

APRENDIZAGEM ORIENTADA POR PROJETOS: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO DE APRENDIZAGEM COOPERATIVA APLICADA À DISCIPLINA DE RESISTÊNCIA E ESTRUTURA

Carla Adriane Ramos Segatto Fontoura – carlaadraine@yahoo.com.br
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana
Avenida Luís Eduardo Magalhães, s/n – Subaé
44079-002 – Feira de Santana – BA

Vanessa Gomes Matos – vvanessagomesmatos@gmail.com
Universidade Federal da Bahia
Rua Augusto Viana, s/n – Palácio da Reitoria, Canela
40110-909 – Salvador – BA

Guilherme Moura Afonso da Silva – gm_as@yahoo.com.br
Faculdade Nobre de Feira de Santana
Av. Maria Quitéria, 2116, Centro
44001-008 – Feira de Santana – BA

Resumo: A tradição no ensino da engenharia traz consigo práticas de ensino expositivas, promovendo um aprendizado passivo, baseado em instruções, erguendo grandes fronteiras entre a docência e a discência. A decisão de empoderar o aluno em seu processo de aprendizagem é capaz de construir e aprimorar habilidades cognitivas e competências necessárias para um desenvolvimento significativo e uma formação profissional completa e autônoma. O presente estudo de caso aborda os efeitos da implementação pedagógica dos métodos de aprendizagem baseada em problemas (PBL – problem-based learning) e aprendizagem baseada em projetos (PJBL – project-based learning) para estudantes de graduação de programas de engenharia. O processo de inserção de metodologias ativas, com projetos propostos para integração dos conteúdos das disciplinas, impactou positivamente no processo de desenvolvimento de capacidades intelectuais, técnicas e empreendedoras. A aceitabilidade do método foi avaliada por meio de pesquisa facultativa entre os discentes sobre o grau de contribuição para o aprendizado, grau de contextualização dos conteúdos, motivação na realização de projetos, validação e protagonismo no aprendizado. Os resultados obtidos demonstraram elevados índices de aceitação da metodologia condizentes com a resposta didática observada em sala de aula.

Palavras-chave: PBL. PJBL. Metodologias ativas. Ensino a Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

A relação simbiótica entre engenharia e inovação está sempre presente nos locais de trabalho dos engenheiros, nos projetos de pesquisa e desenvolvimento, mas é especialmente indispensável nos métodos educacionais da engenharia. Há muito já se percebe que as estruturas, práticas e metodologias dos sistemas educacionais tradicionais não são adequadas o suficiente para sustentar as necessidades de aprendizagem da Sociedade do Conhecimento (LORD et al, 2012; DOCHY et al, 2003; GRAHAM, FROMMER e WALKER, 1999).

Especificamente nos cursos de graduação em Engenharia, as práticas convencionais de ensino se baseiam na aprendizagem baseada em instruções (IBL – Instructional Based Learning), onde o estudante possuirá o conhecimento por meio de leituras, configurando um papel passivo no processo de aprendizagem. Além disso, os cursos de engenharia tendem a destinar um grande percentual de carga horária para as aulas teóricas em detrimento de práticas e atividades laboratoriais, o que faz com que o discente perca motivação e rendimento no decorrer do curso, muitas vezes apontado como uma das causas da evasão no ensino superior (SILVA; RAMOS, 2018).

Entre as ferramentas de ensino e aprendizagem que demandam uma maior interatividade, destacam-se a aprendizagem baseada em trabalho (WBL – work-based learning), aprendizagem autônoma (SDL – self-directed learning), aprendizagem baseada em problemas (PBL – problem-based learning) e aprendizagem baseada em projetos (PJBL – project-based learning). O emprego dessas ferramentas promove o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos estudantes resultando em um aumento do pensamento crítico, maior motivação no desenvolvimento de projetos, além de uma expressiva e efetiva aprendizagem significativa (RIBEIRO *et al*, 2018).

A proposta do uso individual ou combinado dessas metodologias configura uma redefinição do ensino das engenharias, estabelecendo um ambiente de aprendizagem diferenciado onde os envolvidos vivem, aprendem e trabalham cooperativamente (SOUSA *et al*, 2018).

A pesquisa científica é sem dúvida uma importante aliada na formação acadêmica de qualquer estudante de graduação, acarretando ganhos tanto de aprendizado quanto profissionais, contribuindo fortemente com o desenvolvimento da escrita, a perspectiva da aprendizagem, o foco, entres tantas outras vantagens (RÜDE *et al*, 2018).

Neste contexto, este artigo apresenta um estudo de caso da implementação pedagógica do método PBL e PJBL para estudantes de graduação dos programas de engenharia da Unidade de Ensino Superior de Faria de Santana (UNEF) e Faculdade Nobre de Feira de Santana (FAN), no estado da Bahia.

2 METODOLOGIA

Os cursos de engenharia da UNEF/FAN vêm inserindo metodologias ativas em suas práticas de ensino, configurando seus métodos avaliativos por provas (50%) e concepção teórica de trabalhos e projetos (50%), onde 30% da carga horária da disciplina sejam cumpridas por atividades discente supervisionadas (TDE – Trabalho Discente Efetivo). Este formato garante que as aulas teóricas, cujos conteúdos são embasados na bibliografia adotada pelo curso, não sejam o propósito único da disciplina, mas parte integrante do ensino. O modelo propõe que os conceitos trabalhados nas aulas teóricas sejam aplicados nos projetos propostos, em atividades práticas semanais orientadas pelo professor e desenvolvidas extraclasse exclusivamente pelos alunos.

A prática em grupo ajuda a preparar os discentes para papéis de liderança global. Para enfatizar a importância do trabalho em equipe e otimizar o método PBL, os estudantes foram engajados em grupos compostos por 5 a 8 integrantes, oportunizando o fortalecimento de suas habilidades de comunicação, liderança e responsabilidade ética entre os membros.

Foi proposto aos estudantes de engenharia Ambiental e Sanitária, Civil, Química, Elétrica, Mecânica e de Produção o desenvolvimento de materiais diversos, tais como tijolos, telhas, entre outros, a partir da combinação dos componentes tradicionais (argila, cimento, etc.) com materiais recicláveis, como por exemplo pneus velhos ou garrafas pets, configurando o modelo PJBL.

O projeto foi pensado para ser introduzido na rotina educacional dos discentes como um projeto piloto, sobre o qual os demais componentes curriculares circundam e contribuem na construção do projeto, assegurando intensas alianças interdisciplinares que enriquecem as aulas.

Engajados em um mundo que procura reduzir as emissões de carbono e descobrir e desenvolver as tecnologias do futuro que atendam a preceitos como proteção ao meio ambiente e equilíbrio dos ecossistemas delicados do nosso planeta, os alunos dos cursos de engenharia concentraram seus projetos no tema sustentabilidade e o artifício utilizado foi a reciclagem.

A primeira etapa do projeto visou a escrita de um artigo científico de revisão bibliográfica baseado na literatura especializada através de consulta a artigos científicos selecionados buscados em bancos de dados confiáveis. Este momento é importante por conduzir o aluno a uma coleta de informações sobre o processo de fabricação da peça escolhida, possibilidades de combinação de materiais recicláveis e métodos existentes. Vale ressaltar a valorização dos conhecimentos espontâneos (prévios) dos próprios estudantes (VYGOTSKY, 1987), que serviram de norte para a escolha do projeto e alcance do conhecimento científico.

O produto final do projeto corresponde a fabricação da peça, que deverá atender a critérios como estética, além de possuir características semelhantes aos já produzidos na indústria. Nesta etapa, deverão ser realizados testes à título de comparação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais estabelecem competências e habilidades pertinentes ao engenheiro em formação, dentre elas a capacidade de projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; além da eficácia na atuação em equipes multidisciplinares (BRASIL, 2002). Os métodos de ensino tradicionais proporcionam raras oportunidades para o desenvolvimento de tais competências.

Com o intuito de construir uma cultura voltada para o futuro, eficiente e solidária, que estimula, reconhece e recompensa a criatividade, o pensamento empreendedor e o desempenho exemplar, os alunos do curso de engenharia da UNEF/FAN foram desafiados a investigar e produzir um material novo através da combinação da matéria prima base com materiais recicláveis.

A disciplina de Resistência dos Materiais trouxe projetos focados em integração energética. Foram desenvolvidos projetos como o aproveitamento do torque em portas giratórias para geração de energia elétrica para reduzir custos com iluminação, buscando materiais sustentáveis com resistência adequada para cada função. Os conceitos da disciplina também foram aplicados no projeto de um sistema de turbocompressor para alimentação de baterias em carros híbridos, onde os alunos avaliaram a resistência térmica, mecânica e todas as tensões envolvidas no sistema para a escolha de materiais adequados para trazer maior autonomia e diminuir os impactos ambientais desse tipo de veículo.

O projeto apresentou ideias interessantes, tais como a criação de um plástico biodegradável com resíduo de cevada, o desenvolvimento de telha com bagaço de cana e revestimento de caixinha de leite trituradas e a composição de um bloco de concreto com caule de bananeira.

Disciplinas como Física: Ondas e Calor contribuíram fortemente no processo por permitir uma melhor análise do produto final buscado a partir das discussões de conceitos físicos pertinentes, tais como características ondulatórias versus resistência dos materiais, densidade, temperatura e pressão, entre outros.

A escolha do projeto adotado ficou a cargo dos estudantes participantes de cada grupo, o que tornou o trabalho mais particular e motivador. Ficou claro que os trabalhos adotados eram escolhidos de acordo com os conhecimentos prévios dos envolvidos. Por exemplo, o grupo que tinha integrantes com conhecimento técnico de química escolheu desenvolver um plástico biodegradável utilizando os solventes adequados para tal. Por outro lado, o grupo que possuía instrução na construção civil decidiu otimizar as telhas já conhecidas com o bagaço de cana e caixinhas de leite.

Embora inicialmente desafiador, a construção e escrita do artigo mostrou ser um exercício poderoso de aprendizagem ao desenvolver as habilidades de escrita do aluno. Os artigos apresentados trouxeram relevante correlação entre a teoria e a prática. Foi identificada preocupação com características importantes de resistência dos materiais, tais como tensão admissível e deformação.

Como todo projeto de pesquisa, a produção final da peça demanda tempo e recursos, e requer etapas de testes e adaptações. Este projeto terá seguimento nos semestres seguintes, através de um aperfeiçoamento dos processos de produção e correções necessárias. Muito embora alguns produtos já elaborados demonstrem grandes chances de sucesso, a exemplo da telha com bagaço de cana e do bloco de concreto com caule de bananeira, trazemos para esta discussão apenas o panorama da aprendizagem que o modelo trouxe para os sujeitos envolvidos. Destacam-se um aumento significativo na participação em sala de aula, o que ocorreu provavelmente devido a curiosidade despertada pelo projeto, que poderia ser sanada em discussões em classe embasadas no conteúdo. Além disso, houve uma clara aproximação entre a teoria e a prática.

Foi realizada uma pesquisa facultativa com os discentes das três turmas da disciplina que aderiram ao método de ensino, resultando em uma amostra de 42 indivíduos. Na pesquisa, os alunos responderam as 7 perguntas a seguir:

Tabela 1 – Questionário da pesquisa
Pergunta

1	Você acredita que o TDE contribui positivamente para o seu aprendizado?
2	Você consegue visualizar os conteúdos da disciplina de uma forma mais prática através do TDE?
3	Você é capaz de vislumbrar possibilidades de atuação profissional com mais facilidade com o TDE?
4	Você se sente mais motivado no curso quando realiza projetos?
5	No TDE você se sente seu aprendizado validado e se sente capaz de desenvolver novos projetos?
6	Os conteúdos ficam mais claros quando aplicados na execução do TDE?
7	Você desenvolve projetos no TDE que você realmente gostaria de realizar em grande escala na sua vida profissional?

Fonte: (AUTORES, 2019).

A média de contentamento dos alunos com o ensino é apresentada na Figura 1, a qual corresponde a valores superiores a 7,0 em todas as respostas, o que pode ser considerado satisfatório. A menor média obtida sugere a necessidade de uma adaptação do método relativo ao tema proposto. Aparentemente o tema “sustentabilidade” levou os alunos a desenvolver projetos inovadores, porém pontuais que, segundo indicam as respostas, não seriam adotados em trabalhos futuros. Esta resposta tange o objetivo primordial do projeto, que é o pensamento empreendedor.

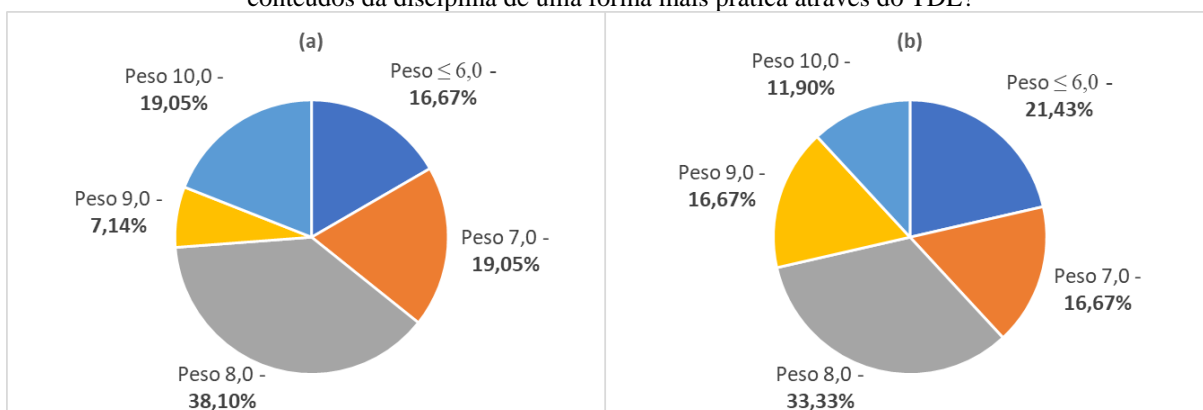
Figura 1: Média de satisfação dos alunos com o método de ensino orientado por projetos com base nas perguntas 1 a 7 (Tabela 1).



Fonte: (AUTORES, 2019).

A Figura 2 apresenta o percentual de respostas por peso obtidos quando perguntados se o TDE validava seus conhecimentos a ponto de prepará-los para novos desafios e se melhorava a visualização dos conteúdos tratados em sala. Os resultados explicitam a vantagem do ensino orientado por projetos não apenas na promoção do interesse em sala, mas também na difícil tarefa de visualização dos conteúdos. A Figura 2-a revela uma excelente aceitação dos alunos quanto ao método proposto, considerando o alto índice de pesos $\geq 7,0$ atribuídos às respostas. Mesmo nos casos contidos nos 16,67% dos entrevistados, que parecem sentir insegurança quanto ao aprendizado e desenvolvimento de projetos futuros, os pesos conferidos foram entre 4 e 6, o que resguarda o método de uma rejeição. A Figura 2-b traz um panorama dos entrevistados quanto a vantagem do ensino orientado por projeto na visualização dos conteúdos da disciplina. Do total, 78,57% dos alunos questionados responderam ter obtido bons resultados na visualização dos conteúdos.

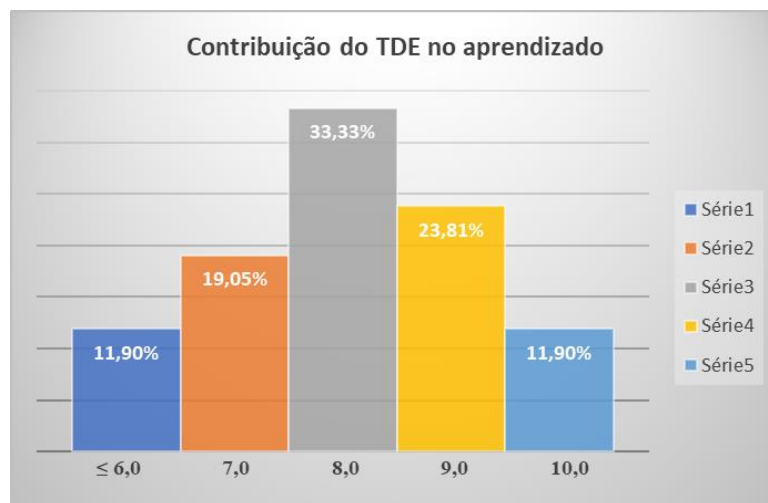
Figura 2: Percentual de pesos correspondentes as respostas para a pergunta: (a) No TDE você se sente seu aprendizado validado e se sente capaz de desenvolver novos projetos? e (b) Você consegue visualizar os conteúdos da disciplina de uma forma mais prática através do TDE?



Fonte: (AUTORES, 2019).

Apenas 11,9% dos alunos questionados acreditam que o ensino orientado a projetos por meio do TDE não apresente contribuição significativa na aprendizagem (Figura 3), o que, com base no alto índice de aprovação apresentado na pesquisa (88,10%), possivelmente seja creditado a insatisfações oriundas de outras causas.

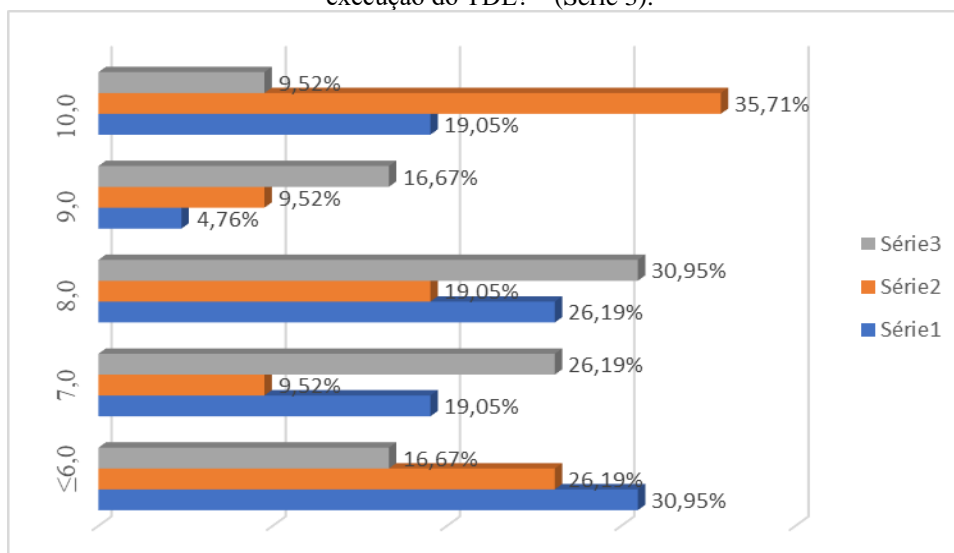
Figura 3: Índices de respostas para a pergunta: "Você acredita que o TDE contribui positivamente para o seu aprendizado?". Séries 1 a 5 se referem aos pesos $\leq 6,0$, 7,0, 8,0, 9,0 e 10,0, respectivamente.



Fonte: (AUTORES, 2019).

A Figura 4 apresenta mais alguns percentuais. Foi identificada uma maior percepção de atuação profissional por conta do desenvolvimento do projeto. Aproximadamente 69% dos alunos acreditam que o método, através do TDE, incrementa as possibilidades de atuação profissional. No entanto, é importante sinalizar o índice elevado de insegurança novamente ligado a possibilidade de atuação profissional apresentado pela pesquisa. Isso sugere a necessidade de uma revisão da metodologia no que diz respeito a esse aspecto nos trabalhos futuros. Dentre os questionados, 73,81% responderam sentir maior motivação no curso ao realizar projetos. Dos 42 indivíduos questionados, 15 atribuíram nota máxima ao ensino orientado por projetos no que se refere a motivação no curso. Ainda, 83,33% dos alunos acreditam que os conteúdos ficam mais claros quando aplicados na execução do TDE.

Figura 4: Relação de percentuais por pesos correspondentes as perguntas: “Você é capaz de vislumbrar possibilidades de atuação profissional com mais facilidade com o TDE?” (Série 1), “Você se sente mais motivado no curso quando realiza projetos?” (Série 2) e “Os conteúdos ficam mais claros quando aplicados na execução do TDE?” (Série 3).



Fonte: (AUTORES, 2019).

Os altos índices de aceitação da metodologia, bem como a resposta didática observada em sala de aula, permitem concluir que o ensino orientado por projetos é uma ferramenta interessante de ensino e que, uma vez adotada em sala de aula, traz benefícios capazes de impulsionar a qualidade de formação dos futuros engenheiros.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta um panorama da adoção de uma metodologia alternativa às comumente adotadas nos cursos de engenharia. A metodologia de ensino orientada por projetos traz uma harmonia entre a teoria e a prática através do desenvolvimento de ideias inovadoras que possibilitem a criação de protótipos de sistemas reais úteis para a comunidade.

Os resultados discutidos neste trabalho demonstram que o método proporcionou um aprimoramento no desenvolvimento intelectual dos alunos, os quais se empoderaram de seu próprio processo de aprendizagem, além de serem levados a situações como tomada de decisões, escolhas, apostas, riscos e incertezas, inerentes a prática cotidiana na engenharia, que acabou por desenvolver/exercitar o senso de liderança e a capacidade de persuasão. Ainda, foi identificada o uso tanto de conteúdos previstos quanto não previstos. Isto demonstra que a metodologia adotada instigou o aluno a não se satisfazer apenas com os assuntos trazidos pelo professor em sala de aula, mas a buscar o novo, o desconhecido, para solucionar o desafio proposto.

O ensino orientado por projetos obteve respostas positivas dos alunos em todos os aspectos. Muito embora algumas adaptações devam ser levadas em conta para os trabalhos futuros, esta metodologia propiciou um impacto didático importante no ensino da disciplina de resistência dos materiais para estudantes de engenharia, inserindo um comportamento inclusivo de pertencimento e engajamento global, promovendo uma diversidade de cultura de inclusão, integridade e colaboração que aprofundou a compreensão e atingiu experiências interculturais e globais.

Neste cenário, o ensino orientado por projeto apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino de caráter teórico e prático que, se devidamente implementada, é capaz de oportunizar o desenvolvimento das competências inerentes ao engenheiro em formação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução cne/ces 11/2002. 2002. Institui as diretrizes curriculares do curso de graduação em engenharia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 mar. 2002.

DOCHY, F. *et al.* Effects of problem-based learning: a meta-analysis. **Learning and Instruction**, p. 533-568, 2003.

GRAHAM, H., FROMMER, M., and WALKER, R. Constructivism and Problem-based Learning. **Journal of Further and Higher Education**, p. 369-371, 1999.

LORD, S. *et al.* The Effect of Different Active Learning Environments on Student Outcomes Related to Lifelong Learning, **Int. Journal of Engineering Education**, p. 606-620, 2012.

RIBEIRO, Jorge *et al.* Designing Student Centered Learning Methodologies in Applied Sciences Engineering Education. **The Future of Education**, 2018.

RÜDE, U. *et al.* Research and Education in Computational Science and Engineering. **Society for Industrial and Applied Mathematics Rev.**, v. 60 (3), p. 707-754, 2018.

SILVA, H. T. M.; RAMOS, L. F. M. Evasão de curso: as responsabilidades dos agentes do ensino superior. URL:www.italo.br/portal/cepep/revistaeletronica.html. São Paulo, v.8, n. 3, p. 85-100, jul/2018.

SOUSA, F.; FILHO, F.; NASCIMENTO, A.; COUTO, M.; JUNIOR, F. S.; MORAES, J. Metodologia de ensino moderna orientada a projetos: modelo colaborativo de aprendizagem aplicado à disciplina de Eletrônica Digital. **Revista de Informática Aplicada**, v. 14, n 1, p. 82-94, 2018.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

PROJECT-ORIENTED LEARNING: A TEACHING STRATEGY FOR COOPERATIVE LEARNING APPLIED TO THE DISCIPLINE OF STRENGTH AND STRUCTURE

Abstract: *The tradition in teaching engineering brings with its expositive teaching practices, promoting passive, instruction-based learning, building large frontiers between teaching and learning. The decision to empower the learner in their learning process is able to build and enhance cognitive skills and competencies necessary for meaningful development and complete and autonomous vocational training. The present case study addresses the effects of the pedagogical implementation of problem-based learning (PBL) and project-based learning (PJBL) for graduate students in engineering programs. The process of insertion of active methodologies, with projects proposed to integrate the contents of the disciplines, positively impacted the process of intellectual, technical and entrepreneurial capacity development. The acceptability of the method was evaluated by means of a voluntary research among the students on the degree of contribution to the degree of contextualization of the content, motivation in the accomplishment of projects, validation and protagonism in the learning. The results obtained demonstrated high acceptance rates of the methodology, consistent with the didactic response observed in the classroom.*

Key-words: PBL. PJBL. Active methodologies. Engineering Teaching.