



## **A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA P2BL NOS CURSOS DE ENGENHARIA NA AMAZÔNIA A PARTIR DE EXPERIMENTOS ALTERNATIVOS**

**Diorge de Souza Lima** – diorge.lima15@gmail.com

**Samara Pereira da Silva** – samarapereira25@gmail.com

**Wellington da Silva Fonseca** – fonsenca@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí – Faculdade de Engenharia Elétrica

**Davi Barbosa Costa da Silva** – davi.barbosa91@gmail.com

Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí – Faculdade de Engenharia Civil

**Fabício José Brito Barros** – fbarros@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí – Faculdade de Engenharia Elétrica

BR 422. Km 13, Canteiro de Obras UHE – Vila Permanente.

68.464-000 – Tucuruí – Pará

**Resumo:** Neste artigo são apresentados os resultados da experiência com a metodologia P2BL (Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos) na Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, localizado na região da Amazônia. A metodologia foi aplicada nas disciplinas Laboratoriais dos Cursos de Engenharia contido no Campus. A experiência foi desenvolvida por professores e alunos, este ultimo foram tutores durante a aplicação da metodologia, contribuindo para o aprendizado tanto dos tutores quanto para os discentes da disciplina. Portanto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar as atividades desenvolvidas nas turmas de engenharias com a demonstração de alguns experimentos e questionários referente à utilização de experimentos com materiais alternativos.

**Palavras-chave:** Ensino em engenharia, P2BL, Materiais de baixo custo.

### **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 estímulo 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 auto direcionadas 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 *et al*, 2003). 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 proativa 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 *et al* (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 Elétrica do Campus Universitário de Tucuruí. Estes tutores em sua maioria são estudantes do terceiro ano dos cursos de engenharia e participantes do projeto de extensão Laboratório de Engenhocas. Os integrantes deste projeto têm por principal atribuição 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. Algumas atividades semelhantes com a aplicação da metodologia foram desempenhadas nas turmas de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica sendo realizadas em 2011 (SILVA *et al.*, 2012a; SILVA *et al.*, 2012b).

## 2. METODOLOGIA

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, que são alunos do programa 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. Os kits convencionais consistem em equipamentos adquiridos pela instituição, são executados em bancadas e apresentam diversos tipos de aplicações que envolvem conceitos transversais as engenharias.

|         | 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 de atividades.

Na semana em que se trabalhou com o P2BL, as aulas ocorreram na sala da própria turma. 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, fluxo de atividades em paralelo durante a disciplina.

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 alunos da turma, fornecendo feedbacks sobre a relevância dos temas escolhido cada equipe.

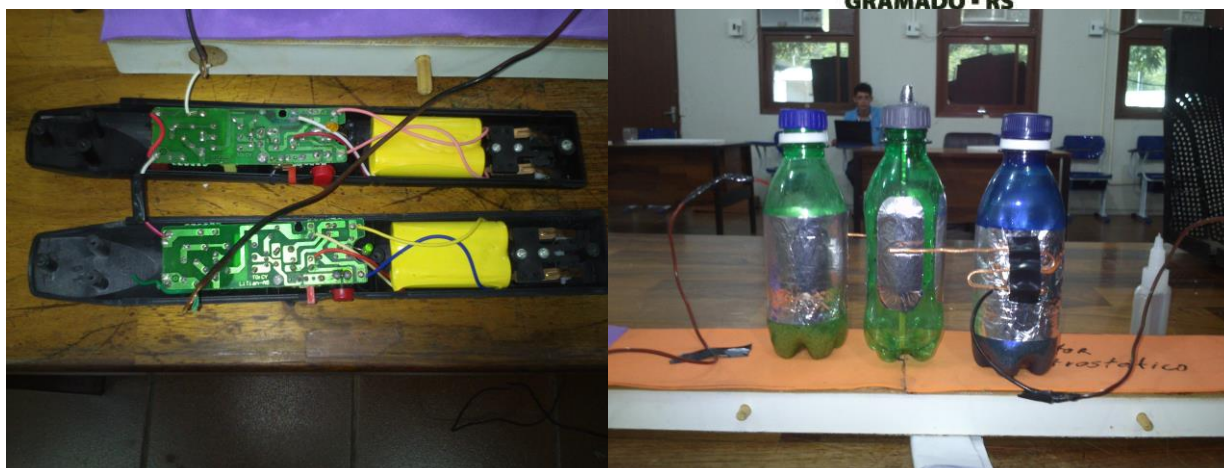
Na aprendizagem baseada em problemas, nunca se sabe quais serão as perguntas dos alunos, mas todas elas obrigam o professor e o tutor a estarem atualizados. O papel do tutor não é de dizer exatamente o que ele deve aprender e em que sequência deve fazê-lo, o tutor deverá ajudar os estudantes a determinarem isto de forma independente. Direciona-se, portanto, o aluno para sua autonomia na aprendizagem (ENERMARK, 2009; CAMPOS, 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 à 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, porém no decorrer das atividades passaram a entender a importância da atividade que estava sendo desenvolvida. A Figura 3 (a) e (b) demonstra a participação de alunos na construção de experimentos de um motor eletrostático de corrente contínua a alta tensão, permitindo aos alunos a compreensão de funcionamento e características das principais partes de um gerador.



(a)

(b)

Figura 3. Experimentos (a) e (b) realizados por discentes como apresentação do projeto.

Dentre os projetos expostos, alguns aprimoraram experimentos que foram realizados pelos tutores em classe, melhorando o desempenho e eficiência do protótipo, com esse intuito, discentes do curso de engenharia elétrica refizeram um protótipo de um foguete de água demonstrado pela Figura 4 (a), melhorando sua eficiência e realizando análise para alcance máximo e altura máxima para o ângulo de lançamento. Percebeu-se também 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 demonstradas pela Figura 4 (b). 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.



(a)

(b)

Figura 4. Experimentos desenvolvidos por alunos ao final da disciplina. (a) Protótipo de uma turbina eólica. (b) Foguete de água 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 5 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 utilização dos Kits foi importante na opinião dos discentes, o que permitiu maior 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 socioambiental.

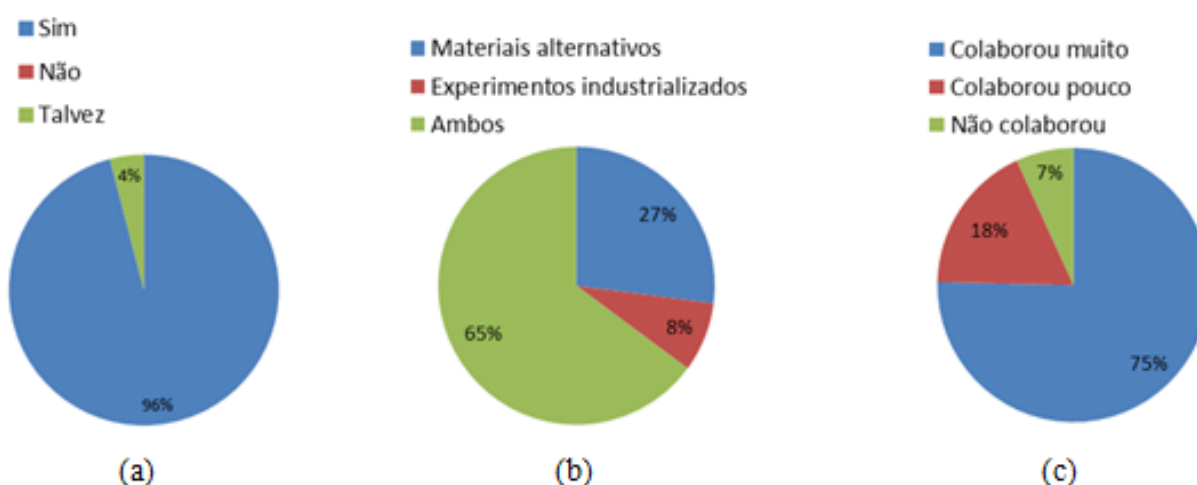


Figura 5. Resultados do questionário aplicado aos discentes que cursaram a disciplina. (a) Questão 1: é válido utilizar-se de experimentos alternativos para o ensino do curso de engenharia?; (b) Questão 2: considerando as atividades realizadas na disciplina, o que foi considerado mais relevante: o uso 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. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a experiência da aplicação da metodologia nos cursos de engenharia do Campus de Tucuú, 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 depende 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 proativa 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 realizadas 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.

### ***Agradecimentos***

O grupo envolvido neste trabalho agradece a colaboração entre a UFPA e Empresa Eletrobrás/Eletronorte pelo constante apoio aos projetos do Campus Universitário de Tucuruí. Agradecimentos também a Vale, Kumon e ao CNPq pelo apoio constante a pesquisa.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDERSEN, A. 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, 2011.

BRASIL. (2010). Lei Nº 12.305: Política Nacional de Resíduos Sólidos., Disponível em Planalto: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 13 abril 2012.

CAMPOS, L. C., Dirani, E. A., & Manrique, A. L. Educação em engenharia: novas abordagens. São Paulo: EDUC, 2011.

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

POWELL, P. C., & Weenk, G. W. Project-Led Engineering Education. Utrecht: Lemma Publishers, 2003.

POUZADA, A. S. Project Based Learning. Braga: União Europeia, 1999.



PUENTE, S. M., Jongeneelen, C. J., & Perrenet, J. C. 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, 2011.

SILVA, S. P., LIMA, D. S., SANTOS, H. N., SILVA, D. B., FONSECA, W. S. 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 Engenharia Mecânica. São Luís, 2012.

SILVA, S. P., LIMA, D. S., SANTOS, H. N., SILVA, D. B., FONSECA, W. S., ALEIXO, V. F. 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, 2012.

## **USE OF METHODOLOGY P2BL IN ENGINEERING COURSES IN THE AMAZON FROM EXPERIMENTS ALTERNATIVE**

**Abstract:** *This article presents the results of the experiment with the methodology P2BL (Problem Based Learning and Project) at the Federal University of Pará, Campus Tucuruí, located in the Amazon region. The methodology was applied in Laboratory disciplines of Campus Engineering Courses contained. The experience was developed by teachers and students, the latter were tutors during the application of the methodology, contributing to the learning of both tutors and discipline students. Therefore, the present work aims to provide presentations related to demonstration of some experiments and questionnaires regarding the use of experiments with alternative materials.*

**Key-words:** *Engineering education, P2BL, Low cost materials.*