



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS ESCOLAS: GERENCIANDO GRUPOS MULTIDISCIPLINARES USANDO PjBL

Danilo Pereira Pinto – danilo.pinto@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Departamento de Energia
Rua Antônio Maria de Souza, 147 São Mateus
CEP 36.025-310 – Juiz de Fora - MG

Francisco José Gomes – chico.gomes@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Departamento de Energia
Campus Universitário, Bairro Martelos
36030-900 Juiz de Fora MG

Michele Cristina Resende Farage – michele.farage@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
Campus Universitário, Bairro Martelos
36030-900 Juiz de Fora MG

Flávia de Souza Bastos – flavia.bastos@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
Campus Universitário, Bairro Martelos
36030-900 Juiz de Fora MG

***Resumo:** O trabalho descreve e analisa uma experiência de aprendizagem ativa, utilizando características de PjBL, desenvolvida por alunos do curso de engenharia da Faculdade de Engenharia da UFJF e do CEFET. O projeto, fora da grade curricular, teve como objetivo abrir um espaço de aprendizagem onde os alunos pudessem trabalhar e reforçar competências transversais integrantes do perfil profissional do engenheiro, sempre negligenciadas nos processos formais de aprendizagem. Os graduandos foram apresentados ao problema de motivar e gerenciar alunos do ensino fundamental e médio para a execução de projetos envolvendo desenvolvimento sustentável e consumo eficiente de energia. Uma avaliação dos resultados constatou que os objetivos buscados foram, de forma geral, alcançados, destacando-se que aspectos como "senso de responsabilidade perante as tarefas", "capacidade de realizar trabalho em equipe", "aprimoramento da capacidade de comunicação", "fortalecimento da auto-confiança" e "aprimoramento da capacidade de avaliação do trabalho em equipe" foram os mais apontados pelos graduandos.*

***Palavras-chave:** Aprendizagem Ativa, Competências Transversais, PBL, Eficiência Energética, PjBL.*

1. INTRODUÇÃO

A engenharia, no sentido amplo da palavra, associa-se, historicamente, aos ciclos econômicos da humanidade e, de forma mais direta, aos processos produtivos e sistemas tecnológicos integrantes desses ciclos; de modo geral, a engenharia aplica os princípios da ciência e da matemática para desenvolver soluções econômicas para os problemas técnicos que se lhe apresenta, conectando as descobertas científicas às aplicações comerciais,

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



respondendo às necessidades da sociedade (THE ENGINEER, 2011). Engenheiros desempenham papel fundamental no desenvolvimento tecnológico, pois estão associados aos processos de melhoria contínua dos produtos e da produção, à gestão do processo produtivo e às atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento - P&D das empresas.

Interligados ao contexto social e econômico, os engenheiros não só exercem influência fundamental em sua transformação, mas recebem, de forma direta, as conseqüências destas alterações, quer como seres humanos, quer como profissionais. E aspecto de maior destaque, no momento, é que este contexto social e econômico, onde os engenheiros atuam, vem se alterando radicalmente desde a criação dos cursos destinados à sua formação, no final do século XVIII, com sua atuação acelerando e aprofundando estas mudanças, considerando-se os últimos decênios do século XX e início de século XXI (SILVEIRA, 2005).

Não há como contestar que, há algumas décadas (RUGARCIA *et al*, 2000), a educação em engenharia formava profissionais adequados, considerando-se os conhecimentos, valores e habilidades dos perfis profissionais praticados à época. As tarefas desenvolvidas pela maioria dos engenheiros envolviam, principalmente, cálculos rotineiros e repetitivos que os estudantes desenvolviam e aperfeiçoavam com exercícios em laboratórios, estudos de casos de situações industriais, estágios e trabalhos em convênios com as indústrias. Os valores da prática da engenharia, à época, eram a funcionalidade e o lucro: um sistema bem projetado era o que executava o que se desejava, da forma mais lucrativa possível (RUGARCIA *et al*, 2000).

As condições operacionais das empresas, na atualidade, mostram realidade diferente. Com estruturas organizacionais inovadoras, incluem dimensões como interdependência e auto-gestão; são organizações planas, dão mais ênfase ao trabalho em equipes e às atividades colaborativas entre os membros mostrando grande flexibilidade e características destacadas de funções compartilhadas, exigindo equipes onde seus membros sejam autônomos e responsáveis por seus atos, tomando e executando decisões, independentes de supervisores. Esta situação, obviamente, introduz mudanças significativas, estruturais, nos perfis profissionais necessários à participação e gestão nessas empresas, distintas das anteriormente praticadas. Exemplo paradigmático pode ser encontrado nas "*Knowledge-Intensive Business Services – KIBS*" (STRAMBAC, 2008). A formação de perfis profissionais que atendam a essas demandas exige, certamente, posturas diferenciadas para a educação em engenharia.

1.1. Reestruturação da Educação em Engenharia

Tentativas institucionais de re-estruturação da educação em engenharia se iniciaram nos anos 80, das quais as ocorridas nos EUA são paradigmáticas. Assinala-se, inicialmente, a formação das "*Engineering Education Coalition*", em 1989, iniciativa da "*National Science Foundation – NSF*" com objetivos de aumento dramático da qualidade da educação em engenharia e do número de graduados - incluindo mulheres e segmentos minoritários- , bem como projeto, implementação, avaliação e disseminação das novas estruturas afetando todos os aspectos da educação em engenharia, inter-relacionando as instituições de engenharia nos EUA, pequenas e grandes (COWARD *et al*, 2000). Um segundo marco referencial ocorre quando a "*U. S. Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET*", em 1996 (LATTUCA *et. al*, 2006), adota novo conjunto de padrões para acreditação de cursos, os "*Engineering Criteria 2000 - EC2000*", totalmente revolucionário para a época (FELDER, 2005), pois alteraram radicalmente as bases de acreditação, ao utilizar não mais as "entradas" – o que é ensinado – mas sim as "saídas" – o que é aprendido. Os EC2000 mantêm os padrões tradicionais de avaliação focados no conhecimento matemático, científico e técnico dos estudantes, mas adicionam o desenvolvimento de outras habilidades profissionais como



solução de problemas não estruturados, comunicação efetiva e trabalho em equipe, além de reforçar a necessidade de considerações éticas e contextuais do trabalho do engenheiro.

Destacam-se, a seguir, o "*Washington Accord*" - em 1989 -, o "*Sydney Accord*" - em 2001- e o "*Dublin Accord*", - em 2002 -, acordos multilaterais entre agências oficiais, responsáveis pelas creditações em suas jurisdições, que passam a planejar de forma conjunta suas atividades para fortalecer o suporte à globalização e ao reconhecimento mútuo das qualificações dos engenheiros (ABET, 2011). Sob a direção da "*National Academy of Engineering – NAE*", o projeto "*The Engineer of 2020*" (COMITTEE, 2011) aparece como uma tentativa de, através de cenários, predizer o papel da engenharia no futuro, traçar bases conceituais que posicionem sua educação nesses cenários e, antecipando-se, traçar estratégias para enfrentar os desafios que se colocarão para estes profissionais. O trabalho possui características diferenciais ao considerar a questão sob a ótica dos diversos ramos da engenharia, examinando-os a partir de visão ampla. O foco principal, dentro da perspectiva da prática global da engenharia e sua relação com a formação, é o futuro de sua educação. De forma mais estrutural, e não só das engenharias, há que ser fazer referência à Declaração de Bolonha (THE BOLOGNA DECLARATION, 2011) cujo espírito, ao ser assinada, é incrementar a competitividade europeia no âmbito internacional, melhorando a compatibilidade, transportabilidade e transparência de seus diferentes sistemas de educação superior, reconhecendo e respeitando a diversidade e autonomia dos países e suas instituições.

Todos estes esforços, em momentos e formulações distintas, possuem em comum a tentativa de re-equacionar procedimentos de educação e formação universitária buscando gerar perfis profissionais adequados às demandas sociais, haja vista que os novos conhecimentos, competências e valores então praticados estão se revelando inadequados.

1.2. Educação em Engenharia no Brasil

A legislação atual para a formação dos engenheiros traz, em seu bojo, a intenção de mudar a base filosófica do curso focando-o na competência, com uma abordagem pedagógica centrada no aluno, com ênfase na síntese e na multidisciplinaridade. A Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL,1996), que estabeleceu as “Diretrizes e Bases da Educação Nacional” (LDB), apresenta princípios interessantes ao redefinir a educação no Brasil. Ao apresentar princípios básicos para o ensino, como a “liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber, o pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas, a garantia de padrão de qualidade, a valorização da experiência extra-escolar e a vinculação da educação escolar com o trabalho e as práticas sociais”, considera a educação como uma prática social e, como tal, deve ser organizada. Adicionalmente, em seu artigo 48, a LDB desvincula o diploma do exercício profissional, considerando-o como prova de formação recebida; esse aspecto é importante para os cursos de Engenharia, pois permite currículos flexíveis, haja vista serem agora independentes do exercício profissional, pois as escolas de engenharia devem se preocupar com a formação desejada para seus egressos, e as instituições profissionais, por sua vez, com suas atribuições profissionais (MEC/CFE, 1976).

A CNE/CES 11/2002 (MEC/CNE/CES,2002), estabeleceu as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia - DCN”, com a clara intenção de mudar suas bases filosóficas, focando-o na competência e na busca de uma abordagem pedagógica “centrada no aluno, com ênfase na síntese e na multidisciplinaridade”; destacou ainda a “valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática”. Essas questões, embora presentes nas disposições que vêm norteando os



cursos de engenharia nos últimos tempos, não estão sendo resolvidas satisfatoriamente (FELDER, 2005), pois as instituições de ensino de engenharia encontram, via de regra, resistências não só estruturais, mas também de muitos docentes, para alterar as velhas práticas de “ensinar”. Há que se destacar, também, que o desenvolvimento de competências transversais dos graduados exige dos professores o emprego de novas metodologias de ensino-aprendizagem e de avaliação, nem sempre por eles compreendidas – mais por falhas na sua formação como educador do que pela disposição em inovar em suas atividades docentes. Ademais, utilizam-se ainda, majoritariamente, projetos pedagógicos tradicionais (FELDER, 2003), com pouca relação com o contexto atual e fraca integração entre os componentes curriculares ou disciplinas; praticamente, inexistem correlações entre teoria e prática, acarretando que o contato com o ambiente profissional ocorra de forma tardia.

1.3. Educação em Engenharia: Desafios

Não restam dúvidas que o grande desafio que se coloca para a educação em engenharia, no momento atual, é implantar formas ativas de construção de conhecimento e que aproximem o estudante da realidade que irá encontrar no mercado de trabalho (COMMITTEE, 2005). A metodologia dominante de formação envolve, basicamente, aulas expositivas, complementadas por exercícios numéricos e práticas de laboratório, o que pode até se revelar apropriado para equipar os estudantes com conhecimentos factuais e habilidades para solução de problemas, mas é comprovadamente inadequado para desenvolver atributos como valores éticos, capacidade de comunicação, trabalho em equipe, solução de conflitos, liderança, percepção dos impactos sociais, culturais e ambientais do trabalho profissional, que hoje integram o perfil profissional do engenheiro; esses outros atributos exigem procedimentos alternativos para o planejamento dos cursos, desenvolvimento do ensino, construção do conhecimento e avaliação do aprendizado.

Uma re-estruturação completa, ainda que de uma simples disciplina, acarreta dificuldades operacionais e administrativas, por vezes, mais complexas que as associadas aos conteúdos e posturas metodológicas, haja vista a burocracia natural dos Departamentos e Coordenações, de amplo conhecimento. Ciente dessas questões, propôs-se uma postura diferenciada para os alunos dos cursos de Engenharia Elétrica, Civil e Computacional, integrantes dos Programas e Grupos de Educação Tutorial da UFJF e do CEFET/Leopoldina. A atividade, fora da estrutura curricular formal dos cursos mencionados, teve como foco primário o desenvolvimento das competências transversais dos estudantes envolvidos, trabalhadas através de atividade estruturada com características de PjBL - "*Project Based Learning*", desenvolvida como ação de extensão. A atividade consistiu no desenvolvimento do projeto "Eficiência Energética na Escola", cuja responsabilidade de planejamento, coordenação e execução ficou a cargo de graduandos dos cursos citados; o projeto foi direcionado a grupos de alunos do ensino fundamental e médio que desenvolveram projetos associados à questão ambiental e ao desperdício energético. A atividade, com características associadas à uma atividade em PjBL, envolveu desde a motivação dos grupos do ensino médio, nas diferentes instituições de ensino na cidade e região, sua supervisão, acompanhamento e avaliação final. Os trabalhos desenvolvidos foram apresentados, em sessão especial, no IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, ocorrido em Juiz de Fora, em agosto de 2011(<http://www.abee.org.br/index.php/novidades/85-iv-cbee>).

A escolha do tema e definição das características do trabalho utilizou como base o fato que a busca crescente por novas fontes de energia, os investimentos realizados em pesquisas para aumento da eficiência das fontes renováveis e os estudos para construção de unidades



adicionais de geração são características marcantes do cenário mundial. A frequente preocupação com o meio ambiente, contudo, coloca em discussão a necessidade da construção de novas unidades geradoras, haja vista os desequilíbrios ecológicos associados a esses processos. As polêmicas atuais envolvendo a hidroelétrica de Belo Monte e as conseqüências do acidente da Central Nuclear de Fukushima dispensam exemplos adicionais.

Neste contexto, torna-se imprescindível que a energia seja utilizada de forma mais eficiente, evitando desperdícios. Essa postura funciona como “fonte virtual” de energia elétrica, pois a energia não desperdiçada por um consumidor estará disponível para outras demandas, satisfazendo outros consumidores; é, sem dúvida, a fonte de energia mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente. O fortalecimento desta postura exige, contudo, ações de conscientização e educação da sociedade, em todos os níveis de aprendizagem, envolvendo desde a educação formal do ensino fundamental até a mudança de hábitos e posturas dos cidadãos adultos. Uma temática abordando essas características seria motivadora não só para os graduando envolvidos, mas também para os alunos do ensino fundamental e médio, que disporiam de um amplo espectro de temas para desenvolvimento dos trabalhos. Optou-se, desta forma, pela execução de um projeto com foco na questão energética e sustentabilidade ambiental, a ser desenvolvido pelos alunos do ensino fundamental e médio, sob coordenação dos graduandos dos cursos de engenharia da UFJF.

O artigo está estruturado como segue: a seção 2 apresenta o projeto Eficiência Energética na Escola, a seção 3 os resultados obtidos e a seção 4 as conclusões finais para o trabalho.

2. PROJETO EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ESCOLA

O projeto "Eficiência Energética na Escola" teve, por um lado, o objetivo de estimular os alunos de ensino fundamental e médio a refletirem sobre a forma com a energia vem sendo utilizada e a buscar novas formas e hábitos para o consumo atual, de modo a combater o desperdício e a pensar a questão da sustentabilidade, na atualidade. Por outro lado a estrutura elaborada para o projeto buscou fugir do formato tradicional de palestras, filmes e atividades lúdicas, comuns nessa situação e, diga-se de passagem, válidas. O formato utilizado centrou-se nas metodologias ativas, tanto para os estudantes do ensino fundamental e médio, receptores do projeto, como também para os graduandos dos cursos de Engenharia, desenvolvedores e responsáveis pelo projeto, cada qual dentro de sua especificidade. Vale ressaltar que o combate ao desperdício de energia tem sido uma das prioridades adotadas pelos programas do Governo Federal, em todos os setores sócio-econômicos do país, esforço esse que, espera-se, deva incluir o envolvimento de toda a sociedade para evitar o desperdício e incentivar o uso eficiente da energia. Os alunos das escolas envolvidas foram convidados a desenvolver projetos sobre a questão energética, em uma visão ampla, englobando aspectos como sustentabilidade, eficiência energética, desenvolvimento limpo, energias renováveis e similares, de sua livre escolha, sob a coordenação de um professor da instituição e suporte, quando necessário, dos graduandos da UFJF e do CEFET- Leopoldina. Diversas escolas de Juiz de Fora e região se envolveram com o projeto, a partir de palestras motivacionais nas diversas instituições para incentivar os alunos a participarem do projeto.

2.1. Desenvolvimento das Competências Transversais

A proposta e o desenvolvimento da atividade, englobando postura baseada em projetos, teve como objetivo principal permitir que os estudantes participantes trabalhassem e desenvolvessem as competências profissionais de caráter transversal, especialmente aquelas



associadas ao trabalho em equipe. Foram elencadas, desta forma, alguns objetivos que deveriam ser alcançados pelos estudantes, ao término da realização do projeto, e que abrangeram os seguinte itens: 1) Reforço da capacidade de realizar trabalho em equipe; 2) Desenvolver a capacidade de gerenciamento de conflitos na equipe; 3) Reforço do senso de responsabilidade perante as tarefas; 4) Melhorar a capacidade de supervisão de trabalhos; 5) Desenvolver um trabalho sob a ótica de um projeto; 6) Estimular o sentido de liderança; 7) Aprimorar a capacidade de comunicação; 8) Fortalecer a auto-confiança; 9) Aprimorar a capacidade de análise do trabalho da equipe; 10) Aprimorar a capacidade de avaliação do trabalho da equipe; 11) Estimular a capacidade de gerenciar de equipes de trabalho.

Embora o projeto tenha contado com a participação de diversos alunos, de cursos distintos da UFJF e do CEFET/Leopoldina, o trabalho de avaliação do reforço e fortalecimento das competências transversais, para os estudantes, foi realizado somente com os alunos integrantes do PET Engenharia Elétrica, num total de 14 participantes. Esta decisão decorreu de fatores operacionais, não havendo qualquer justificativa conceitual subjacente. O detalhamento do projeto "Eficiência Energética na Escola", realizado pelos alunos participantes, sob supervisão dos professores envolvidos, abrangeu as seguintes etapas:

1. Seleção e contato com as Escolas de Ensino Fundamental e Médio;
2. Elaboração de palestra de motivação dos estudantes do Ensino Fundamental e Médio;
3. Apresentação da palestra e esclarecimento das dúvidas;
4. Elaboração de cronograma para inscrição e desenvolvimento dos trabalhos;
5. Suporte e acompanhamento técnico dos diversos grupos participantes;
6. Seleção dos trabalhos desenvolvidos para a Mostra, ocorrida durante o IV CBEE.

O projeto se embasou, na medida do possível, nas estratégias das metodologias ativas, mais especificamente dentro das estratégias baseadas em uma postura híbrida PBL/PjBL. Deve-se esclarecer que o PBL é uma estratégia pedagógica centrada no estudante, na qual aprendem sobre um 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. 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. Já o PjBL 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 *et al.*, 2011).

Há que se destacar, contudo, que as características do projeto desenvolvido apresentam especificidades, quando se considera a formulação clássica de uma atividade desenvolvida em PBL/PjBL. Sua característica diferencial, conforme adotada ao longo deste projeto, advém do fato de seus participantes não estarem envolvidos com um conhecimento técnico específico da engenharia, que seria a base para o desenvolvimento do projeto, mas estarem desenvolvendo e reforçando as competências transversais, integrantes do perfil profissional do engenheiro.

2.2. O impacto nos estudantes do Ensino Fundamental e Médio

Embora os resultados analisados nesse trabalho contemplem, fundamentalmente, os alunos do curso de graduação em Engenharia Elétrica, há que se destacar também os impactos alcançados nos estudantes do ensino fundamental e médio, participantes do projeto. O projeto "Eficiência Energética nas Escolas" visava estimular os alunos a pensar como o mundo está



utilizando a energia e a buscar novas formas e hábitos para o consumo atual, de modo a combater o desperdício; não devem também ser desprezados os resultados conseguidos com os professores, que puderam rever e refletir sobre sua prática em sala de aula, tratando os temas transversais, com uma possibilidade de empregar novas metodologias de ensino aprendizagem. Pode-se assinalar um retorno excelente, considerando o universo de escolas visitadas e o tempo disponível para realização do trabalho, cuja Mostra coincidiu com o IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, em Juiz de Fora, em 31 de agosto de 2011.



Figura 1 - Palestras de motivação dos estudantes do ensino fundamental e médio

3. RESULTADOS OBTIDOS

Inicialmente, sob uma ótica quantitativa (Tabela 01), verifica-se que os resultados foram excelentes, envolvendo 15 grupos das escolas da cidade e região, totalizando mais de 85 estudantes participantes, além de 20 professores. Os números estiveram acima do esperado, haja vista que se tratou da primeira experiência, e conduzida por estudantes de graduação.

Tabela 01 - Números do Projeto

Eficiência Energética nas Escolas - 2011	Número
Trabalhos apresentados	15
Alunos participantes (autores de trabalhos apresentados)	85
Escolas participantes	5
Professores envolvidos	20
Alunos de graduação da UFJF e CEFET – MG Leopoldina	35
Participantes da Sessão Plenária	150

Quando analisado sob uma ótica qualitativa, especialmente os impactos esperados sobre os estudantes de graduação da Engenharia Elétrica, avaliados em suas competências transversais, os resultados mostram-se ainda mais interessantes. A avaliação do impacto ocorreu na forma de questionários de auto-avaliação, onde os estudantes julgaram os ganhos conseguidos com a execução do projeto, de acordo com os 11 impactos selecionados, e com eles discutidos, constantes da seção "2.1. Desenvolvimento das Competências Transversais".



Sabe-se que questionários e procedimentos de auto-avaliação nem sempre podem ser considerados resultados definitivos, pois os avaliados podem, por vezes, julgar "o que acham que aprenderam" e não realmente o resultado real obtido. Apesar deste aspecto, os questionários de auto-avaliação podem dar uma visão geral dos ganhos ocorridos no processo, se não existem outros procedimentos disponíveis para utilização. A Figura 02 mostra os resultados percentuais assinalados pelos estudantes, no tocante às competências, onde os números indicam, na visão dos estudantes, se aquelas competências foram reforçadas e/ou estimuladas durante a realização do projeto. Observa-se, inicialmente, que 100% dos participantes declararam que a realização do projeto representou, para eles, um "reforço do senso de responsabilidade perante as tarefas" (competência 03). Pode-se notar também um concordância superior a 90% nas competências "Reforço da capacidade de realizar trabalho em equipe" (competência 01), "Aprimoramento da capacidade de comunicação" (competência 07), "Fortalecimento da auto-confiança" (competência 08) e o "Aprimoramento da capacidade de avaliação do trabalho em equipe" (competência 10).

Por outro lado, verifica-se que as competências 02 e 05 - "Desenvolver a capacidade de gerenciamento de conflitos na equipe" e "Desenvolver um trabalho sob a ótica de um projeto" foram reportadas com o menor retorno, inferior a 50%. Se para a competência 02 o resultado pode ser interpretado de forma mais imediata (trata-se de um grupo de estudantes que já desenvolve projetos e atividades conjuntas, de forma contínua, o que facilita o trabalho e minimiza a ocorrência de conflitos), resulta interessante a situação das respostas associadas à competência 05, pois a proposta inicial é que a atividade, na forma colocada para eles, fosse desenvolvida exatamente com a característica de um projeto. A análise dos resultados obtidos, discutidos com os estudantes, apontou aspectos que podem auxiliar na interpretação das respostas: na percepção de alguns dos participantes, o desenvolvimento de um projeto estaria associado também ao desenvolvimento de questões técnicas, ligadas aos conteúdos trabalhados no curso de Engenharia Elétrica, aspecto esse que não integrou o presente trabalho. De forma geral, pode-se observar que os resultados, na percepção dos estudantes, apontam para um ganho nas competências transversais integrantes do perfil profissional do engenheiro, reforçando e validando os impactos obtidos com o desenvolvimento da atividade.



Figura 2 - Percentuais assinalados para as competências



Aspecto de importância que deve ser mencionado no desenvolvimento do trabalho refere-se à postura dos professores tutores, ou supervisores, e sua forma de inserção nos processos. Há que se destacar que experiências prévias com os procedimentos de educação ativa e tutorial (PINTO & GOMES, 2010; GOMES & SILVEIRA, 2007; GOMES, 2008; GOMES, 2010; GOMES *et al.*, 2011; GOMES & PINTO, 2008; PINTO & BRAGA, 2007) forneceram uma base que facilitou sobremaneira a implementação da estratégia adotada para o projeto, auxiliando o desenvolvimento das atividades necessárias ao alcance dos resultados esperados. Os tutores agiram sempre de forma a supervisionar e orientar o trabalho dos grupos, funcionando como elemento de auxílio no traçado de estratégias de trabalho, de questionamento e “provocação” do andamento dos trabalhos, de suporte e orientação nos assuntos necessários à sua realização do trabalho e, fundamentalmente, como indutores dos processos de avaliação ocorridos.

Outro aspecto que merece ser destacado refere-se ao processo de avaliação utilizado, pois a atividade não integra uma disciplina formal, que necessita o alcance de um escore predeterminado para garantir aprovação curricular. Essa situação ensejou a oportunidade 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, e a necessidade de desenvolver atividades adicionais às disciplinas formais do currículo, insuficientes para construção do perfil profissional atual.



Figura 3 - Mostra dos trabalhos durante o IV CBEE (esquerda); Premiação de uma das equipes vencedoras (direita)

4. CONCLUSÕES FINAIS

O presente trabalho descreveu e analisou uma experiência de aprendizagem ativa, utilizando características de um aprendizado baseado em projeto - PjBL, desenvolvida por alunos do curso de engenharia da Faculdade de Engenharia da UFJF. O projeto, que não integra a grade curricular normal do curso, teve como objetivo abrir um espaço de aprendizagem onde os alunos pudessem trabalhar e reforçar as competências transversais integrantes do perfil profissional do engenheiro, haja vista que estas competências são sempre negligenciadas nos processos formais de aprendizagem.



Os graduandos de engenharia foram apresentados ao problema de motivar e gerenciar grupos de alunos do ensino fundamental e médio para a execução de projetos envolvendo aspectos de desenvolvimento sustentável e consumo eficiente de energia; o envolvimento do projeto teve como objetivo possibilitar o reforço das competências transversais integrantes do perfil profissional do engenheiro.

A atividade, idealizada como o projeto "Eficiência Energética nas Escolas" visou, adicionalmente, estimular os alunos do ensino fundamental e médio a pensar como o mundo está utilizando a energia e a buscar novas formas e hábitos para o consumo atual, de modo a combater o desperdício; deve-se também assinalar os resultados conseguidos com os professores, que puderam rever e refletir sobre sua prática em sala de aula, com uma possibilidade de empregar novas metodologias de ensino aprendizagem.

No tocante à participação das escolas, há que se considerar um retorno excelente, considerando o universo de escolas visitadas e o tempo disponível para realização do trabalho, cuja Mostra coincidiu com o IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, realizado em Juiz de Fora, no período de 28 a 31 de agosto de 2011.

Uma avaliação dos resultados obtidos, baseada em procedimentos de auto-avaliação, possibilitou verificar que os objetivos buscados foram, de forma geral, alcançados, podendo-se destacar que aspectos como "reforço do senso de responsabilidade perante as tarefas", "reforço da capacidade de realizar trabalho em equipe", "aprimoramento da capacidade de comunicação", "fortalecimento da auto-confiança" e "aprimoramento da capacidade de avaliação do trabalho em equipe" foram os mais apontados pelos graduandos. Por outro lado, fica também patente que o projeto pode ser melhorado em diversos aspectos, pois algumas das competências e dos procedimentos utilizados parecem não ter sido bem captados pelos graduandos, especialmente aspectos ligados ao gerenciamento de projetos.

Uma nova versão do projeto está sendo executada, onde os pontos considerados mais fracos foram alterados de forma a conseguir o máximo proveito para os graduandos envolvidos.

AGRADECIMENTOS

Programa Pet/Mec e Fapemig

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABET. Disponível em < <http://www.abet.org/history.shtml> > Acessado em 25/01/2011.

BRASIL. Lei No 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **DOU**, Brasília, 23 dez. 1996, v.134, n. 248, seção 1, p. 27834-27841.

COMMITTEE on Engineering Education. Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century Committee on the Engineer of 2020 - Phase II. **National Academy of Engineering**, 2005.

COWARD, H. R., AILES, C. P., BARDON, R. Progress of the Engineering Education Coalitions – Final Report . Engineering Education and Centers Division, National Science Foundation. 2000. Disponível em <<http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf00116/nsf00116.pdf>>



FELDER, R. M.; BRENT, R.. Designing and Teaching Courses do Satisfy the ABET Engineering Criteria, **Journal of Engineering Education**, 92(1), pag. 7-25, 2003

FELDER, R. M. Engineering Education in 2015 (or Sooner) **Proceedings of the 2005 Regional Conference on Engineering Education**, December 12-13, Johor, Malaysia, 2005.

GOMES, F. J.; SILVEIRA, M. A. Experiências Pedagógicas In: Manual de Automação e Controle, São Paulo SOCIEDADE BRASILEIRA DE AUTOMÁTICA, 2007. p. [35-56].

GOMES, F. J. Educação Tutorial: como praticá-la? In: Programa de Educação Tutorial: estratégia para o desenvolvimento da graduação Ed. BRASÍLIA : BRASIL TROPICAL, 2008. p. [61-68].

GOMES, F. J. Educação Tutorial: Estratégia para Fortalecer Conteúdos, Construir Competências e Desenvolver Habilidades In: Educação em engenharia: evolução, bases, formação, Juiz de Fora: ED. FÓRUM MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010. p.[191-205].

GOMES F. J., PINTO, D. P.; CASAGRANDE, C. G . Aprendizagem Ativa no Curso de Engenharia Elétrica da UFJF: Resultados de uma Experiência. **Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau SC., 2011.

GOMES, F.J., PINTO, D.P. El Papel de los Laboratorios en el Proceso de Educación en Ingeniería de Control Automático: Estudio de Caso de una Implementación Concreta. **Anais: XIII Congreso Latinoamericano de Control Automático – XIII CLCA**, Merida – Venezuela, 2008.

KRISHNAN, S. VICTORIA UNIVERSITY, SCHOOL OF EDUCATION, Melbourne. Student Experiences of Problem-Based Learning in Engineering: Learning Cultures of PBL Teams, 2009 (Doutorado).

LATTUCA, L.R., TEREZINI, P. T; VOLKWEIN, J. F. Engineering Change: A Study Of The Impact Of EC2000. CENTER FOR THE STUDY OF HIGHER EDUCATION, The Pennsylvania State University, ABET Editions, 2006

MEC/CFE. Resolução 48/76 de 27 de abril de 1976. Fixa os mínimos de conteúdos do curso de graduação em Engenharia. **DOU**, Brasília, 21 jun. 1976, p. 8821-8822.

MEC/CNE/CES, Resolução CNE/CES 11. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **DOU**, Brasília, 9 de abril de 2002, seção 1, p. 32.

NOORDIN, M. K.; NASIR, A. N.; ALI, D. F.; NORDIN, M. S. Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) in engineering education: a comparison. **Proceedings of the IETEC'11 Conference**, Kuala Lumpur, Malaysia, 2011.

PINTO, D.P.; GOMES, F.J. Laboratórios Integrados para Controle de Processos e Análise da Eficiência Energética de Sistemas Industriais. In: Educação em engenharia: evolução, bases, formação, Juiz de Fora: ED. FÓRUM MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010. p.[156-177].



PINTO, D. P., BRAGA, H. A. C.. 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

RUGARCIA, A.; FELDER, R. M.; WOODS, D. R, STICE, J. E. The Future Of Engineering Education I. A Vision For A New Century. **Chem. Engr. Education**, 34(1), 16–25, 2000.

SILVEIRA, M. A. A. Formação do Engenheiro Inovador: uma visão internacional. Sistema Maxwell, PUC, Rio de Janeiro, 2005.

STRAMBAC, S. Knowledge Commodification and new Patterns of Specialization: Professionals and Experts in Knowledge-intensive Business Services (KIBS) PHILIPPS-UNIVERSITY, Marburg, 2008

THE ENGINEER OF 2020: Visions of Engineering in the New Century National Academy of Engineering. National Academies Press, 2004. Disponível em <http://www.nap.edu/catalog/10999.html>. Acessado em 22/01/2011

THE BOLOGNA DECLARATION on the European space for higher education: an explanation. Disponível em <<http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>>. Acessado em 28/01/2011.

ENERGY EFFICIENCY AT SCHOOL: MANAGING MULTIDISCIPLINARIES TEAMS WITH PjBL

Abstract: *This paper describes and analyzes an experience of active learning utilizing PjBL strategy, developed by engineering students of the Faculty of Engineering - UFJF and CEFET. The project, not included in the normal curriculum, aimed to create a learning space where students could work and enhance transverse skills included in the engineer professional profile, but always neglected inside the formal learning processes. The undergraduates were faced with the problem of motivating and managing fundamental and high school students for implementing projects involving sustainable development and energy efficiency. An evaluation of the results, based on self-assessment procedures, enabled us to verify that the objectives pursued were generally achieved, with aspects such as "increased sense of responsibility", "teamwork capability", "communication skills improvement", "self-confidence strengthening" and "improvement of the assessment capability" were the most frequently aspects reported by the undergraduates. A new version of the project is being performed, where the weak points considered were changed in order to get the most benefit for the undergraduates involved.*

Key-words: *Active learning, Transverse Skills, PBL, Energy Efficiency, PjBL*