é natural que algumas dificuldades sejam encontradas no decorrer do uso dos métodos inovadores, como por exemplo, àquelas apontadas pelos professores, que são exigidos a manterem contato constante com as empresas e mercado de trabalho (e conseqüentemente se atualizarem constantemente) para poderem desenvolver problemas/projetos, os quais devem estar relacionados com problemas reais.

Outra dificuldade relatada pelos professores foi de integrar e sincronizar os conceitos pertencentes às diferentes disciplinas do curso, durante a elaboração de um problema/projeto, de forma a não gerar sobrecarga e confusão no processo de aprendizagem dos alunos.

Neste sentido, para que esta interação pudesse ocorrer de forma sincronizada foram necessárias reuniões constantes entre os professores onde foram discutidos os conteúdos que seriam abordados nas aulas expositivas e nos problemas/projetos, os temas e duração média dos problemas/projetos, o andamento de cada grupo de alunos e os critérios de avaliação. Entretanto, para que isso fosse possível, exigiu-se dedicação e comprometimento por parte dos professores envolvidos.

Segundo os alunos, estes relataram no questionário final que a aproximação da realidade e o contato com a prática, através de problemas/projetos reais, trazem uma motivação e interesse a mais para o processo de aprendizagem, e reduzem a monotonia das aulas teóricas, além de desenvolver habilidades que os ajudarão não apenas na vida acadêmica, mas também na vida profissional. No entanto, 90% destes alunos relataram que o esforço no decorrer do semestre foi maior em relação ao método tradicional, uma vez que eles tinham que desenvolver soluções e ideias dos problemas/projetos em todo o período letivo, sendo, portanto, avaliados constantemente, e não apenas ao final do processo.

Os alunos também relataram um maior incentivo de trabalho em equipe e o aprimoramento das habilidades de relações interpessoais. Como os métodos exigem grupos e temas de discussões constantes, torna-se necessário manter um relacionamento interpessoal saudável com todos os integrantes do grupo, aprendendo a dividir tarefas e organizar o trabalho.

Com as discussões e diálogos ocorridos durante o ciclo de solução de um problema, além da apresentação de ideias e opiniões é estimulada a capacidade de comunicação oral dos alunos, sendo esta outra habilidade em destaque que o método PBL e Aprendizagem Colaborativa exigem.

A seguir, o depoimento de um dos alunos acerca do desenvolvimento de habilidades e competências através da aplicação dos métodos PBL e Aprendizagem Colaborativa:

Estes métodos me exigiram maior dedicação de tempo e esforço, porém o aprendizado foi muito maior quando comparado com o método tradicional. As tarefas foram significativas e desafiadoras, onde me sinto mais encorajado a entrar no mercado de trabalho. Desenvolvi minha capacidade de expressar em público e ouvir as opiniões e ideias alheias, e neste sentido desenvolvi algumas habilidades para me tornar um profissional mais competente e preparado para os desafios do mercado.

Em relação à média final das notas das disciplinas, houve aumento em todas elas, quando comparada com os períodos anteriores, que se utilizava do método tradicional de ensino. Houve um aumento de aproximadamente 10% na média geral dos alunos nas duas disciplinas que aplicaram os métodos, em comparação com os dois períodos anteriores ao da aplicação dos métodos inovadores. Além do aumento da média de notas dos alunos, houve uma maior homogeneidade de notas, indicando uma maior isonomia no processo de aprendizagem e desenvolvimento das competências dos alunos.

Considerações finais

Baseado nas análises realizadas neste trabalho, através de relatos e experiências dos professores nas disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG que aplicaram os métodos, é possível observar que os métodos PBL e Aprendizagem Colaborativa podem ser aplicados de forma integral no curso de Engenharia. Estes métodos têm se mostrado eficiente no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, bem como consegue desenvolver as habilidades e competências exigidas pelo mercado de trabalho, e que são pouco trabalhadas no método convencional de ensino.

A implantação dessa metodologia mostrou-se viável, uma vez que permite uma aprendizagem que vai além da que seria adquirida dentro dos limites da sala de aula pelo método tradicional. Quando se trabalha com algo inovador, que ultrapassa as barreiras da sala de aula, como acontece no desenvolvimento de soluções para um determinado problema real, é necessário buscar conhecimentos em várias áreas e integrá-los de forma a se ter todas as informações necessárias à solução do problema. Esses conhecimentos, uma vez adquiridos e aplicados, não se perdem facilmente, como ocorre com as que são aprendidas apenas para a realização de uma avaliação.

Neste contexto, o PBL e Aprendizagem Colaborativa adequam-se muito bem ao ensino de Engenharia, pois proporcionam o desenvolvimento de habilidades que

o engenheiro deve possuir, ao estimularem a autoaprendizagem contínua e o trabalho em equipe.

É importante ressaltar, no entanto, que para o bom funcionamento dos métodos PBL e Aprendizagem Colaborativa estes estão diretamente relacionadas com o preparo e comprometimento de toda a comunidade escolar, tais como professores, alunos e direção, para que a inovação esteja sempre presente visando o aumento da motivação dos alunos e conseqüentemente o aprendizado. Neste contexto, visa-se uma diminuição da evasão escolar, uma vez que com a aplicação dos métodos inovadores de ensino o aluno se sinta mais encorajado e motivado a continuarem seus estudos.

Referências

- ANGELO, M. F.; LOULA, ANGELO C.; BERTONI, F. C.; SANTOS, J. A. M. Aplicação e avaliação do método PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 33, n. 2, p. 31-43, 2014.
- ARAÚJO, W.J.; LOPES, R.P.; OLIVEIRA FILHO, D.; BARROS, P.M.M.; OLIVEIRA, R.A. Aprendizagem por problemas no ensino de Engenharia. **Revista Docência no Ensino Superior**, v. 6, n. 1, p. 57-90, 2016.
- BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, 1986.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. V. Epistemologia e ensino de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 18, p. 51-57, 1999.
- BEHRENS, M. A.; JOSE, E.M.A. Aprendizagem por projetos e os contratos didáticos. **Revista Diálogo Educacional** - v. 2 - n.3 - p. 77-96. 2001.
- DENAYER, I.; THAEELS, K.; VAN DER SLOTEN, J.; GOBIN, R. Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education. **European Journal of Engineering Education**, v. 28, p. 203-214, 2003.
- ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem baseada em problema: relato de uma experiência em cursos de Engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, v. 6, p. 23-30, 2009.
- HADGRAFT, R.. A problem-based approach to civil engineering education. In: RYAN, G. (ed.). **Research and development in problem-based learning – Volume 1**. Sydney: University of Sydney-MacArthur, 1993, p. 29-39.
- HOFFMAN, J. **Avaliação Mediadora: Uma Prática da Construção da Pré-escola a Universidade**. 17.^a ed. Porto Alegre: Mediação, 2000.
- MARTINS, J. G. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem**. 2002. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) –Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MILLS, J.E.; TREAGUST, D.F. Engineering education- Is problem-based or project-based learning the answer? **Australasian Journal of Engineering Education**. 2003. Disponível em: <www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf> Acesso em: 02 ago. 2018.

MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, E. F.; TANCREDI, R. M. S. P.; MELLO, R. R. **Aprendizagem da docência: pesquisas e especificidades metodológicas**. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MONTEIRO, S. B. S.; QUIRINO, M.G; ZINDEL, M.L.; OLIVEIRA, E.C.; RODRIGUES, E.C.C. Uma Nova Abordagem de Ensino de Engenharia: Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) na Disciplina PSP1 da Curso de Engenharia de Produção da UnB. **Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau, ABENGE, 2011.

NIELSEN, S. H. Reflection on real operating experience. In: POUZADA, A. S. (ed.). **Project based learning: project-led education and group learning**. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 43-49.

POLANCO, R.; CALDERÓN, P.; DELGADO, F. Problem-based learning in engineering students: its effects on academic and attitudinal outcomes. In: LITTLE, P.; KANDBINDER, P. (eds.). **The power of problem-based learning: experience, empowerment, evidence**. Newcastle: PROBLARC, 2001, p. 111-125.

POWELL, P. From classical to project-led education. In: POUZADA, A. S. (ed.). **Project based learning: project-led education and group learning**. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 11-40.

RHEM, J. **Problem-based learning: an introduction**. The National Teaching and Learning Forum, 1998. Disponível em: <http://www.ntlf.com/html/pi/9812/pbl_l.htm>. Acesso em: 10 ago. 2018.

RIBEIRO, L. R. C.. Aprendizagem baseada em problemas(PBL) na educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, p. 23-32, 2008.

RIBEIRO, L. R. C.; ESCRIVÃO FILHO, E. Avaliação formativa no ensino superior: um estudo de caso. Acta Scientiarum. **Language and Culture**, v. 33, p. 45-54, 2011.

SALES, A. B. de; DEL MOURA, A. de; SALES, M. B. de. Avaliação da aplicação da aprendizagem baseada em problemas na disciplina de “Interação Humano e Computador” de curso de Engenharia de Software. UFRGS. **Revista Renote**. Novas tecnologias na educação, v. 11, n. 3, dez. 2013.

SANTOS, J. A. M.; ANGELO, M. F.; LOULA, A. **Utilização do método PBL em um Estudo Integrado de Programação**. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo, ABENGE, 2008.

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

SCHNAID, F.; TIMM M.; ZARO, M. A. Considerações sobre uso de modelo construtivista no ensino de Engenharia. **Anais da 25a RBA- Saberes e práticas antropológicas desafios para o século XXI**, v. 1, p. 1-21, 2003.

TORRES, P.L.; IRALA, E. A.F. **Aprendizagem colaborativa: teoria e prática.** Coleção Agrinho. 2014.

VILLAS BOAS, B. M. F. **Virando a Escola do Aveso por Meio da Avaliação.** 1ed. Campinas-SP: Editora Papirus. 2008.

WOODS, D. R. Problem-based learning for large classes in chemical engineering. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (eds.). **Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice.** San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p. 91-99.

Submetido em 23/08/2018.

Aceito em 20/02/2019.

