

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION

Organizing and Managing
Project Based Learning



pa
ee

INTERNATIONAL
SYMPOSIUM ON
PROJECT APPROACHES
IN ENGINEERING
EDUCATION

TITLE

Proceedings of the Fourth International Symposium
on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2012)

EDITORS

Natascha van Hattum-Janssen
Rui M. Lima
Dinis Carvalho
Luiz Carlos de Campos

Research Centre in Education - CIEd,
University of Minho
and
Department of Production and Systems,
School of Engineering, University of Minho
and
Faculty of Exact Sciences and Technology,
Pontifical Catholic University of São Paulo, PUC-SP

GRAPHIC DESIGN

Gen – Comunicação Visual

ISBN

978-989-8525-14-7

This is digital edition.

Aprendizagem Ativa na Disciplina Eficiência Energética: um experimento metodológico

Daniilo Pereira Pinto^{*1}, Francisco José Gomes^{*1}, Dinis Carvalho^{*2}, Natascha van Hattum-Janssen^{*3}, Rui M. Lima^{*2}

^{*1} Departamento de Energia, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil

^{*2} Departamento e Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

^{*3} Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

Email: daniilo.pinto@ufjf.edu.br, chico.gomes@ufjf.edu.br, dinis@dps.uminho.pt, nvanhattum@iep.uminho.pt, rml@dps.uminho.pt

Abstract

Engineering education is an always present subject, correlated with the technology and production basis development. Active learning and engineering education are closely related areas, as the engineer is educated for designing solutions for real world problems demanding technical knowledge, skills and attitudes. Considering the educational process, some areas exhibit multidisciplinary characteristics and knowledge integration possibilities, allowing for new pedagogical experiments in the learning process. This work details a practical pedagogical experience based on a hybrid PBL-PjBL strategy applied to the Energy Efficiency discipline belonging to the Electrical Engineering course at UFJF.

Keywords: active learning; Problem Based Learning (PBL); Project Based Learning (PBL / PjBL); energy efficiency.

1 Introdução

A formação do engenheiro está se modificando em decorrência de alterações na sociedade e na relação dessa com os centros de formação profissional tentando acompanhar e, principalmente, antever as necessidades da **sociedade, que se colocam como requisitos para os componentes do perfil profissional do engenheiro. ...**

A formação dos profissionais em engenharia será sempre tema atual. O desenvolvimento da tecnologia e dos meios de produção é impulsionado pelo atendimento às necessidades da humanidade e pelas novas relações de produção, colocando novos desafios para os engenheiros, seja sob o ponto de vista tecnológico, seja sob o ponto de vista das consequências de suas ações sobre a sociedade e sobre o meio ambiente. Formar um profissional consciente e à altura desses desafios é tarefa que deve ser permanentemente revista.

A legislação brasileira atual para o setor traz em seu bojo a intenção de alterar a base filosófica do curso, **focando na competência, e busca uma abordagem pedagógica “centrada no aluno com ênfase na síntese e na transdisciplinaridade”**. A Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (Brasil, 1996) estabeleceu as “Diretrizes e Bases da Educação Nacional” - LDB e a Resolução 11/2002 (MEC/CNE/CES, 2002) regulamentou as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia” - DCN.

Apesar desta base legal, o que ainda hoje vige, na grande maioria dos cursos de graduação em engenharia, no Brasil, é a visão da relação ensino/aprendizagem baseada na transmissão do conhecimento, na qual o aluno seria um mero agente passivo. A LDB e as DCN buscam mudar essa concepção, quando alteram o foco do processo de ensino/aprendizagem centrando-o no aluno, que passa então a ser agente ativo de sua formação, esperando-se que tenha papel ativo e responsável no processo de aprendizagem, chegando até a definir, inclusive, seu programa de estudos.

A aprendizagem ativa é considerada um conjunto de ações ou eventos, planejados de forma que os participantes, como parte integrante do processo educacional, se sintam motivados a processar, aplicar, interagir e compartilhar suas experiências (Florida State University, 2010). Pode-se dizer que é qualquer método instrucional que incorpore os estudantes no processo de aprendizagem; requer, portanto, que eles executem atividades significativas de aprendizagem e raciocinem sobre o que estão fazendo (Prince & Felder, 2006).

Aprendizagem Ativa e Educação em Engenharia constituem um par natural, pois o engenheiro deve ser educado para projetar e construir soluções para os problemas do mundo real. Originalmente, o ato de educar, em engenharia, costumava ter ligações muito estreitas com a sua prática mas, de forma gradual, passou a reforçar, de forma progressiva, aspectos teóricos. Infelizmente, nos dias de hoje, a pedagogia dominante **para a educação em engenharia ainda tem sido “o giz e o discurso”, apesar de toda a pesquisa em educação demonstrar a sua ineficácia para construção do perfil profissional demandado pela sociedade atual, com as competências e atitudes associadas**. Observa-se, felizmente, nos últimos anos, tentativas de reversão dessa tendência (Felder & Brent, 2003).

Muitos autores defendem que estratégias pedagógicas de Aprendizagem Ativa, tais como a Aprendizagem baseada em Problemas - “*Problem-based Learning (PBL)*” - e a Aprendizagem baseada em Projetos - “*Project-oriented Learning (POL)*” ou “*Project-based Learning (PjBL)*” – podem se configurar como metodologias naturais para a educação em engenharia, haja vista que se enquadram, de forma adequada, em sua prática. A aplicação dessas estratégias busca fornecer aos educandos ambientes de aprendizagem corretamente estruturados, que lhes permitam construir as bases para um aprendizado contínuo e, ao mesmo tempo, construir a combinação de conhecimentos, habilidades e atitudes integrantes das competências profissionais subjacentes à atividade do engenheiro.

As estratégias pedagógicas de Aprendizagem Ativa abarcam, dessa forma, grande leque de atividades que compartilham um elemento comum: envolver os estudantes no desenvolvimento de tarefas, de forma crítica e criativa, em um processo de reflexão sobre o que estão desempenhando (Bonwell & Eison, 1991).

O presente trabalho pretende apresentar, nesse contexto, as posturas metodológicas ativas adotadas na disciplina Eficiência Energética, do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF, baseadas em uma estratégia híbrida PBL-PjBL. Devido às características dessa atividade acadêmica - multidisciplinar, integralizadora de conhecimentos, com conotação prática, dentre outras - verifica-se que ela constitui um campo fértil para experimentações de novas práticas metodológicas do processo de ensino-aprendizagem.

Suas características derivam do fato que o combate ao desperdício de energia é uma questão atual, importante, multidisciplinar, de grande visibilidade, e a disciplina tem por objetivo possibilitar que os alunos desenvolvam habilidades e competências para realização de projetos de eficiência energética, em instalações diversificadas. Abrange, assim, um conjunto de problemas (análise tarifária, iluminação eficiente, conforto térmico e lumínico, otimização de sistemas motrizes, automação e controle de processos, equipamentos/usos finais diversos, campanhas educativas, capacitação e disseminação de conhecimento de técnicas de uso eficiente) que possibilitam gerar, como resultado esperado, um projeto integrado de combate ao desperdício de energia.

O artigo está estruturado como segue: a seção 2 apresenta uma revisão conceitual sobre as metodologias ativas, a seção 3 discute as características da disciplina Eficiência Energética e as posturas ativas adotadas. As conclusões, na seção 4, encerram o trabalho.

2 Metodologias Ativas

A reformulação da formação do engenheiro coloca demandas por novas metodologias, posturas pedagógicas diferenciadas e visões da relação ensino-aprendizagem mais consistentes. A expressão “**aprendizagem ativa**”, ou “**métodos ativos de aprendizagem**”, vem recebendo atenção crescente dos educadores por constituir uma das respostas possíveis às novas demandas educacionais colocadas pela sociedade. Dentre essas, duas vêm ganhando maior visibilidade: a Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL e a Aprendizagem Baseada em Projetos – PjBL.

2.1 Aprendizagem Baseada em Problemas - PBL

Trata-se de estratégia pedagógica centrada no estudante, na qual eles aprendem sobre o tema em um contexto de problemas reais, complexos e multifacetados. **Trabalhando em equipes, identificam “o que já sabem, o que não sabem e o que precisam saber”** (Krishnan, 2009) para chegar à uma solução/diagnóstico para o problema proposto. O papel do professor é o de facilitador da aprendizagem, fornecendo a estrutura adequada do processo através de perguntas de sondagem, fornecimento dos recursos apropriados, condução das discussões em classe, bem como planejando a sistemática de avaliação. O PBL difere do método educacional expositivo convencional na medida em que seu objetivo principal é propiciar uma aprendizagem ativa por parte do estudante; seu propósito é potencializar o desenvolvimento de competências essenciais para o sucesso do estudante.

Proposto na década de 70 pela Escola de Medicina da MacMaster University, no Canadá, o PBL (Samford, 2006) promove o engajamento efetivo do estudante com sua aprendizagem: a partir de situações colocadas pelos professores, os estudantes constroem seu próprio conhecimento buscando respostas para as situações apresentadas.

Sua matriz conceitual remonta ao pensamento filosófico de John Dewey e, para a conquista de seus propósitos educacionais, pode não eliminar totalmente as aulas expositivas convencionais, utilizando uma concepção híbrida (Noordinet *al.*, 2011); sua principal dinâmica, entretanto, ocorre a partir da discussão dos problemas, responsável pela construção do conhecimento sobre o tema específico abordado. A discussão dos problemas ocorre, geralmente, em sessões tutoriais, com formação de equipes de estudantes –

normalmente, 6 a 10 – que passam a ter o suporte de um professor ou facilitador. O procedimento pode utilizar uma divisão de responsabilidades entre os estudantes como, por exemplo, funções de coordenação e secretaria para o grupo. O problema a ser trabalhado deve apresentar algumas características específicas (Socalingam, 2010) podendo ser apresentado pelo tutor ou selecionado pelo grupo, após o que se inicia o processo de produção, apreensão, organização, gestão, representação e difusão do conhecimento. A dinâmica do método PBL é constituída, de uma maneira geral, porém não obrigatoriamente, (Deslile, R., 1997), por sete passos, responsáveis por orientar o grupo para a solução dos problemas apresentados (Bound, D. & Feletti, G., 1998; Duch, B., Groh, S. E. & Allen, D. E. , 2001; Pinto, G. R. P. R. & Burnham, T. F., 2010; Pinto, G. R. P. R.; Burnham, T. F. & Pereira, H. B. B., 2009).

Conforme Ribeiro e Misukami, (Ribeiro, L. R. C & Mizukami, M. G. N., 2004) existem distintas maneiras de se realizar PBL, porém seu núcleo comum engloba a apresentação de um problema aos alunos, em torno do qual organizam suas ideias, em grupo, procurando compreendê-lo e solucioná-lo com o conhecimento que já possuem. A seguir destacam questões com base no que não compreenderam e planejam uma distribuição de tarefas visando esclarecê-las para, então, compartilharem com o grupo, integrando os novos conhecimentos, relacionando-os com o contexto do problema. Finalmente, realizam sua auto-avaliação, a avaliação dos colegas e do processo vivenciado.

2.2 Aprendizagem Baseada em Projetos - PjBL

Embora existam muitas semelhanças entre a estratégia PBL e a PjBL, a literatura considera, em geral, que esta última consiste em uma postura pedagógica na qual grupos de estudantes efetuam o desenvolvimento de um projeto para resolver problemas realistas e/ou situações reais da vida profissional, ou que a emulam (Thomas, 2000). Essa abordagem possibilita o aprendizado da interação necessária ao trabalho em equipe, tanto entre seus membros como com o ambiente onde estão inseridos, o fortalecimento das habilidades, a aquisição dos conhecimentos técnicos, o desenvolvimento de atitudes e comportamentos que lhes permitam lidar com os ambientes de trabalho, após a conclusão dos estudos (Noordin, M. K.; Nasir, A. N.; Ali, D. F. & Nordin, M. S., 2011).

No geral, pode-se dizer que consiste em um método de ensino que envolve os alunos no aprendizado através de atividades de pesquisa/desenvolvimento, onde trabalham de forma autônoma e colaborativa, sob a supervisão de um tutor, ao longo de um período de tempo, em torno de tarefas complexas, resultando em produtos realistas.

3 A Disciplina Eficiência Energética

A Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, com o objetivo de modernizar o currículo de seu curso de **engenharia elétrica, e seguindo as diretrizes delineadas no seminário “PROCEL nas IES” – 2000**, realizado pela Eletrobrás, oferece, desde 2001, a disciplina Eficiência Energética, de caráter eletivo, com carga horária de 60 horas/aula, para alunos a partir do sétimo período do Curso de Engenharia Elétrica (Pinto, & Braga, , 2007). Esta atividade acadêmica está sendo desenvolvida em consonância com as novas LDB (Brasil, 1996) e DCN (MEC/CNE/CES, 2002) como uma atividade integralizadora de conhecimentos. Os objetivos instrucionais para a disciplina contemplam o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos para realizarem projetos de eficiência energética, propondo ações que conduzam ao funcionamento eficiente das instalações, à redução no consumo de energia e adequação às normas técnicas, modernizando as instalações e processos, potencializando as vantagens competitivas dos equipamentos tecnologicamente mais eficientes e sendo capazes de atuar na sociedade como multiplicadores de uma cultura de combate ao desperdício de energia elétrica.

Um importante aspecto a ser destacado é a inter-relação do conteúdo dessa atividade acadêmica com outros conteúdos de disciplinas do currículo do curso de Engenharia Elétrica da UFJF, a saber: Introdução à Engenharia Elétrica, Laboratório de Eletrotécnica, Instalações Elétricas, Eletrotécnica Industrial, Medidas Elétricas, Eletrônica de Potência, Máquinas Elétricas, Materiais Elétricos, e Controle de Processos Industriais. Há também evidente inter-relação com disciplinas ligadas à área de eletricidade dos Cursos de Engenharia Civil e Produção e da área de conforto ambiental e projetos de arquitetura do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

Desde sua implantação, a disciplina é trabalhada em dois momentos: exposição e discussão dos conteúdos essenciais e desenvolvimento de atividades práticas. Na discussão dos conteúdos utilizam-se palestras, aulas expositivas e discussões em grupo, buscando sempre o envolvimento e a participação de todos. Já na fase de atividades laboratoriais procura-se, através de experimentos simples e idealizados pelos próprios alunos, aprofundar e reforçar os conhecimentos associados às discussões em grupo, evitando experimentos

focados e pré-determinados, pois a diretriz do curso é que o aluno identifique um problema e, a partir das situações analisadas, procure viabilizar soluções possíveis, inclusive de maneira prática. Complementam esta fase visitas técnicas às instalações industriais, onde se pode exercitar o conhecimento que foi apropriado.

Devido às características da disciplina Eficiência Energética - multidisciplinar, integralizadora de conhecimentos, de ementa aberta - verifica-se que ela constitui campo fértil para experimentações de novas práticas metodológicas no processo de ensino-aprendizagem. A questão energética constitui importante problema atual, real, não estruturado, complexo, multidisciplinar, abrangendo um conjunto de conteúdos (análise tarifária, iluminação eficiente, conforto térmico e lumínico, otimização de sistemas motrizes, automação e controle, equipamentos/ usos finais diversos, campanhas educativas, capacitação e disseminação de conhecimento de técnicas de uso eficiente etc.). Essas condições possibilitam uma proposta integralizadora de conhecimentos, com soluções abertas, nem sempre consensuais; o resultado destas visões pode ser apresentado como um projeto de combate ao desperdício de energia.

3.1 Bases Conceituais

Uma experiência metodológica de aprendizagem ativa, fundamentada em uma estratégia híbrida PBL/PjBL (Noordinet al., 2011), foi **proposta então para a disciplina “Eficiência Energética”, no segundo semestre de 2011**, abrangendo um total de 18 alunos. Utilizou-se, nesta experiência, uma postura híbrida, envolvendo tanto aulas expositivas, apresentação de um problema, discussões em grupos, realização de um projeto sobre o tema e procedimentos de auto-avaliação. Um aspecto a destacar foi a discussão com os alunos da nova metodologia proposta, a justificativa de sua utilização e os objetivos instrucionais desejados para o curso buscando, dessa forma, trabalhar com os alunos a meta-cognição da aprendizagem, fator esse que fortalece o processo de construção do conhecimento.

A primeira etapa na estruturação da nova postura foi buscar procedimentos adequados à utilização no curso, considerando as características de seu conteúdo, os objetivos instrucionais pretendidos, o histórico do curso e a infra-estrutura disponível. Embora não sejam consensuais as alternativas do processo ensino-aprendizagem para aquisição do conhecimento técnico, reforço das competências e atitudes integrantes do perfil profissional, algumas possibilidades são encontradas na literatura, associadas às diferentes estratégias (Lopez, 2007; Felder& Brent, 2003) que fornecem um referencial básico para a estruturação das ações.

Tabela 1: Comparativos entre o PjBL e o PBL

Área	PjBL	PBL
Objetivos	Desenvolver e reforçar as competências técnicas e transversais e fornecer uma prática real da engenharia para os estudantes	Reforçar as competências transversais dos estudantes
Produto Final	Os produtos finais guiam os estudantes para uma visão e compreensão do processo de produção, planejamento e avaliação	Os produtos finais podem ser mais simples, como, por exemplo, relatórios técnicos
Conhecimento	Mais direcionado à aplicação do conhecimento	Mais direcionado à construção do conhecimento
Processo de Aprendizagem	Processo de aprendizagem mais focado no desenvolvimento de produtos	Foco primário do aprendizado sobre os processos de pesquisa e questionamento
Problemas	Aparecimento de um conjunto de problemas à medida que os estudantes, implicitamente, verificam nos projetos que competências de solução de problemas são necessárias. Estudantes têm que aprender a formular problemas.	Estudantes iniciam o processo com um problema claramente descrito sendo necessário construir um conjunto de soluções e conclusões
Avaliação	O sucesso do PjBL é avaliado através das competências adquiridas durante o processos de desenvolvimento do produto	Sucesso do PBL é avaliado através da efetividade da solução final proposta
Implementação	Geralmente mais associado à educação em engenharia e instrução em ciências. Envolve um conjunto de equipamentos, softwares e laboratórios para desenvolvimento do produto final	Extensamente utilizado na educação médica e outras práticas profissionais. Pode ser implementado com pouco, ou quase nenhum, equipamento e infraestrutura
Tempo e recursos	Desenvolvimento do projeto exige tempo e recursos, por vezes limitados. Estudantes devem saber como manejá-los adequadamente de forma a finalizar o projeto no cronograma	Não exige muito tempo e os recursos podem ser obtidos mais facilmente

Buscou-se, então, práticas metodológicas que possibilitassem alcance efetivo dos diversos componentes do perfil profissional focando, principalmente, nos procedimentos de PjBL e PBL, dado sua ampla utilização e

resultados reportados na literatura. Há que se ressaltar, novamente, que as práticas executadas, e suas análises conceituais, não são necessariamente convergentes no tocante às características distintivas dos dois métodos. Uma visão simplificada, porém objetiva, pode ser encontrada em Noordinet *al.* (2011), e mostrada na Tabela 1. Essas análises, associadas às condições objetivas de infraestrutura existente, bem como às características da disciplina, conduziram então à proposta de adoção de uma postura híbrida, combinando aspectos destacados das estratégias PjBL e PBL, haja vista que se mostraram apropriadas às condições da disciplina.

3.2 Implementação

O projeto foi iniciado com dinâmicas e palestras expositivas, seguidas de discussão com os alunos, e não focadas nos conteúdos técnicos da disciplina: discutiu-se questões associadas à educação em engenharia na atualidade e estratégias educacionais para construção desse novo perfil profissional, a relação histórica da humanidade com a energia, a sustentabilidade e as perspectivas (preocupantes!) para futuro imediato, conceitos basilares sobre gestão de projetos e, inclusive, realização de jogos motivacionais permitindo aos alunos interagir e refletir os problemas em grupo, trabalhar a confiança, o estímulo à cooperação e a importância de uma comunicação clara.

A idéia subjacente à estas atividades introdutórias foi induzir a criação de um espaço de discussão, reflexão e construção do conhecimento que propiciasse uma visão diferenciada dos alunos (e também dos professores envolvidos) sobre a proposta apresentada que, de certa forma, alterou radicalmente paradigmas consolidados do curso de engenharia elétrica.

Embora a disciplina tenha características multidisciplinares, com parte substancial do conteúdo necessário sendo coberto por outras disciplinas, existem tópicos específicos, necessários à compreensão e execução de ações no combate ao desperdício de energia, que devem ainda ser abordados no curso como conceitos e metodologia de projeto de combate ao desperdício de energia, oficinas de campanha educativa, sistemas de iluminação eficiente, análise tarifária e legislação do ICMS. Como forma de motivação e indução das discussões sobre estes tópicos, os alunos foram então apresentados ao problema principal, real, que consistiu no desperdício de energia em uma unidade do Campus da UFJF. A situação foi colocada da seguinte forma: **“A Prefeitura Universitária detetou consumo excessivo de energia em algumas unidades do Campus. Que diagnóstico pode ser efetuado para este desperdício e que soluções podem ser encontradas para minimizar o problema?”**. Seguiu-se então o trabalho com estes tópicos, que foram abordados através de aulas expositivas, discussão nos grupos, oficinas, solução de exercícios práticos e seminários, para o que os alunos foram divididos em 4 grupos, formação essa que se manteve ao longo do curso.

Os grupos, na sequência, analisaram então as instalações selecionadas buscando detectar razões do desperdício energético e formas de combatê-lo, bem como identificar medidas propositivas técnicas e comportamentais para aumento da eficiência energética da unidade apresentando, ao final, seu diagnóstico. Dois grupos realizaram estudos no restaurante universitário da UFJF, um grupo focou seus trabalhos no galpão da Pós-Graduação do Curso de Engenharia Elétrica e o último analisou o prédio da Biblioteca Central onde se localiza a Reitoria (biblioteca e área administrativa). Os trabalhos foram desenvolvidos em grupos e os diagnósticos apresentados em um seminário, em forma expositiva, onde foram discutidos com os demais grupos e com os três professores participantes do projeto; os resultados finais foram utilizados para gerar um Relatório Preliminar, elaborado por cada grupo. Estas atividades consumiram cerca de metade do período letivo.

O projeto entrou então em sua segunda fase, onde cada grupo ficou responsável pela elaboração de um projeto de combate ao desperdício de energia, tendo como base o diagnóstico e proposições efetuadas para cada unidade da UFJF. Os grupos trabalharam o restante do período letivo (cerca de dois meses) para elaborar e detalhar o projeto executivo de intervenção nas unidades diagnosticadas buscando combater o desperdício energético. Ao final do trabalho foi realizado um seminário onde cada grupo efetuou a exposição e defesa de seu projeto, discutindo-o com os demais grupos e professores envolvidos.

Coerente com a nova proposta para a disciplina, o sistema de avaliação também foi radicalmente alterado, passando a incluir avaliações formativas e somativas, além de auto-avaliações periódicas por parte dos alunos, considerando o desempenho individual, frequência e assiduidade, bem como as do seu grupo, além de avaliação da metodologia aplicada e impressões sobre o processo de aprendizagem.

4 Conclusões

O trabalho relata a implementação de uma estratégia de aprendizagem ativa, com características híbridas, envolvendo aspectos correlacionados tanto ao PBL quanto ao PjBL, em suas formas tradicionalmente

utilizadas. A estrutura multidisciplinar da disciplina Eficiência Energética, onde a estratégia foi utilizada, possibilitou a estruturação da proposta que, em nossa visão, apresentou dois momentos distintos, porém interligados e complementares: inicialmente, a colocação de um problema real, aberto e complexo, permitindo que ações, tipicamente associadas à estrutura tradicional do PBL, fossem utilizadas, tais como discussão e clarificação do problema, focalização do problema, trabalho em grupo, auto-aprendizagem, apresentação dos resultados, entre outros (Kolmos, 2009). Utilizou-se, a seguir, uma postura mais identificada com a estratégia do PjBL, onde os alunos, também em grupos, desenvolveram projetos executivos de combate ao desperdício de energia, a partir dos resultados obtidos na primeira etapa. Pode-se relacionar, associada a esta fase, ações como estabelecimento final do projeto, suas implicações, o desenvolvimento do projeto, estabelecimento do cronograma de ações, definição de responsabilidades e recursos e defesa do projeto (Noordin, Nasir, Ali, & Nordin, 2011).

Uma análise preliminar dos resultados obtidos pode ser efetuada baseando-se nos três componentes críticos associados ao PBL (Masek, A. & Yamin, S., 2010) e que são o formato e a estrutura dos problemas colocados (Wee, 2004; Hung, 2006; Sockalingam, 2010), o papel dos tutores (Wee, K.N.L, Alexandria, M., Kek, Y.C., & Mattheew S. H.C., 2001; Walsh, 2005;) e as estratégias de avaliação (Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M, 2005; Olds, B. M.; Moskal, B. M. & Miller, R. L. , 2005).

Embora a análise dos problemas adequados à estratégia PBL envolva alguma complexidade, pode-se utilizar pontos consensuais da literatura que apontam para características como autêntico, complexo, aberto, temático e de solução possível, dentro da capacidade dos estudantes (Wee, 2004). Nesse aspecto, a questão colocada sobre o desperdício energético adéqua-se às características citadas, haja vista que constitui questão atual, real, complexa, com soluções não fechadas e dentro da capacidade técnica prevista para os estudantes. Adicionalmente, o fato de o problema ter sido estruturado a partir do desperdício energético de instalações reais da universidade serviu como motivador adicional para os estudantes, que vislumbraram questões práticas da atividade do engenheiro, comprovada nas avaliações por ele efetuadas, onde colocaram **observações como** “...o projeto foi interessante, pois permitiu avaliar o consumo de uma grande instalação”, “...conteúdo bem aplicável na prática...”, “permitiu uma vivência mais próxima da realidade existente no mercado de trabalho” e “melhor absorção de conhecimento técnico, sendo mais voltado para problemas da vida real”, dentre outras.

O segundo aspecto de importância refere-se à postura dos professores tutores, ou facilitadores, e sua forma de inserção nos processos. Neste aspecto, há que se destacar que suas experiências prévias com os procedimentos de educação ativa e tutorial (Pinto, D. P. & Gomes, F. J., 2010; Gomes, F. J. & Silveira, M. A, 2007; Gomes, 2008; Gomes, 2010; Gomes F. J., Pinto, D. P. & Casagrande, C. G, 2011; Gomes, F. J. & Pinto, D. P, 2008) forneceram uma base que facilitou sobremaneira a implementação da nova estratégia, auxiliando o desenvolvimento das atividades necessárias ao alcance dos resultados esperados para a disciplina. Os tutores agiram sempre de forma a supervisionar e orientar o trabalho dos grupos, funcionando como **elemento de auxílio no traçado de estratégias de estudo, de questionamento e “provocação” do andamento** dos trabalhos, de suporte e orientação nos assuntos técnicos necessários à realização do trabalho e, fundamentalmente, como indutores dos processos de avaliação formativa ocorridos ao longo dos trabalhos. É interessante registrar a percepção pelos alunos, nas avaliações efetuadas ao final do curso, que a nova proposta “*exige muito mais tempo e dedicação do aluno e do professor...*” **bem como o impacto causado pela nova postura do professor pois alguns alunos, acostumados às posturas tradicionais expositivas, registraram a “falta de um professor passando as instruções em detalhes, em aulas expositivas”, bem como “que o conteúdo foi mais pesquisado por eles mesmos, com o professor pouco ensinando”.**

O terceiro aspecto, de suma importância, refere-se ao processo de avaliação utilizado, onde foram combinados procedimentos formativos e somativos, bem como auto-avaliações. Buscando garantir resultados realistas dos processos avaliativos, houve a preocupação de manter os alunos bem informados e conscientes sobre os objetivos instrucionais desejados, principalmente sobre as competências transversais e atitudes, geralmente negligenciadas nos cursos expositivos tradicionais. As diversas colocações, análises e comentários dos alunos, somados às avaliações dos professores tutores, evidenciam que, ao menos parcialmente, os resultados almejados foram alcançados: “...método bem eficiente, necessário até, pois estimula a pensar envolvendo problemas práticos de engenharia”, “proporcionou obstáculos que foram vencidos, permitindo uma vivência mais próxima da realidade” e que as atividades propostas “*estimulam o senso crítico e a observação, características essenciais ao trabalho do engenheiro*”.

Pontos destacados das avaliações e impressões dos alunos revelam que os impactos no processo de aprendizagem, considerando não só a aquisição do conhecimento, mas também o reforço e desenvolvimento **das competências transversais, colocadas como objetivos instrucionais, foram alcançados:** ““A metodologia didática PBL é uma alternativa de educação interessante pois promove um envolvimento mais intenso entre o aluno e a disciplina, tirando-a de um patamar distante, que é o de uma simples matéria acadêmica, e

recolocando-a em um nível mais elevado, fazendo dela um degrau indispensável para a formação do acadêmico”; “...mostra a visão que todos os graduandos precisam ter com relação ao futuro, pois muitas vezes o foco do curso se torna muito restrito à parte teórica, esquecendo-se que na vida profissional, os problemas que vão surgir são totalmente diferentes...”; “com a nova metodologia ocorreu melhor absorção de conhecimento técnico, sendo mais voltado para problemas da vida real e adquirindo outros tipos de conhecimentos, dentre eles, o trabalho em equipe, que envolve comunicação, liderança, responsabilidade”.

Todos os alunos concordaram que houve participação satisfatória nos trabalhos do grupo e que todos se **esforçaram para atingir os objetivos e metas traçadas**: “..o grupo participa de forma dinâmica no projeto, executando tarefas nos prazos estabelecidos e utilizando uma linguagem clara e objetiva em nossas apresentações”; “..a gestão de conflito, liderança e cooperação entre grupos foram vivenciados em vários momentos”.

Na visão dos responsáveis pela implementação da nova estratégia proposta para o curso, as respostas dos alunos são um indicativo que a estratégia/metodologia adotada na disciplina Eficiência Energética tornou-os mais ativos no processo de ensino-aprendizagem e lhes atribuiu uma carga de trabalho adicional. Apesar dessa carga adicional, eles demonstram em suas respostas que se sentiram mais estimulados e desafiados e, além disso, puderam desenvolver atividades da prática diária da profissão, na solução de problemas reais, com solução de conflitos; busca análise e escolha das melhores soluções; gerenciamento de recursos/equipamentos e tempo, o que estimula a continuidade do procedimento.

Referências Bibliográficas

- Brasil (1996). Lei No 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996, v.134, n. 248, seção 1, p. 27834-27841.
- Bonwell, C., & Eison, J. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). Washington, DC: George Washington University. Abstract online at http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed340272.html
- Bound, D. & Feletti, G. (1998). The challenge of Problem-Based Learning. Kogan, 1998.
- Deslile, R. (1997). Use Problem-Based Learning in the classroom. Virginia: ASCD, 1997.
- Duch, B., Groh, S. E. & Allen, D. E. (Editores) (2001). The power of Problem-Based Learning. Virginia: Stylus Publishing,
- Felder, Richard M. & Rebecca Brent (2003). Designing and Teaching Courses do Satisfy the ABET Engineering Criteria, Journal of Engineering Education, 92(1), pag. 7-25.
- Florida State University (2010). Instruction at FSU: A Guide to Teaching and Learning Practices. Center for Teaching & Learning, 6th edition, Florida State University.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. Review of educational research, 75, 27–61.
- Gomes, F. J. & Silveira, M. A (2007) Experiências Pedagógicas In: Manual de Automação e Controle, Sociedade Brasileira de Automática, p. 35-56, São Paulo
- Gomes, F. J. (2010) Educação Tutorial: Estratégia para Fortalecer Conteúdos, Construir Competências e Desenvolver Habilidades In: Educação em Engenharia: Evolução, Bases, Formação. Ed .Juiz de Fora : DI Gráfica Editora, , v.1, p. 1-2.
- Gomes, F. J. (2008) Educação Tutorial: como praticá-la? In: Programa de Educação Tutorial: estratégia para o desenvolvimento da graduação Ed. Brasília : Brasil Tropical, p. 61-68.
- Gomes F. J., Pinto, D. P. e Casagrande, C. G (2011). Aprendizagem Ativa no Curso de Engenharia Elétrica da UFJF: Resultados de uma Experiência, XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2011, 3-6 outubro, Blumenau
- Gomes, F. J., Pinto, D. P. (2008) El Papel de los Laboratorios en el Proceso de Educación en Ingeniería de Control Automático: Estudio de Caso de una Implementación Concreta In: XIII Congreso Latinoamericano de Control Automático – XIII CLCA, , Merida - Venezuela. Anales del XIII Congreso Latinoamericano de Control Automático – XIII CLCA.
- Hung, W. (2006). The 3C3R model: A conceptual framework for designing problem in PBL. The interdisciplinary journal of problem based learning, 1 (1), 55-75.
- Kolmos, A. (2009). Problem-Based and Project-Based Learning Institutional and Global Change. In O. Skovsmose et al. (eds.), University Science and Mathematics Education in Transition, pp. 261-280.
- Krishnan, Siva. (2009). Student Experiences of Problem-Based Learning in Engineering: Learning Cultures of PBL Teams Doctor Thesis, School of Education, Victoria University, Melbourne, Australia
- López, David et al. (2007). Developing Non-technical Skills in a Technical Course. In 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, pp. F3B 5-10.

- Masek, A. & Yamin, S. (2010). Problem Based Learning Model: A Collection from the Literature. Asian Social Science, Vol. 6, No. 8, p. 148-156.
- MEC/CNE/CES (2002). Resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002, seção 1, p. 32.
- Noordin, M. K.; Nasir, A. N.; Ali, D. F.; Nordin, M. S. (2011). Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) in engineering education: a comparison. **Proceedings of the IETEC'11 Conference**, Kuala Lumpur, Malaysia,
- Olds, B. M.; Moskal, B. M.; Miller, R. L. (2005) Assessment in Engineering Education: Evolution, Approaches and Future Collaborations Journal of Engineering Education, January, p. 13-25
- Pinto, G. R. P. R. & Burnham, Teresinha Froes (2010). Recursos educacionais e estratégia para motivar a aprendizagem de estudantes de engenharia em disciplinas humanísticas. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Sessão Dirigida), 2010, Fortaleza. COBENGE2010, 2010.
- Pinto, G. R. P. R.; Burnham, T. F.; Pereira, H. B. B. (2009). Uma interpretação do PBL baseada na perspectiva da complexidade. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2009, Recife. Anais. XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2009.
- Pinto, D. P. & Braga, H. A. C. (2007). The Discipline and the Energy Efficiency Laboratory (LEENER): Formation, Development and Transference of Technology for the Combat to the Energy Waste. In: Powereng 2007, Setúbal, Portugal, 2007
- Pinto, D. P. & Gomes, F. J. (2010) Laboratórios Integrados para Controle de Processos e Análise da Eficiência Energética de Sistemas Industriais In: Educação em Engenharia: Evolução, Bases, Formação ed. Juiz de Fora : Fórum Mineiro de Engenharia de Produção, v.1, p. 1-248.
- Prince, M. J & Richard M. Felder (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. Journal of Engineering Education, April.
- Ribeiro, L. R. C; Mizukami, M. G. N. (2004). Uma implementação da aprendizagem baseada em problemas (PBL) na pós-graduação em Engenharia sob a ótica dos alunos. Semina: Ciências Sociais e Humanas. Londrina, v.25, p.89-102, 2004.
- Samford (2006). Samford University PBL homepage. Disponível em: <<http://www.samford.edu/pbl/history.html>>. Acesso em: junho de 2006.
- Sockalingam, N. (2010) Characteristics of Problems in Problem-Based Learning, Doctor Thesis, Erasmus University Rotterdam
- Thomas, J. W. A (2000). Review of Research on Project-Based Learning. <Disponível em http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000> Acessado em 20/10/2011
- Walsh, Allyn. (2005). The Tutor in Problem Based Learning: a Novice's Guide, McMaster University, Faculty of Health Sciences, Hamilton, Canada.**
- Wee, K.N.L, Alexandria, M., Kek, Y.C., & Mattehew Sim, H.C. (2001). Crafting effective problems for problem based learning. Proceeding of 3rd Asia pacific conference on PBL. Australia: Australasian Problem Based Learning Network.
- Wee, K.N.L. (2004). Jump Start Authentic Problem based learning. Singapore: Prentice Hall Pearson Education South Asia Pte.Ltd.