A Aplicação do P2BL no Ensino de Física em Engenharia na Amazônia com a Utilização de Experimentos de Baixo Custo

Diorge S. Lima*, Samara P. Costa*, Davi B. C. Silva*, Wellington S. Fonseca*, Fabrício J. B. Barros*

* Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, 68464-000 Tucuruí, Pará, Brasil

Email: diorge.lima15@gmail.com, samarapereira25@gmail.com, davibarbosa010@gmail.com, fonseca@ufpa.br, fbarros@ufpa.br

Abstract

In this paper the results of a P2BL application involving projects related to elementary Physics topic is presented. The methodology was performed in the discipline of Experimental Physics at the Federal University of Pará, Tucurui, in the Electrical Engineering course. The Problems and projects proposed to the students consider the use of low-cost materials as part of problem solution.

Keywords: P2BL; engineering; experiments; tutors.

1 Introdução

A pró-atividade representa uma das principais características presentes no profissional da área de engenharia. No entanto, para que a mesma seja alcançada, muitas vezes, faz-se necessário o estimulo do profissional desde sua formação como estudante de engenharia. Assim, os tutores podem recorrer à utilização de distintas metodologias com o intuito de proporcionar aos estudantes uma oportunidade para o desenvolvimento desta habilidade. Uma destas metodologias é o P2BL (*Project and Problem Based Learning*) no qual reúne as características do PBL (*Problem Based Learning*) e do PLE (*Project-Led Education*).

O PBL é uma metodologia voltada ao aprendizado, que proporciona ao aluno a aquisição de conhecimento crítico, proficiência em solução de problemas, estratégias autodirecionadas de aprendizagem e habilidades de participação. Aliado ao PBL, pode-se utilizar também o PLE, no qual o aluno deve trabalhar em equipe, relacionando aprendizagem e solução de projetos de grande escala e diversas possibilidades (Powell & Weenk, 2003; Barrows & Kelson; Weenk & Blij, 2011). Assim, pode-se definir o P2BL, como a metodologia que procura desenvolver a autonomia do aluno na solução de problemas e na construção de conhecimento por meio da concepção de um projeto e do trabalho em equipe.

Entretanto, o alcance de um estado satisfatório na postura de pró-ativa dos discentes, depende de diversos fatores. Entre estes fatores se destacam aqueles ligados ao papel do tutor, tais como: a motivação para uma nova experiência didática e a orientação adequada nos estágios iniciais do processo. Em muitas ocasiões o papel de tutor pode ser aplicado a um grupo de estudantes vinculados a orientação constante de professores.

A utilização de estudantes como tutores foi bem sucedida em experiências realizadas, por exemplo, na Universidade de Tecnologia de Eindhoven por Puente, Jongeneelen, & Perrenet (2011) que conseguiram estimular a criatividade, a eloquência, e o senso crítico dos tutores alunos. Assim, adaptando-se o trabalho mencionado anteriormente, optou-se pela utilização de alunos de graduação como tutores nas disciplinas de laboratório de física dos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica do Campus Universitário de Tucuruí.

Os alunos escolhidos como tutores são estudantes do terceiro ano dos cursos de engenharia participantes do projeto de extensão intitulado “Laboratório de Engenhocas”. Os participantes deste projeto têm por característica principal a apresentação de experimentos de física utilizando materiais alternativos, isto é, materiais reutilizáveis que normalmente seriam descartados como lixo comum e materiais de baixo custo, como canos PVC, pilhas, fios.

Desta forma, neste artigo apresentam-se os resultados da aplicação da metodologia P2BL como uma forma de estimular nos discentes da disciplina o pensamento crítico, trabalho em equipe, eficácia e eficiência na comunicação para a resolução de problemas e concepção de projeto. Desejava-se ainda com a aplicação da metodologia P2BL, agora em relação aos tutores, o desenvolvimento de competências de planejamento, gestão, comunicação e trabalho em equipe.

A execução das atividades relatadas neste trabalho foi realizada na disciplina de Laboratório de Física na turma do quarto semestre do curso de Engenharia Elétrica. A aplicação das atividades nas turmas de Engenharia Civil e Mecânica foram realizadas em 2011 (Silva et al., 2012a; Silva et al., 2012b).

2 Aspectos Teórico-Metodológicos

Para a metodologia utilizada dividiu-se a turma em duas, contendo cerca de 20 pessoas cada, sendo o critério de divisão aleatório, pois segundo Andersen (2011), não se pode apenas reunir um grupo de indivíduos altamente criativos, colocá-los juntos e esperar que os mesmos tenham o melhor desempenho. Realizou-se ainda a subdivisão de cada turma em grupos de cinco pessoas. As subdivisões servem para facilitar o trabalho e criar oportunidade para todos os alunos participarem das discussões, algo característico da metodologia (Pouzada, 1999).

O planejamento das atividades ocorreu com algumas semanas de antecedência em relação à disciplina. Para a organização, reuniram-se o professor da disciplina e os tutores (alunos do projeto "Laboratório de Engenhocas"). Desta forma, os tutores orientados pelos professores compreendiam a dinâmica de equipe que deveria ser aplicada no planejamento do P2BL. Fato que proporcionou em cada tutor um determinado papel na seleção e preparo das atividades a serem desenvolvidas com os discentes.

O cronograma estava definido de acordo com a duração da disciplina, isto é, dez dias ao longo de duas semanas letivas (Figura 1), com cinco horas aula por dia. Para a aplicação do P2BL, destinou-se para cada turma uma semana: uma turma trabalharia com os tutores na sua primeira semana de aula e a outra, na segunda semana. Na semana em que não estavam com os tutores, os alunos executariam as atividades no Laboratório de Física, utilizando os kits convencionais (industrializados) de experimentos sob a supervisão direta do professor e do monitor do laboratório. Na semana em que se trabalhou com o P2BL, as aulas ocorreram na sala da própria turma.

	Semana 1	Semana 2
Turma 1	Atividades "tradicionais" no Laboratório de Física	Aplicação do P2BL
Turma 2	Aplicação do P2BL	Atividades "tradicionais" no Laboratório de Física

Figura 1. Cronograma geral de atividades.

Conforme esquematizado na Figura 2, no início das aulas apresentava-se aos discentes, a área de estudo que seria abordada e quais experimentos seriam discutidos durante a aula. Em seguida, os tutores auxiliavam os alunos na montagem e execução do experimento, havendo ao término discussões sobre os princípios físicos observados. De acordo com os dados coletados e os tópicos discutidos, os grupos se reuniam novamente para repetir a coleta de dados, desta vez constatando aspectos não observados na primeira execução. Os dados foram registrados em relatório como critério de avaliação. Estes procedimentos se repetiam a cada experimento realizado. Paralelamente a este processo, os alunos desenvolveriam um projeto, que deveria ser apresentado no final da disciplina.

Figura 2. Processo de trabalho, possuindo os experimentos um caráter de problema e sendo repetido a cada novo assunto enquanto o projeto era elaborado paralelamente em horários extraclasse (SILVA et al., 2012b).

O projeto solicitado aos grupos formados deveria ser realizado com materiais alternativos e de baixo custo. A apresentação deveria ser de acordo com o modelo característico do projeto Laboratório de Engenhocas, em que o experimento é apresentado de maneira lúdica e interativa para melhor explanação dos conceitos físicos envolvidos. Procurava-se, desta forma, estimular o aproveitamento, redução, reutilização de matérias descartáveis, assim como, estimular a responsabilidade socioambiental (BRASIL, 2010).

O assunto a ser abordado com a realização do projeto foi uma escolha de cada grupo. Uma vez que os alunos definiam o que seria realizado, os mesmos deveriam responder questionamentos do tipo: como desenvolver o projeto idealizado? Quais adaptações deveriam ser feitas para que se fizesse uso dos materiais de baixo custo? Uma vez definidas estas questões, os experimentos poderiam ser construídos. No entanto, além da construção, exigia-se a apresentação. Desta forma, quais aspectos do projeto os alunos deveriam ressaltar? Que aplicações na engenharia se relacionavam com o que se desenvolveu? Qual a melhor maneira de repassar as informações pesquisadas? Logo, a maioria dos projetos apresentados esteve diretamente relacionada ao curso de engenharia no qual a turma cursava, neste caso, o curso de engenharia elétrica.

Ao término da disciplina também foi exigido dos alunos que entregassem, em forma de artigo, a aplicação dos experimentos trabalhados no projeto, além de relatórios a respeito dos dados coletados durante a abordagem de cada experimento em sala de aula.

Na metodologia utilizada, os tutores participavam na demonstração dos experimentos previstos na ementa. Estas demonstrações serviriam de modelo para os discentes da disciplina, pois os mesmos deveriam apresentar seus projetos ao final da disciplina como critério de avaliação. Adicionalmente, os tutores, no início do cronograma de atividades, deveriam orientar os alunos na definição e execução dos projetos propostos pelos discentes da disciplina, fornecendo *feedbacks* sobre a relevância dos temas escolhido cada equipe.

Na aprendizagem baseada em problemas, nunca se sabe quais serão as perguntas dos alunos, mas todas elas obrigam o professor e o tutor a estarem atualizados. O papel do tutor não é de dizer exatamente o que ele deve aprender e em que sequência deve fazê-lo, o tutor deverá ajudar os estudantes a determinarem isto de forma independente. Direciona-se, portanto, o aluno para sua autonomia na aprendizagem (Enermark & Kjaersdam, 2009; Campos, Dirani, & Manrique, 2011).

A participação ativa do professor foi exigida para acompanhamento e orientação dos tutores, tanto ao sugerir contextualizações na fase de planejamento quanto ao avaliar o desempenho dos alunos tutores durante e após cada aula. A análise do desempenho dos tutores, por exemplo, incluíam-se a clareza na abordagem dos conceitos de física, a gestão do tempo, o correto acompanhamento nas coletas de dados e a eficiência das estratégias planejadas.

3 Resultados

Durante as aulas, os tutores garantiam a execução dos planos previamente definidos, assim como, a gestão adequada do tempo e procura pelo melhor desempenho possível quanto à comunicação entre tutores e discentes. No entanto, observou-se que o acompanhamento das atividades dos discentes da disciplina requeria maior parcela de tempo aos tutores, não sendo suficiente o tempo reservado durante parte das aulas. Para superar esta dificuldade, foi necessária a intervenção do professor, contribuindo na orientação dos projetos, sobretudo nos horários extraclasse.

Os discentes apresentaram certa resistência à aplicação do método, já que parte da disciplina seria utilizando materiais alternativos, mas no decorrer das atividades passaram a entender a importância da atividade que estava sendo desenvolvida (Figura 3).

Figura 3. Discentes realizando experimentos durante a aula.

De acordo com as atividades previstas, quanto às apresentações dos projetos, percebeu-se que os alunos optaram por temas de grande repercussão, como a utilização de fontes limpas e renováveis, criando discussão entre os discentes sobre as possibilidades de geração de energia (Figura 4). Além desses aspectos, observou-se a utilização de conceitos relacionados às disciplinas de eletrônica do curso para a realização de projetos envolvendo habilidades com robótica, o que corrobora a importância de experiências prévias dos discentes.

Figura 4. Protótipo de uma turbina eólica.

Dentre os projetos expostos, alguns aprimoraram experimentos que foram realizados pelos tutores em classe, melhorando o desempenho e eficiência do protótipo (Figura 5).

Figura 5. Experimento aprimorado pelos discentes.

Terminada a disciplina, verificou-se por meio de um questionário a opinião dos discentes acerca da metodologia adotada, visando possíveis adaptações na forma de trabalho. Um total de 39 discentes da turma de Engenharia Elétrica optou por responder ao questionário composto por três questões objetivas e uma discursiva. Os resultados foram somados aos obtidos em aplicações anteriores, totalizando 74 discentes dos três cursos (Silva et al., 2012).

Na Figura 6 estão representadas as respostas às questões objetivas. Em análise, percebeu-se que os alunos estão atentos para as questões ambientais, tornando relevante a abordagem realizada tanto usando os experimentos com materiais alternativos quanto usando os kits adquiridos de fabricantes (experimentos industrializados). A ulilização dos Kits foi importante na opinião dos discentes, o que permitiu que houve-se mais flexibilidade na ementa da disciplina. Constatou-se também que a prática contribuiu para um novo olhar quanto à utilização destes materiais no ensino de engenharia ,assim como, estimulou nos discentes a responsabilidade sócio-ambiental.

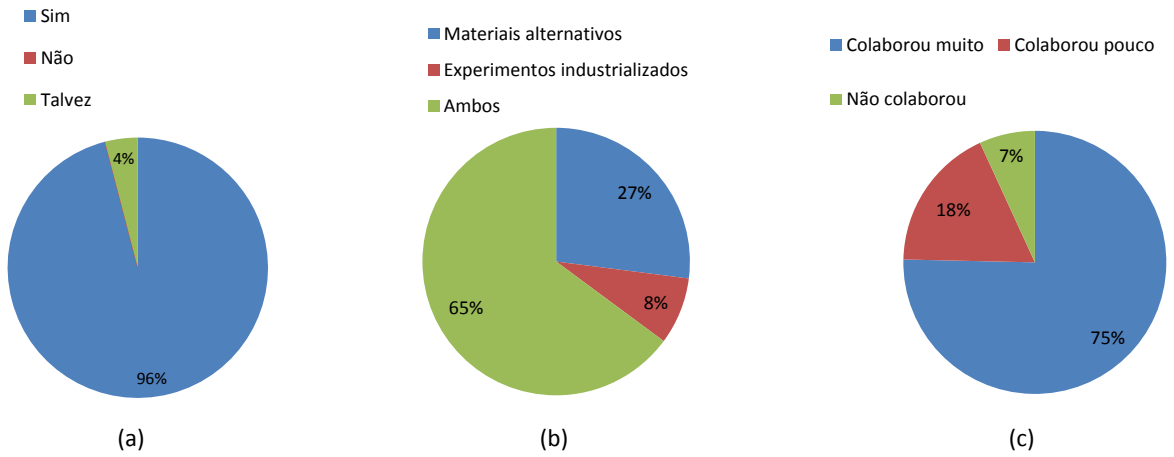

Figura 6. Resultados do questionário aplicado aos discentes que cursaram a disciplina. (a) Questão 1: é válido utilizar-se de experimentos alternativos para o ensino do curso de engenharia?; (b) Questão 2: considerando as atividades realizadas na disciplina, o que foi considerado mais relevante: o uso dos materiais alternativos ou os experimentos industrializados?; (c) Questão 3: o uso dos experimentos com materiais alternativos realizados na disciplina colaborou para a mudança de sua visão em relação ao uso destes materiais para a aprendizagem no curso de engenharia?

Um dos objetivos na disciplina de Laboratório de Física é constatar a validade das leis e princípios presentes na literatura. Além do alcance deste objetivo, a utilização de materiais de baixo custo possibilitou a reprodução dos experimentos a qualquer momento e local pelos alunos, causando impactos na sua aprendizagem por não os limitar à

sala de aula, permitindo a revisão de conceitos e tornando viável a aplicação da teoria para a resolução de um problema por meio de um projeto.

4 Conclusão

Com a experiência da aplicação da metodologia nos cursos de engenharia do Campus de Tucuruí, a partir das dinâmicas e atividades desenvolvidas, como temas que geram discussões construtivas de maneira descontraída, percebeu-se uma mudança de comportamento e visão dos alunos em relação aos experimentos, a despeito da resistência apresentada por parte dos discentes para realização de experimentos com materiais alternativos. Para os alunos participantes da disciplina observou-se que a prática do P2BL e a produção científica como parte da avaliação, permite o desenvolvimento de habilidades e competências proporcionando reconhecimento acadêmico e profissional.

O ponto positivo para os tutores é que neste tipo de aprendizagem devem estar sempre atualizados ou mesmo revisando conteúdos já vistos a fim de sanar possíveis dúvidas dos discentes. Adicionalmente, desenvolvem habilidades de planejamento e controle, das quais dependem o êxito da atividade. O professor assumiu um papel diferenciado durante a disciplina, pois foi necessário acompanhar o desempenho dos tutores, que por sua vez acompanhavam o desempenho dos alunos.

Ao término da disciplina, constatou-se a viabilidade da aplicação da metodologia para o presente caso, reiterando-se o emprego e o desenvolvimento de habilidades como a comunicação e planejamento, que contribuem para uma postura pró-ativa perante problemas a serem solucionados, quer sejam idealizados para melhor aprendizagem de conceitos, quer para o êxito em situações reais na prática da engenharia.

Observou-se uma contribuição ao aprendizado do discente ao se incluir a participação dos alunos de graduação em tutoria para P2BL, tornando a relação entre aluno e tutor mais estreita, já que as discussões dos temas abordados em sala serão realizados entre os alunos, sobretudo se estes tutores já tiverem algum contato com a metodologia, a exemplo do presente caso. No entanto, deve haver algumas precauções. A principal delas diz respeito ao tempo necessário para o acompanhamento dos projetos desenvolvidos pelas equipes, o que requer a constante disponibilidade do professor.

Referências

Andersen, A. (2011). A Fórmula EPS - Projeto Semestral Europeu. In: L. d. Carlos , E. T. Antonio, & A. M. Lúcia, *Educação em Engenharia: Novas Abordagens* (p. 280). São Paulo: EDUC.

Barrows, H., & Kelson, A. (s.d.). *PBL Overview*. Acesso em 27 de Fevereiro de 2010, disponível em Maricopa Center for Learning and Instruction: http://mcli.dist.maricopa.edu/pbl/info.html

BRASIL. (2010). *Lei Nº 12.305: Política Nacional de Resíduos Sólidos.* Acesso em 13 de Abril de 2012, disponível em Planalto: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

Campos, L. C., Dirani, E. A., & Manrique, A. L. (2011). *Educação em engenharia: novas abordagens.* São Paulo: EDUC.

Enermark, S., & Kjaersdam, F. (2009). A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: U. F. Araúlo, & G. Sastre, *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior* (pp. 17-41). São Paulo: Summus.

Powell, P. C., & Weenk, G. W. (2003). *Project-Led Engineering Education.* Utrecht: Lemma Publishers.

Pouzada, A. S. (1999). Project Based Learning. Braga: União Europeia.

Puente, S. M., Jongeneelen, C. J., & Perrenet, J. C. (2011). Aprendizagem baseada na concepção de um projeto no ensino de engenharia mecânica. In: L. C. Campos, E. A. Dirani, & A. L. Manrique, *Educação em engenharia: novas abordagens* (pp. 143-171). São Paulo: EDUC.

Silva, S. P., Lima, D. S., Santos, H. N., Silva, D. B., & Fonseca, W. S. (2012). Laboratório de Engenhocas: utilizando experimentos alternativos para melhoria do processo de ensino aprendizagem dos discentes de engenharia mecânica da Universidade Federal do Pará - Campus Tucuruí. *Anais do VII Congresso Nacional de Engeharia Mecânica.* São Luís.

Silva, S. P., Lima, D. S., Santos, H. N., Silva, D. B., Fonseca, W. S., & Aleixo, V. F. (2012). A responsabilidade socioambiental estimulada através da metodologia PBL: uma experiência na região Amazônica no ensino de Engenharia. *Proceeds of Project Approaches in Engineering Education.* São Paulo.

Weenk, W., & Blij, M. (2011). A metodologia PLEE e as experiências na Universidade de Twente. In: L. C. Campos, E. A. Dirani, & A. L. Manrique, *Educação em engenharia: novas abordagens*. São Paulo: EDUC.