Implantation of an experience of Project Based Learning in a course of Industrial Engineering

A implantação de uma experiência de Project Based Learning num curso de Engenharia de Produção

Antonio Carlos Dantas Cabral*, Flávio D'Angelo Pereira da Silva*, Jorge Kawamura*, Octavio Mattasoglio Neto*+

* Industrial Engineering, Mauá Engineering School, University Centre of the Institute Mauá de Tecnologia, 09580-900 São Caetano do Sul, Brazil

+ Basic cycle, Mauá Engineering School, University Centre of the Institute Mauá de Tecnologia, 09580-900 São Caetano do Sul, Brazil

Email: acabral@maua.br; dangelo@maua.br; jorge.kawamura@maua.br; omattasoglio@maua.br.

Abstract

This paper shows the first results of an application of an interdisciplinary experience based on a specific project. It is been developed in 3rd level of the Industrial Engineering course of Maua Engineering School, in Brazil. This purpose involves two areas: Product Project and Product Life Cycle Management (PLM). In these areas students dedicate important part of their time to develop the project during class and outside classroom as well. It is an innovative approach in Maua Engineering School and it is a result of a process to qualify professors to work with active learning and implement it in official curricula in the School. The background for this transformation has been developed during more than a year and passed by discussions and workshops with international experts in PjBL. The research was structured as a case study in which one seeks to know the consequences of changes in teaching strategy. This is an open and multi-variable problem, they identify in the research. This paper reports the initial phase of the process, so have exploratory characteristics, in which the boundary conditions of the project are identified as: goal, organization of the project phases, organization of teamwork, identification of dimensions for assessing students, organizing the work of tutors, organizing the physical structure for the development of the work. The challenge proposed to students is to design, develop and assembly a toy boat powered by electrical energy. It will be evaluated based on design, assembling precision, speed, buoyancy, safety, respect of standards, and so on. The quality of documents produced during development will be evaluated as well. The evaluation will be done by a group of experts in each specific subject. The results of this step are organization of the project and definition of critical points to continue the project.

Keywords: Project based learning; Interdisciplinary; Industrial engineering, Active learning.

Resumo/Resumen

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados iniciais da experiência de implantação de uma estratégia interdisciplinar ancorada por um Projeto, na 3ª série do curso de Engenharia de Produção - Industrial Engineering - da Escola de Engenharia Mauá, no Brasil. A proposta envolve as disciplina Projeto do Produto e Gerenciamento do Ciclo de Vida de Produtos - PLM, que dedicarão uma parte do tempo atribuído a disciplina, tanto extraclasse como em sala de aula, para o desenvolvimento do projeto pelos estudantes. Esta experiência é fruto do processo de discussão que foi instaurado na Escola, com a realização de três workshops conduzida por especialistas em PjBL, visando à formação do grupo de professores para mudanças no sentido de ampliar o uso de estratégias ativas no currículo do curso. A pesquisa foi estruturada como um estudo de caso na qual se busca conhecer as consequências de mudanças na estratégia de ensino. Trata-se de um problema aberto de múltiplas variáveis, que se identificam no desenvolvimento da pesquisa. Este trabalho relata a fase inicial do processo, assim tem característica exploratória, na qual são identificadas as condições de contorno do projeto, como: objetivo, organização das etapas do projeto, organização do trabalho em equipe, identificação das dimensões de avaliação dos estudantes, organização do trabalho de tutores, organização da estrutura física para o desenvolvimento do trabalho. O produto proposto para essa experiência é um pequeno barco movido a motor elétrico, que deverá atender especificações como design, precisão de montagem, velocidade e flutuação, todas definidas pelos professores da disciplina. Os resultados para essa etapa são a completa configuração do projeto e a identificação de seus pontos críticos, constituindo para a equipe de pesquisadores a base para ampliação desse tipo de proposta.

1 Introdução

O fácil acesso às informações promovido pelas novas ferramentas tecnológicas de comunicação e pesquisa tem promovido mudanças na organização do trabalho escolar. O ensino tradicional, com aulas expositivas tendo o professor e o livro didático como meio e fonte do conhecimento é um modelo que não tem o efeito de anos atrás. Para uma aprendizagem mais significativa, o ensino deve centrar-se no aluno que passa a ser responsável por sua própria aprendizagem. Nesse novo cenário, o papel do professor é criar condições que levem o estudante a aprender, ou seja, a função de orientador e facilitador da aprendizagem do aluno.

A organização do trabalho escolar a partir de disciplinas independentes quanto a uma articulação que objetive uma educação mais ampla, com pouca interação intencional leva, invariavelmente, a uma fragmentação do conhecimento e a um crescente distanciamento entre os conteúdos escolares e os fenômenos observados no cotidiano do aluno. Visando superar essa estruturação e consequentes dificuldades, a Escola de Engenharia Mauá – EEM estabeleceu que nas disciplinas das séries profissionalizantes, ou seja, a partir da 3ª série, incorporassem atividades que integrassem os conteúdos das disciplinas (Malvezzi, Romio, Mattasoglio Neto, 2008; Mattasoglio Neto & Ara, 2008). Como continuidade a esse processo, recentemente novas diretrizes foram estabelecidas para os cursos e, dentre as estratégias de ensino-aprendizagem identificadas, o *Project Based Learning – PjBL*, surge como uma estratégia fértil para um trabalho de amplo espectro de aprendizagem.

Neste contexto, o trabalho aqui relatado consiste no desenvolvimento de um produto através de uma estratégia interdisciplinar, com base num projeto. Ele foi desenvolvido na 3ª série do curso de Engenharia de Produção e envolve as disciplinas Projeto do Produto – PP, e Gerenciamento do Ciclo de Vida de Produtos - PLM, que promovem o desenvolvimento simultâneo e de forma coordenada um produto simples, mas com características desafiadoras para os alunos. O trabalho é desenvolvido parcialmente em sala de aula, o que inclui laboratórios da Escola. Essa experiência visa à formação de professores para aplicação de estratégias ativas no currículo do curso e é fruto de um processo de discussão e aprendizagem, instaurado na Escola com a realização de três workshops oferecidos aos professores, com especialistas internacionais em *PjBL*.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados iniciais desta experiência. Sua importância está no fato, de que, o acompanhamento criterioso e detalhado desta experiência, deve possibilitar a criação de *know-how* para sua ampliação para outras disciplinas e cursos da EEM e, até mesmo contribuir com outras escolas cujo interesse seja a implantação dessas estratégias.

1.1 O produto - Barco

O produto a ser desenvolvido no projeto é um barco de brinquedo. O casco será de plástico PET, com aproximadamente 300 milímetros de comprimento, motor elétrico de três volts alimentado por pilhas. Cada equipe recebe o casco, o motor, o eixo e o hélice. O objetivo da equipe é desenvolver um brinquedo competitivo com os equivalentes existentes no mercado, aplicando as metodologias indicadas e outras definidas por iniciativa própria. A equipe deve integrar os componentes recebidos com outros definidos pela equipe projetista, tais como o sistema direcionador (leme ou equivalente), convés, superestrutura, itens estéticos, operacionais (circuito elétrico, por exemplo) e de segurança.

O barco deve atender de forma competitiva os seguintes requisitos: estanqueidade, design atrativo, qualidade de projeto, qualidade de montagem, capacidade de longo deslocamento em piscina, capacidade de manter sua estética quando em uso e atendimento a normas e requisitos de segurança do usuário.

1.2 Disciplinas Projeto do Produto - PP e PLM

O desenvolvimento de produtos inovadores tem sido uma atividade rotineira da disciplina PP. A proposta desta tarefa variou, no entanto, significativamente nos últimos 10 anos, por vezes dando aos alunos a liberdade de criar qualquer produto, desde que se criasse um protótipo que efetivamente realizasse as funções propostas, enfatizando o processo criativo, mas ficando distante da realidade da maioria das empresas. Outras vezes, apresentou-se um produto básico e todas as equipes poderiam fazer pequenas variações, enfatizando-se o processo formal, mais usual nas organizações, em detrimento da criatividade. Mesmo variando entre dois extremos a disciplina manteve sempre um forte viés prescritivo aos alunos. Desta

forma, as equipes desenvolvedoras de produtos recebiam orientações detalhadas do que fazer, como e para quando, cabendo a eles apenas a execução.

Nos últimos três anos o curso de PLM foi incorporado à matriz curricular e no seu escopo está a capacitação dos alunos em desenhar produtos. Para otimizar atividades e conferir sentido físico a disciplina, a atividade de definir, desenhar e construir o protótipo foi transferida para PLM. PP ficou responsável por fornecer subsídios para estas atividades realizadas em PLM. Na nova organização das disciplinas, agora voltada para *PjBL*, PLM ficou apenas com o desenho do produto. As demais atribuições (definição do produto, seleção de materiais, construção do protótipo, entre outras), retornaram para PP. Os alunos foram treinados em ferramentas de gestão de projetos e depois em ferramentas para desenvolvimento de produto. Todas elas são aplicadas em sala de aula para completo entendimento.

Um fator importante relativo à disciplina e que reflete fortemente no comportamento dos alunos é o critério de aprovação. A disciplina é anual, com quatro períodos bimestrais, com avaliação por provas (60% da nota) e trabalhos (40% da nota).

2 Revisão Bibliográfica

Como destaca Villas-Boas, V.; Campos, L. C.; Loder, L. L.; Bazzo, A. (2012):

> O ensino baseado em projetos é uma estratégia pedagógica na qual, grupos de estudantes estão ativamente envolvidos em abordar ou resolver problemas e/ou situações reais da vida profissional. A vantagem dessa abordagem é que eles aprendem a interagir uns com os outros e com a comunidade em torno deles, desenvolvem habilidades, adquirem conhecimento, desenvolvem atitudes e comportamentos que lhes permitem lidar melhor em um cenário de trabalho após a conclusão de seus estudos.

O *PjBL*, tem como foco grandes tarefas de soluções abertas e questões desafiadoras e um plano de dificuldades crescentes, voltadas para a criação de produtos, processos ou sistemas, que exigem que os estudantes analisam e aplicam teorias no seu desenvolvimento (Tavares e Campos, 2013).

> Com uma duração de dez ou mais semanas para desenvolvimento de um projeto proposto, a abordagem *PLE* parte da proposição de um tema de projeto sugerido pelos professores, visando o desenvolvimento de um produto, artefato, protótipo, processo ou sistema através do trabalho participativo desenvolvido por uma equipe de estudantes, levando-os a coletarem dados e informações (fatos), a gerarem ideias e a identificarem suas necessidades de aprendizagem, num processo no qual a busca das respostas (supervisionada pelos professores) lhes possibilitam encontrar na teoria das disciplinas de apoio ao projeto soluções para a concretização do objetivo proposto, como resultado final.

O *PjBL* tem muita proximidade com o *Problem Based Learning* – PBL, que teve sua origem na década de 60 no curso de Medicina da *MacMaster University*, Canadá (Samford, 2006). Nessa estratégia os professores preparavam casos clínicos simulados e os alunos construíam seu próprio conhecimento buscando respostas para os casos apresentados. A abordagem do PBL tem, por sua vez, base em autores construtivistas, sócio-interacionistas e outros que acreditam que "*a interação com a vida real e a meta-cognição favorecem a motivação epistêmica e a aprendizagem*" (Ribeiro; Escrivão Filho, 2007).

Tavares e Campos (2013) construíram um quadro que ajudar a compreender as semelhanças e diferenças entre essas duas estratégias de aprendizagem:

QUADRO 1 - *PBL* e *PLE* em cursos de Engenharia

Aspectos	PBL – Problem based learning	PLE – Project led education*
Resultados esperados.	Espera-se que os alunos ofereçam explicações ou sugestões a situações autênticas do mundo real.	Espera-se que os alunos criem novos materiais, artefatos, processos e sistemas para um mundo em mudanças.
Abordagem educacional.	Concebida como modelo de pesquisa, com ênfase na análise e contextualização interdisciplinar do conhecimento.	Concebida como modelo de produção, com ênfase na prática, em contextos profissionais reais.

Estruturação curricular.	Curriculum organizado com base na proposição de questões, com foco no processo.	Curriculum organizado com base na proposição de tarefas, com foco no produto.
Ação didática.	Após apresentação da questão, grupos com mais de 10 alunos buscam respostas ao longo de 1 ou 2 semanas.	Após apresentação da tarefa, grupos com até 8 alunos desenvolvem um projeto ao longo de 10 semanas ou mais
Integração teoria-prática.	Alunos colhem informações para compartilharem hipóteses e/ou sugestões em sala, ocasião em que teoria é elaborada.	À medida que buscam informações, alunos desenvolvem um projeto, identificando/criando teorias e gerenciando recursos.
Papel dos professores.	Agem como facilitadores das pesquisas dos alunos e como especialistas em sala	Agem como supervisores dos projetos dos alunos e como especialistas em sala.
Papel dos alunos.	Definem e realizam pesquisas sobre a questão para proposição de hipóteses e/ou sugestões	Definem e realizam pesquisas sobre o tema para desenvolvimento do produto.
Visão geral	Alunos estudam casos, com pequenas tarefas que abrangem perguntas e soluções conhecidas.	Alunos criam produtos, com grandes tarefas que levam a soluções inovadoras a questões desconhecidas.

Fonte: Tavares e Campos (2013), adaptado.
Entende-se que o PLE – Project Led Education tem as mesmas características que o PjBL.

O uso de estratégias como o *PjBL* aproxima o aluno ingressante do mundo da engenharia e favorece a aprendizagem de competências como raciocínio analítico, capacidade para planejar a execução de uma atividade ou projeto, atitude proativa e gestão de projetos, exigências declaradas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia – DCNs – (MEC, 2002).

Ainda que muitos trabalhos já tenham sido produzidos sobre o *PjBL*, alguns pontos devem ser considerados no seu uso como estratégia de aprendizagem (Pinto & Mattasoglio Neto, 2014): o referencial teórico deve ser um guia e não determinar as ações do professor; é necessário se repensar a forma de avaliação de aprendizagem, contemplando dimensões além das relativas à aprendizagem de conceitos; a ajuda de profissionais com competência em Educação e Pesquisa em Educação é importante para garantir a avaliação da implantação dessa estratégia em sala de aula; o professor deve ser treinado para o trabalho com essa estratégia. Esses são desafios que serão analisados futuramente ao se avançar na investigação, ainda que não tenham sido abordados nesta fase inicial.

3 Metodologia

A pesquisa foi estruturada como um estudo de caso no qual se busca conhecer as consequências de mudanças na estratégia de ensino. Segundo Miguel (2007): "O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas".

Trata-se de um problema aberto e de múltiplas variáveis, que são identificadas no desenvolvimento da pesquisa. Este trabalho relata a fase inicial do processo, assim tem característica exploratória, na qual são identificadas as condições de contorno do projeto, como: objetivo, organização das etapas do projeto, organização do trabalho em equipe, identificação das dimensões de avaliação dos estudantes, organização do trabalho de tutores, organização da estrutura física para o desenvolvimento do trabalho. O foco é a investigação do processo de mudança na estrutura de uma disciplina do curso de Engenharia de Produção. A base de dados é constituída pela equipe de professores envolvida com a disciplina e dos estudantes que participam no projeto do barco. Com os professores, os dados forão coletados a partir de reuniões de alinhamento e planejamento das ações. Até o momento aconteceram quatro reuniões.

A proposta está sendo desenvolvida na 3ª série do diurno e 4ª série do noturno, do curso de Engenharia de Produção da EEM. A diferença de série entre o diurno e o noturno deve-se ao fato de a distribuição das disciplinas serem diferentes nos turnos. O número de alunos nas três turmas do diurno é 106, na única turma do noturno o total é de 38 alunos. Os alunos foram organizados em equipes de quatro ou cinco componentes. Cada turma tem cem minutos de aula por semana. Não há previsão de tempo de atendimento pelo professor em outros horários além da aula. Com os alunos essencialmente existem dois instrumentos de coleta de dados: a) observação direta, onde no dia-a-dia de sala de aula o professor da disciplina PP

acompanha o andamento do projeto e o envolvimento dos alunos. Esses dados são coletados num "diário de bordo", no qual são anotados fatos relevantes e as percepções do professor sobre as dificuldades e o clima no trabalho; b) entrevista com os estudantes cerca de 45 dias após o início das atividades.

4 O Projeto

4.1 Aspecto inovador

Como exposto, o foco da atividade de projeto variou muito nos últimos anos, mas o caráter prescritivo e a atuação diretiva do professor sempre estiveram presentes. Isto consolidou nos alunos a postura executora sem a responsabilidade de buscar conhecimento e de analisar criticamente a escolha de ferramentas e outras opções. A proposta de aplicação de *PjBL* teve por diretriz mudar esse comportamento dos alunos, transferindo às equipes a liberdade e a responsabilidade de planejar e gerenciar a execução das atividades e responder pelo desempenho do produto e da equipe. Nessa transferência de responsabilidade está também a necessidade de identificar e buscar conhecimentos para suportar as atividades de desenvolvimento de produtos. Isso mudou significativamente a aula, antes quase que totalmente expositiva, com poucos exercícios teóricos. No novo contexto, cerca de 40% do tempo de aula é dedicado à exposição de temas e o restante ao desenvolvimento do projeto. Nas primeiras aulas a atividade foi fortemente direcionada, com a evolução do curso esta parcela da aula foi dedicada à elaboração do projeto e esclarecimento de dúvidas.

A escolha do produto foi orientada por alguns parâmetros que agregassem dificuldades transponíveis às equipes, exigindo dedicação, criatividade e conhecimento técnico. Desta forma escolheu-se um brinquedo de pequenas dimensões, com materiais de fácil de fácil manuseio com recursos disponíveis, cujo desempenho hidrodinâmico não é trivial e que apresente riscos reais de desempenho.

Para realizar o projeto os alunos formaram grupos de 4 ou 5 membros. Na segunda aula os alunos responderam um questionário de autoavaliação para conhecerem seu perfil e dos colegas, relativo ao trabalho em equipe. Foi sugerido que os grupos fossem formados com pessoas de diferentes perfis ou, no mínimo, que o grupo usasse estas informações para detectar suas fraquezas e virtudes para usá-las no gerenciamento de suas atividades futuras.

No ambiente de graduação, o fator nota é extremamente sensível. Há uma parcela significativa de alunos que busca o conhecimento e que enxergam a nota como um fator necessário no contexto de evolução no curso. Há outro grupo que enxerga a nota como o fim em si mesmo e as atividades e provas como o meio de obtê-la, buscando sempre minimizar esforços e relegar o conhecimento a um segundo plano. Dessa forma o critério de avaliação é um fator crítico para o engajamento de muitos alunos no projeto, pois se deve criar uma situação que convide a primeira equipe a participar e que force a segunda a fazê-lo. Foram estabelecidos critérios de avaliação: para atividades feitas fora de aula a nota é atribuída à equipe; em aula são feitas arguições individuais a alunos escolhidos aleatoriamente sobre atividades feitas anteriormente ou em curso no momento; a nota recebida pelo aluno se estende à equipe; são feitas quatro entregas de trabalhos escritos, que devem conter as atividades feitas em aula e todas as outras que completam o projeto; os trabalhos escritos entregues são avaliados e devolvidos com indicação das oportunidades de melhoria; o peso do trabalho na nota final obriga ao aluno que o negligencie tirar notas máximas em todas as provas.

Essa estrutura de avaliação visa minimizar três riscos : o primeiro é a divisão de atividades, com cada aluno executando uma parcela do trabalho e sem participar do trabalho total. Esse tipo de organização, embora frequente no mundo empresarial, não é interessante para este projeto, pois faz com que os alunos não tenham a visão do todo. Embora se busque evitar esta tratativa, há de se reconhecer que ela exige um elevado nível de gerenciamento do projeto para dividir as atividades e fazer as transições de tarefas, o que não é desprezível. O segundo risco, este totalmente nefasto, é ter um aluno que não participa do projeto, pois em um tipo de escambo, ela fica responsável por desenvolver o trabalho de outra disciplina. O terceiro, e pior de todos, é o risco de um aluno participar da equipe e não fazer nada ou muito pouco, aproveitando-se do esforço dos colegas. A cobrança individual que resulta em nota coletiva deve incentivar a equipe a evitar tais situações. Outra estratégia defensiva em relação a esses riscos é ter uma parcela significativa da

prova baseada no projeto. Finalmente, estabeleceu-se que algumas atividades de montagem sejam obrigatoriamente realizadas em sala de aula a fim de garantir que não sejam realizadas por terceiros.

4.2 Dados e resultados iniciais

A proposta de uma nova estrutura e metodologia para o desenvolvimento do projeto de um produto acabou desdobrando a aplicação de *PjBL* em duas dimensões: a primeira foi a originariamente planejada, ou seja, colocar os alunos frente a problemas desafiadores, fornecendo diretrizes básicas e indicando ferramentas que devam ser aplicadas de forma a atingir o objetivo proposto; a segunda, agora vista como obviamente inerente ao projeto, mas não planejada anteriormente, é a realização pioneira (na Escola) do curso neste formato. Assim como para os estudantes, a equipe de professores gestores do projeto deparou-se com várias situações inesperadas e desafiadoras que tiveram que ser superadas. Um fato complicador do processo decisório neste nível é a necessidade de tomar decisões que mantenham a isonomia entre as equipes, até porque se trata de uma competição.

4.3 Dificuldades na implantação do projeto

4.3.1 Primeiro nível: estudantes

A primeira dificuldade verificada já nas primeiras aulas foi a necessidade de romper a inércia dos alunos que esperavam receber uma tarefa completamente definida para ser executada com ferramentas pré-definidas dentro de um cronograma rigidamente estabelecido.

A pequena familiaridade da maioria dos estudantes com o produto e suas características levou a uma de duas reações típicas. A primeira, o subdimensionamento da complexidade do projeto. As equipes não enxergaram dificuldade em montar um motor, um eixo e um hélice num casco de plástico, esquecendo que uma fonte de energia seria necessária, que o eixo atravessaria o casco e haveria possibilidade de entrada de água, que o sistema de direcionamento seria um item complexo, etc. A segunda, o superdimensionamento da complexidade do projeto. As equipes enxergaram uma atividade hercúlea, totalmente distante de seus conhecimentos e possibilidades. O fato de nunca ter realizado nada parecido foi apresentado como justificativa para esta percepção. Com a evolução das aulas as duas abordagens gradativamente convergiram para uma situação mais realista, enxergando as reais dificuldades, mas vendo também a possibilidade de realização. Esta convergência foi construída impondo-se atividades em aula que forçaram as equipes a pensar sobre as características do produto, seus aspectos operacionais, os riscos envolvidos na construção e operação, etc. Nestas atividades em aula não se exigia um esgotamento do assunto, mas apenas a aplicação de técnicas específicas desenvolvidas de forma resumida em aula. Após cada tarefa feita em aula pedia-se sua repetição fora do ambiente, mas agora em uma versão final, considerando todos os fatores e tendo resultados de forma definitiva. Esta revisão da atividade forçou os alunos a buscar informações sobre cada ferramenta e sobre o produto. Como forma de enfatizar o aprendizado e reforçar a necessidade de busca de informações começou-se a informar com antecedência o tema da próxima aula. Notou-se que alguns grupos tomaram o cuidado de preparar-se para a aula estudando o tema. No caso específico do FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*, Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial), duas equipes chegaram para a aula com planilhas e manuais das empresas onde trabalham ou estagiam. Em contrapartida, a busca por informações básicas sobre o funcionamento do barco, seus riscos e dificuldades não evoluiu significativamente. Novamente tratando da primeira versão do FMEA, poucas equipes tinham uma visão realista dos riscos relativos instalação de um motor elétrico em um local suscetível à entrada de água, por exemplo.

Nas entrevistas os estudantes alguns reportaram alguns fatores esperados e outros surpreendentes. Dentre os esperados tivemos a falta de visão de todo o projeto, o que gerou uma insegurança sobre os próximos passos. Este tópico já havia sido discutido em aula uma vez, por iniciativa dos alunos e, após argumentação do professor, alguns alunos (em aula) concordaram que não havia uma falta significativa de informações e que seria possível ter avançado mais no projeto com os dados disponíveis. De qualquer forma, a percepção dos alunos que as informações disponibilizadas não permitem uma antevisão do projeto é importante e deve ser considerado em projetos futuros. Outro aspecto importante colocado foi que a falta dos componentes recebidos da Escola desde o inicio do projeto dificulta a visão do produto final e do que deverá ser projetado

e construído. Apesar desta situação (alguns componentes definidos no inicio do projeto) não ser uma constante no mundo industrial e por isto ter sido adotada neste projeto, percebeu-se que se evitada ter-se-ia ganhos no entendimento das atividades pelos alunos. Ainda nesta categoria de itens esperados constatou-se uma grande insegurança com relação às habilidades técnicas para projetar componentes, selecionar materiais e executar a montagem. Apesar de ter sido informado que as equipes terão apoio técnico da instituição e de diversos professores (alguns oficialmente externos ao projeto, mas que se dispuseram a ajudar), as equipes têm dúvidas se serão capazes de ter o produto em condições de uso na data estipulada. Dentre os fatores surpreendentes destacou-se uma percepção recorrente (embora expressa de diversas maneiras) de que o trabalho propunha uma grande liberdade para os alunos, mas que os alunos não sabiam lidar com tal condição. A necessidade de ter que se organizar e definir suas atividades para atingir um objetivo de longo prazo levou os grupos a uma situação nova e isto causou dificuldades no início do projeto.

Algo importante foi a avaliação geral que os indivíduos faziam do trabalho. O resultado foi positivo. A grande maioria se manifestou entusiasmada com o projeto, sem a indicação de preferência por uma abordagem mais tradicional. Houve baixo índice de busca de informações com professores e os poucos contatos realizados focavam consultas sobre a formatação de relatórios e não aspectos técnicos ou conceituais.

4.3.2 Segundo nível: professores

Ficou evidente a necessidade de planejamento e execução de preparativos antes do início do ano letivo. Para isso será necessária uma coordenação mais intensa entre as disciplinas de PP e PLM. O fato de a prática indicar a necessidade de ajustes leva a desdobramentos que repercutem na estruturação de cada uma das disciplinas e por sido deveriam ter sido previstas, analisadas e implantadas antes do início do ano letivo.

Outro desafio, agora percebido no decorrer do curso, é modificar a atitude de uma pequena parcela (cerca de 10%) dos alunos não interessados no projeto. As origens deste desinteresse são diversas. Existem aqueles que sistematicamente buscam obter a nota mínima com o menor esforço em todas as disciplinas e isto direciona para (tentar) conseguir através das provas a nota mínima para ser aprovado e a nota do trabalho tem uma pequena contribuição neste contexto. Alguns outros não têm esta (e nenhuma outra) estratégia clara para o curso, apenas usam o tempo disponibilizado para a realização do projeto em aula para divertir-se com colegas em sala ou em mídias sociais. Uma tentativa de minimizar esta dispersão de foco foi colocar nas provas de questões fortemente vinculadas ao projeto e fazendo com que aqueles que adotaram uma das posturas anteriormente descritas tenham necessidade de rever sua posição nem que seja somente para ter nota em provas. Um fator externo que é enfatizado pelo professor com o objetivo de desestimular este tipo de desinteresse é a necessidade que os alunos têm de obter boas notas para conseguir bolsas de estudo no exterior. Isto se mostrou efetivo para alguns alunos, mas não para a totalidade.

Algo que ficou evidente também é a necessidade de um atendimento extraclasse. A grande quantidade de grupos e a disponibilidade de apenas um professor inviabilizam orientações específicas em sala de aula. Isso se torna crítico no decorrer do projeto, quando decisões mais complexas precisam ser tomadas e a orientação exige um maior entendimento do projeto por parte do professor.

O fator ambiental também se mostra crítico com o avanço do trabalho. Aulas que tenham uma grande parcela de trabalho em equipe demandam salas com flexibilidade de arranjo de mesas e cadeiras, para alternar rapidamente mantendo boas condições ergonômicas e de comunicação.

5 Conclusões

A aplicação de *PjBL* no desenvolvimento das disciplinas PP e PLM provocou uma ruptura de paradigmas tanto para alunos quanto para professores. Dos alunos passou-se a exigir um nível de iniciativa pouco usual, aumentando a responsabilidade pelo aprendizado individual e pelo desempenho da equipe. Para os professores novas variáveis foram colocadas na sala de aula, deixando de ter amplo domínio do seu desenvolvimento. Questões inusitadas surgem de forma aleatória em diferentes equipes, função das opções feitas por materiais, configuração de produto, divisão do trabalho, estratégia de montagem, etc. Isso obriga o professor a participar da decisão e não impor uma solução existente e de aplicação universal. Essa situação

também mudou a relação entre alunos e professor e gerou estranheza por parte dos primeiros, pois inúmeras vezes a resposta obtida para uma pergunta é um direcionamento de pesquisa, não a solução pronta que esperavam.

O trabalho até aqui desenvolvido já indica pontos importantes que devem ser seguidos nas próximas edições do projeto, como: necessidade de definir todo o projeto antes do inicio do mesmo; treinamento informativo para os alunos apresentando o projeto, as características operacionais, prazos, recursos disponíveis, etc; prover informação aos alunos sobre a metodologia aplicada, esclarecendo o papel de cada ator (alunos, equipes e professores); necessidade de tempo para orientação para as equipes fora do horário de aula; devem ser feitos pelos professores mapeamentos de riscos relativos ao produto e ao processo de desenvolvimento para que ações mitigadoras sejam tomadas ou que alertas sejam dados aos alunos em tempo adequado; as instalações físicas devem facilitar o trabalho em equipe.

A equipe de professores considera o trabalho até agora realizado extremamente interessante e o futuro bastante promissor, mas sabe que surpresas podem ocorrer, devendo ser rapidamente solucionadas. Os alunos avaliaram positivamente a nova forma de aprendizado embora não tenham uma visão completa da evolução do projeto. Alguns, nas entrevistas, deixaram transparecer como fator positivo ter havido um movimento de mudança.

Referências

Malvezzi, F., Romio, R. & Mattasoglio Neto, O. (2008). Uma experiência da aplicação do ensino baseado em problemas na disciplina introdução à engenharia mecânica. Anais: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo: ABENGE. <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3515.pdf>.

Mattasoglio Neto, O. & Ara, A. B. (2008). Um projeto integrado das disciplinas Metodologia da Pesquisa Científica e Tecnológica e Estatística – Uma experiência no curso de Engenharia de Produção. Anais: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo: ABENGE. <www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3498.pdf>.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. (2002). Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior. Diretrizes Curriculares para os cursos de engenharia. Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002.

Miguel, P. A. C. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr

Pinto, G R. P. R. & Mattasoglio Neto, O. (2014) Theoretical framework of problem and project based learning in engineering education. Proceedings: Workshop Active Learning inEngineering Education. Caxias do Sul. Brazil

Ribeiro, L. R. C. & Escrivão Filho, E. (2007). Um sistema de avaliação no ensino de engenharia: A visão dos alunos em uma experiência com o PBL. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Curitiba PR. Anais do COBENGE 2007, Curitiba: UNICENP. CDRom.

Samford University PBL homepage. Disponível em <http://www.samford.edu/pbl/history.html>. Acesso em: junho de 2006.

Tavares, S. R. & Campos, L. C. de. (2013) Um quadro teórico simplificado para entendimento das abordagens PBL e PLE na Educação em Engenharia. Apresentado à SD do COBENGE 2013. In: Fundamentos teóricos de estratégias de Problem Based Learning e Project Based Learning nas experiências de Educação em Engenharia.

Villas-Boas, V.; Campos, L. C.; Loder, L. L.; Bazzo, A. (2012) Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia, 61-112. In: Oliveira, V. F. de, et al. (2012) Desafios da Educação em Engenharia: Vocação, formação, exercícios profissional, Experiências Metodológicas e Proposições. Brasília: ABENGE.