

RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA DE TRABALHO VOLTADA A ESTUDANTES DE ENGENHARIA BASEADO EM UM PROJETO DE EXTENSÃO – O PROJETO GINCARVI JÚNIOR

Tânia Morelato – tmorela1@ucs.br

Tiago Cassol Severo – tcsevero@ucs.br

Cícero Zanon – czanoni@ucs.br

Universidade de Caxias do Sul – CARVI – Centro de Ciências Exatas da Natureza e de Tecnologia – CENT

Rua João Dal Sasso, 800 – Universitário

95700-000 – Bento Gonçalves – RS

Resumo: Este trabalho tem por objetivo apresentar o relato de metodologia baseada na ideia de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (PAQP) aplicado ao projeto de extensão chamado GINCARVI JÚNIOR desenvolvida na UCS-CARVI de Bento Gonçalves, RS. A aplicação do PAQP foi testada pelo desenvolvimento de um foguete experimental tendo como finalidade a participação da Competição Nacional de Minifoguetes, ocorrida em Curitiba, PR. Conceitos de planejamento, qualidade, desenvolvimento e uso de tecnologia voltada à educação da Engenharia são algumas das práticas amplamente utilizadas neste projeto. Os resultados apresentados foram satisfatórios e concretos. Sendo assim, já foi dada continuidade ao projeto bem como sua expansão para outras áreas da Engenharia, como análise climática e energias alternativas e sustentáveis.

Palavras-chave: Extensão Acadêmica, Formação Profissional, Método de Trabalho

1. INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas, sociais e concepções de ensino rapidamente superadas fazem com que se busque ações inovadoras e estratégias de mudanças para impulsionar o conhecimento dos acadêmicos das Engenharias. O papel do professor no processo pedagógico tem como finalidade o desenvolvimento de habilidades, atitudes e comportamentos. Deste modo, é fundamental que os estudantes (engenheiros) mantenham-se entusiasmados pela decorrência da aquisição de conhecimento, experiências e oportunidades, promovendo resultados científicos e sociais relevantes.

“O engenheiro é constantemente forjado em um ambiente universitário voltado para realização de tarefas, reprodução de resultados, organização de dados. Há uma uniformização no processo de ensino e aprendizado a qual dificulta a identificação de personalidade e de habilidades nos engenheiros de formação.”

(PASCHOARELI, 2007)



O aprender e o ensinar não são apenas uma imposição da sociedade contemporânea, mas uma necessidade corrente. Com o avanço dos meios de comunicação e o fluxo de informações cada vez maior, novos saberes são necessários para atender as demandas atuais exigidas no mercado de trabalho. Assim, é preciso buscar uma educação com um olhar pedagógico diferente sobre o que está acontecendo nas salas de aula, laboratórios e oficinas práticas. Educar implica promover o desenvolvimento intelectual e social, transpondo a mera transmissão de conceitos.

Com este pensamento, foi desenvolvido o projeto GINCARVI em 2008. O projeto é realizado anualmente no Campus Universitário da Região dos Vinhedos UCS - CARVI, localizada na cidade de Bento Gonçalves – RS, e consiste em uma gincana composta por tarefas multidisciplinares. As tarefas exploram problemas nas diferentes áreas das engenharias, proporcionam uma contextualização do conhecimento e têm promovido situações com significativos resultados no processo de trocas entre áreas, concretização do conhecimento específico das ciências exatas e tecnológicas e a valorização e autoestima dos estudantes de Engenharia. (MORELATTO, 2009).

Devido à longa experiência do GINCARVI, observou-se o potencial dos alunos em desenvolver projetos, resultando na reflexão do corpo docente sobre novas práticas pedagógicas de ação continuada. Assim, os professores da GINCARVI criaram o projeto intitulado GINCARVI JÚNIOR que mobilizou e motivou os estudantes dos cursos de Engenharia do UCS-CARVI a participar de outras competições em nível nacional e internacional em busca de novos desafios.

O objetivo deste trabalho é apresentar o relato de uma prática pedagógica intitulada GINCARVI JÚNIOR que apresenta um modelo de trabalho contínuo com estudantes de cursos de Engenharia. Os estudantes devem participar de competições na área de Engenharia ou desenvolver atividades no formato de extensão com o objetivo de agregar conhecimento e retorno para sua formação profissional.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Baseados na experiência de sete anos de GINCARVI e nos projetos desenvolvidos nas mais diversas disciplinas dos cursos de Engenharia, os professores perceberam a necessidade de um projeto que pudesse atender a necessidade dos alunos a desafios mais longos e na participação de eventos fora do ambiente da UCS.

Assim, os professores promoveram uma ampla pesquisa sobre competições em nível nacional na área tecnológica. Observou-se atentamente uma competição que pudesse agregar as mais diversas Engenharias e que a interdisciplinaridade pudesse ser usada como um recurso contínuo. A partir disso, optou-se primeiramente em participar da Competição Nacional de Minifoguetes organizada pela Universidade Federal do Paraná em abril de 2014. Esse evento, organizado pela equipe de minifoguetes da UFPR, é destinado a faculdades, cursos técnicos e entusiastas em geral, e tem por objetivo desenvolver a prática de projetar foguetes e chamar a atenção para a formação de capital intelectual nesta área no Brasil. Esta competição pode ser encontrada neste site <http://www.foguete.ufpr.br/>, visitado em 20 de julho de 2014.

A seguir, outros passos de metodologia do projeto GINCARVI JÚNIOR são apresentados e discutidos.



2.1 Formação da equipe

Com a decisão da participação da Competição Nacional de Minifoguetes, em dezembro de 2013, foi realizada uma ação de marketing para atrair interessados em participar deste evento. Com um trabalho desenvolvido a partir de visitas em salas de aula e folders nos corredores, obteve-se mais de 70 inscritos para 14 vagas abertas na competição. Os inscritos eram integrantes das áreas de Engenharia de produção, mecânica, elétrica e eletrônica e ciências da computação da UCS-CARVI.

Assim, fez-se uma seleção baseada nos seguintes pré-requisitos: participação na GINCARVI, conhecimentos sobre programação e softwares gráficos, conhecimentos básicos de torno e ferramentaria, eletrônica e eletrotécnica, química e laboratório, além da apresentação de uma carta motivacional apresentando os motivos de participar do projeto. Concluída essa etapa de escolha dos integrantes da equipe, vistos na Figura 1, foi realizada a inscrição efetiva para o evento e a primeira reunião da equipe em que todos compartilharam seus conhecimentos, interesses e motivações a partir de uma atividade de formação de equipe.

2.2 Aplicando o PAQP no projeto GINCARVI JÚNIOR

Para gerir todo o processo de desenvolvimento e pesquisa foi adotada a metodologia de projeto PAQP - Planejamento Avançado da Qualidade do Produto. O PAQP é conhecido como uma ferramenta de qualidade automotiva, com foco nos inúmeros estágios de desenvolvimento de um produto. Apresenta requisitos designados para a produção de um plano de qualidade do produto, que ofereça suporte ao desenvolvimento de um produto ou serviço que resulta na satisfação do cliente final (DESIDÉRIO, 2012).

Essa metodologia, bastante difundida no setor automotivo, consiste em um método estruturado para definir e executar as ações necessárias a fim de assegurar que um produto satisfaça o cliente (FORD MOTOR COMPANY, 2003) ou em um projeto como o GINACARVI JÚNIOR. A meta do PAQP é facilitar a comunicação entre todos os responsáveis e suas devidas atividades no programa e assegurar que todos os passos sejam cumpridos dentro do prazo estabelecido com eficiência e aceitabilidade de custo e níveis de qualidade.

O primeiro passo do PAQP é designar responsabilidades bem definidas a uma equipe multifuncional. Essa equipe deve incluir representantes da engenharia, manufatura, controle de materiais, compras, qualidade, vendas, serviços de campo, subcontratados e clientes, conforme adequado. Para o início do projeto é necessário uma entrada de dados baseada em relatórios cedidos pelos representantes de cada área. Esses relatórios informam o alvo do projeto, objetivo, concorrência, preço estimado e negócios. Após a análise dessas informações, a engenharia dimensiona a equipe do projeto (ALMEIDA, 2005). Após a formação da equipe, um líder deve ser escolhido. Tal líder será responsável por monitorar o processo de planejamento, definir regras e responsabilidades para cada um dos representantes dos vários setores envolvidos, além de fazer a identificação dos clientes externos e internos.

Com a definição da equipe e a identificação do escopo do trabalho, o desenvolvimento do PAQP pode ser iniciado de acordo com as seguintes etapas: planejamento e definição do programa, projeto e desenvolvimento de produto e do processo, validação do produto e do processo, retroalimentação, avaliação e ação corretiva. As etapas, quando realizadas,



completam todos os requisitos para o cumprimento do objetivo principal e secundários do projeto.



Figura 01. Estudantes dos diversos cursos de Engenharia da UCS e um dos professores responsáveis.

O escopo do projeto, objeto desta proposta de subvenção, será desde o planejamento do produto, passando pela construção do protótipo, realização de análises críticas até a validação com a construção de lote piloto, ensaios, certificações e testes em clientes. Todo o escopo do projeto GINCARVI JÚNIOR da UCS/CARVI é previsto na metodologia PAQP.

2.3 Trabalhos e estudos à distância

Mesmo com o período de férias se aproximando para os estudantes da UCS, os participantes da GINCARVI JÚNIOR tiveram atividades à distância a serem desenvolvidas no período de final de dezembro de 2013 até o final de janeiro de 2014.

Como a competição envolvida era sobre foguetes, material de conhecimento sobre o assunto foi repassado à equipe e todos tiveram que entregar um relato de suas leituras e desenvolvimentos nesse período. Cópias de materiais sobre o assunto de lançamento de foguetes, materiais virtuais como vídeos e sites também foram amplamente explorados e enviados para que os estudantes se motivassem e se capacitassem cada vez mais sobre o assunto.

Com a demanda dos estudantes, um blog foi criado para discussões serem realizadas durante toda a duração do projeto até a competição, como visto na Figura 02. Resultados interessantes, principalmente ligados à troca de experiências e materiais, foram percebidos no uso do blog. Essa experiência deixou todos os participantes, professores e estudantes, conectados e atualizados constantemente.

2.4 Encontros da equipe e o desenvolvimento do projeto

Concluída a fase de estudos à distância, no final de janeiro de 2014, foram traçadas as



metas de construção e preparação do minifoguete. Como a equipe contempla todos os cursos de engenharia da UCS-CARVI, metas foram traçadas a partir de suas expertises e criadas em conjunto com os estudantes. Para o desenvolvimento das atividades e metas proporcionou-se, além do conhecimento teórico e prático, a divisão de responsabilidades para a identificação de lideranças, prática importantíssima e pertinente à futura prática profissional dos estudantes.

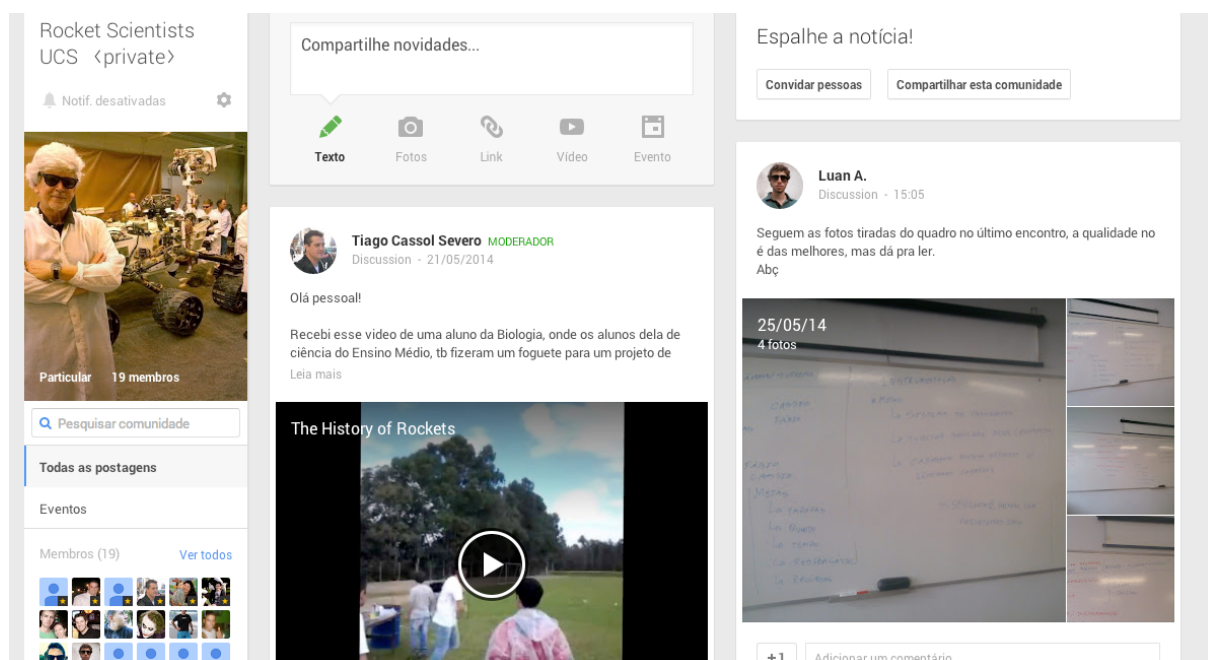


Figura 02. Blog criado para que estudantes e professores pudessem se manter atualizados e motivados com o projeto.

Encontros quinzenais eram agendados com a equipe, entretanto, os integrantes da mesma eram livres a trabalhar durante seus períodos livres e terem acesso aos professores e materiais da instituição, com agendamento prévio e com supervisão de algum professor ou funcionário da instituição.

No período que antecedeu o evento de Curitiba, a equipe desenvolveu, testou e construiu protótipos com base nos conhecimentos adquiridos, solucionando falhas detectadas com criatividade e trabalho em equipe. Dessa experiência, três lições foram observadas pelos integrantes e discutidas em uma das reuniões quinzenais:

1. *Os erros servem como aprendizado* – alguns erros de concepção e projeto foram determinantes para a criação de soluções práticas e eficientes para cumprir algum requisito relativo ao lançamento e obtenção de um voo estável do foguete;
2. *Necessidade de conciliar a teoria com a prática* – entre a formação da equipe multidisciplinar, construção de protótipos, bancadas de ensaios de motores, implementação de instrumentação e lançamento dos protótipos, muitas soluções encontradas e implementadas não tinham como base uma justificativa técnica mais conceitual e formal que justificasse o sucesso ou fracasso de algum componente construído;
3. *Existem várias maneiras de desenvolvimento de soluções na engenharia* – e isso implica em desenvolvimento e aplicação de conceitos de engenharia, de diversas

áreas, bem como um processo de integração dos sistemas envolvidos no projeto, isto é, a interdisciplinaridade. Buscou-se orientar os trabalhos sempre estabelecendo desafios que conciliem o aprendizado em sala de aula (aerodinâmica, termodinâmica, mecânica dos fluidos, projetos de máquinas, desenvolvimento de hardware e software) a um projeto integrador – construção de um foguete – tendo alguns objetivos, requisitos, restrições e escopo estabelecidos.

Para tanto, fez-se necessário aplicar uma metodologia de gestão de projetos, o PAQP, para que pudessem ser desenvolvidos os vários componentes do foguete. A equipe foi dividida em grupos específicos, conforme afinidades com o tema e também pela preferência pessoal. Os grupos formados foram:

1. *Integração de sistemas*: responsável por estabelecer os requisitos dimensionais e de missão para o foguete a ser construído. Responsável também pela montagem final e de acoplamento das diversas partes componentes do foguete;
2. *Aerodinâmica e motores*: responsável por desenvolver métodos numéricos e multiplicar o conhecimento referente às questões de design dos foguetes, melhorias no combustível e re-projeto dos motores e *boosters*;
3. *Aviônicos e instrumentação*: responsável pela implementação e desenvolvimento dos sistemas embarcados de instrumentos de medição, transmissão de dados, paraquedas e controle dos parâmetros de voo;
4. *Ensaio/testes e bancadas*: responsável por desenvolver os métodos de ensaios aerodinâmicos, dos motores e processo de fabricação de combustíveis sólidos.

Para que os grupos alcançassem e cumprissem os objetivos, cada um ficou responsável por definir um conjunto de tarefas, com prazos e um responsável, denominado plano de ação. Esse plano de ação consiste basicamente em um controle das tarefas a serem desenvolvidas, relacionando um responsável, status de andamento, recursos utilizados e datas chaves, conforme exemplificado na Tabela 1, e baseado no PAQP descrito anteriormente.

Tabela 1: Exemplo do plano de ação do sistema de paraquedas e seu re-projeto desenvolvido pelo grupo de estudantes responsáveis.

GRUPO: AVIÔNICOS E INSTRUMENTAÇÃO				
LÍDER: JOVIANO CELLA				
PROJETO: CONSTRUÇÃO DO NOV SISTEMA DE PARAQUEDAS E SISTEMA DE EJEÇÃO				
Ação	Descrição	Responsável	Data de entrega	Recursos necessários
1	REPROJETO DO SISTEMA DE PARAQUEDAS	FÁBIO TACCA	20.06.14	CONFEÇÃO DO PARA QUEDAS, CORDAME E SISTEMA DE TRAVAS DE EJEÇÃO
2	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DO SISTEMA DE EJEÇÃO	CASSIO	20.06.14	SERVO MOTOR
3	SISTEMA DE HW E SW	JOVIANO CELLA	25.06.14	NOVA PLACA ARDUÍNO E BARÔMETRO BMP 085, SISTEMA DE GRAVAÇÃO DE DADOS (SD CARD)
4	MONTAGEM/INTEGRAÇÃO E TESTES	FÁBIO/CASSIO	15.07.14	TUBO COM DIMENSÕES DE DIÂMETRO DO FOGUETE GINCARVI II
5	PROJETO E MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA PARAQUEDAS	CASSIO	20.07.14	SOLIDWORKS
6	DESIGN REVIEW E CORREÇÃO/APROVAÇÃO	JOVIANO CELLA	01.08.14	EQUIPE

FONTE: (AUTOR)

A fim de atingir o objetivo principal, este projeto compreendeu as seguintes etapas com seus respectivos marcos de acompanhamento:

1. Planejamento e definição do programa de foguetes
 - a. Objetivo do projeto
 - b. Premissas do foguete
 - c. Metas de qualidade e confiabilidade do foguete
2. Projeto do foguete e processo
 - a. Design do foguete
 - b. Lista preliminar de materiais de aquisição
 - c. Fluxo preliminar do processo
 - d. Projeto de fabricação do foguete
 - e. Verificação e análise crítica do projeto
3. Desenvolvimento do foguete e seu processo
 - a. Plano de controle
 - b. Construção do protótipo do foguete
 - c. Ensaios do protótipo
 - d. Revisão do design
 - e. Análise crítica do foguete e seu processo
4. Validação do foguete
 - a. Lançamentos do foguete
 - b. Ensaios de bancadas (túnel de vento e bancada dinamométrica para motores)
 - c. Análise crítica

Na etapa 1 (Planejamento e definição do programa de foguetes) foram descritas as necessidades e expectativas do projeto e estão ligadas ao planejamento e definição do programa da qualidade. Este estágio inicial de planejamento assegurou que as necessidades do projeto e foguete, incluindo a do Festival de Foguetes, fossem claramente compreendidas.

A etapa 2 (Projeto do foguete e processo) compreendeu todos os elementos do processo de planejamento do projeto, no qual os aspectos e características seriam desenvolvidos em um formato praticamente definitivo. Por isso, nessa etapa, foram desenvolvidos o design do foguete, obedecendo todas as premissas da etapa 1. Também foram feitas nessa etapa uma análise crítica do projeto do foguete.

A etapa 3 (Desenvolvimento do foguete e processo), discutiu-se os aspectos principais de desenvolvimento de um sistema de manufatura e seu respectivo plano de controle para obter um foguete e seus componentes com qualidade. Na etapa 4 (Validação do foguete) foram discutidos os aspectos principais de um sistema de manufatura por meio da avaliação de uma corrida piloto. É nessa etapa que foram realizadas os testes de confiabilidade em situações reais de operação dos componentes do foguete e seu lançamento. As Figuras 03 e 04 mostram algumas fotos dos estudantes desenvolvendo suas atividades pelo grupo GINCARVI JÚNIOR.

2.5 Viagem, participação do evento e divulgação a comunidade acadêmica

Com o projeto desenvolvido e o foguete montado e testado, a equipe foi participar do

Festival de Foguetes de Curitiba em que várias universidades do Brasil também participaram. Além do lançamento visto na Figura 05, os estudantes e professores do projeto participaram de seções técnicas nas quais ampliaram suas experiências e compartilharam seus conhecimentos.



Figura 03. Estudantes desenvolvendo o bico do foguete usando os recursos da UCS-CARVI.

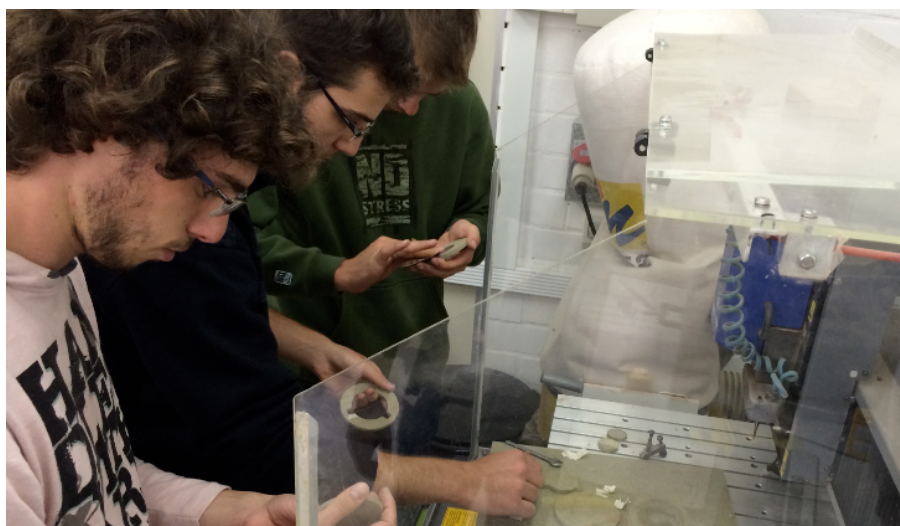


Figura 04. Estudantes desenvolvendo partes do motor usando os recursos da UCS-CARVI.

Nessa competição, a equipe GINCARVI JÚNIOR recebeu a menção honrosa na categoria livre por ter sido o foguete mais pesado e mais estável da categoria.

Posteriormente, a equipe GINCARVI JÚNIOR compartilhou seu conhecimento com os

estudantes, não participantes do projeto e do evento, por meio de relato de experiências em sala de aula, um painel desenvolvido com fotos e o foguete em si, reportagens no site da instituição e uma apresentação formal aos diretores da UCS-CARVI.



Figura 05. Lançamento do foguete desenvolvido pela equipe GINCARVI JÚNIOR no Festival de Foguetes em Curitiba, PR.

2.6 Novas metas para continuidade do projeto

O projeto GINCARVI JÚNIOR manterá seus estudos sobre desenvolvimento de foguetes experimentais. Além da participação de competições, a equipe se voltará à captação de imagens aéreas em grandes altitudes, desenvolvimento de sensores climáticos e atmosféricos embarcados em foguetes, desenvolvimento de foguetes multi-estágios, entre outros.

Além disso, tem-se como meta não apenas a expansão do projeto baseado na metodologia aplicada para além da confecção de foguetes, mas também a formação de uma nova equipe, nos mesmos parâmetros da atual, para o desenvolvimento de sistemas de energia renovável e alternativa aplicadas a Região Serrana do Rio Grande do Sul.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado desse projeto, a metodologia de trabalho PAQP aplicada aos estudantes de engenharia da UCS-CARVI resultou em motivação e aprendizagem concretas, além da premiação em uma competição nacional de foguetes. Além disso, pode-se citar que este projeto ampliou o potencial de desenvolvimento dos estudantes participantes nas seguintes habilidades:

1. Trabalho em equipe;
2. Aprendizado em gestão e acompanhamento de projetos;



3. Desenvolvimento de liderança;
4. Conhecimento técnico aplicado às situações reais;
5. Habilidade de solucionar problemas reais com criatividade e conhecimento técnico.

Tais habilidades são de grande valia no mercado de trabalho para qualquer profissional e em qualquer estágio de desenvolvimento de uma carreira de sucesso. O projeto GINCARVI JÚNIOR continuará em novas áreas da engenharia, como análise climática e sistemas de energia renovável, e integrará a ideia a partir do uso do PAQP. Isso ampliará os interesses e abrirá novas frentes de projetos a todos os estudantes interessados em desafios.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Apoio ao Ensino da Matemática (NAEM/CARVI) e ao Odacir D. Graciolli, diretor do Centro de Ciências Exatas, Tecnológicas e da Natureza (CENT), que apoiou e garantiu a realização deste projeto. Além da equipe GINCARVI JÚNIOR: Anderson Hachscheitt, Cássio Serafin, Criz C. Strapazzon, Diego Pastorio, Douglas Machado Marodin, Eduardo dos Santos Mainieri, Fabiano Ramos Rodrigues, Fabio Tacca, Gustavo Ayres da Silva, Joviano Cella, Julio Cesar Milani, Luan Antonio Picetti e Willian dos Santos Mainieri pelo empenho e dedicação na realização do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.M., - Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, Trabalho Final de Graduação, UNIFEI, Itajubá – MG, 2005.

DESIDÉRIO, Z., APQP – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto. Qualidade Brasil, 2012. Disponível em: http://www.qualidadebrasil.com.br/noticia/apqp_planejamento_avancado_da_qualidade_do_produto – Acesso em 20 de Maio de 2014.

FORD MOTOR COMPANY, APQP – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto. Manual para Relatório de Status, 2003.

MORELATTO, T. et al. **GINCARVI – Gincana Tecnológica: Produto COBENGE.** COBENGE 2009 XXXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Recife – PE, 2009.

PASCHOARELI JUNIOR, D. – **Uma Disciplina Motivacional de Empreendedorismo no Curso de Engenharia.** COBENGE 2007 XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Curitiba – PR, 2007.



REPORT OF AN EXPERIENCE TURNED TO STUDENTS OF ENGINEERING BASED ON AN EXTENSION PROJECT SCOPE - GINCARVI JR PROJECT

Abstract: *This work aims to present a report of a working methodology based on the idea of Advanced Product Quality Planning (PAQP) applied to the extension project called GINCARVI JR developed at UC-CARVI Bento Gonçalves, RS. The development of an experimental rocket, in order to participate in the National Competition of Mini Rockets, held in Curitiba-PR, allowed the testing of PAQP and also served as a motivator for students involved in the project. Planning, quality, development, and use of technology in learning concepts are some of the practices widely used in this project and showed satisfactory and concrete results. In conclusion, the project is already in further development, including its expansion into other areas of engineering such as climate and energy analysis.*

Keywords: *Academic Extension, Vocational Training, and Work Method*