



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

EXPERIÊNCIAS PRÁTICAS NO PROCESSO DE ENSINO/APRENDIZAGEM DO PROJETO DE PRODUTO

Marcos Martins Borges – borges@acessa.com

Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção.

Praça Jarbas de Lery Santos, No. 11, Apt. 301. Bairro São Mateus.

CEP: 36016-390 – Juiz de Fora – Minas Gerais

Resumo: *Este trabalho relata as experiências em andamento na disciplina Engenharia do Produto I, relativas ao processo de ensino/aprendizagem do projeto de produto. O principal eixo da disciplina é um projeto desenvolvido ao longo do semestre em que equipes de estudantes são solicitadas a projetar e fabricar um pequeno veículo movido à energia elétrica. No final do semestre as equipes competem em uma corrida. Em paralelo ao projeto do veículo, são abordados os aspectos teóricos do processo de desenvolvimento de novos produtos que articulam uma visão geral das diversas metodologias com tópicos relativos a conceitos de eletrônica, tecnologia mecânica e sistemas estruturais. São realizados exercícios de investigação de produtos existentes e exercícios de projeto rápido, como forma de articular estes conceitos com a fundamentação teórica. Recentemente está sendo introduzido o uso de softwares CAE para simular o comportamento do projeto do veículo e dos produtos investigados. Por fim, são apresentadas algumas considerações acerca dos resultados a partir da perspectiva dos estudantes e são indicadas algumas direções de continuidade e adequação do trabalho.*

Palavras-chave: *Projeto de produto, Metodologias de projeto, Trabalho em equipe*

1. INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora iniciou as suas atividades com a primeira turma no segundo semestre de 2000 e, ainda hoje, enfrenta as dificuldades inerentes à implantação de novos cursos. No fim do primeiro semestre de 2006 será graduada a terceira turma. O projeto político pedagógico adotado no curso foi elaborado a partir das diretrizes da ABENGE, da resolução CNE/CES 11/2002 que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia e, de acordo com as subáreas definidas pela ABEPRO. Dentre estas subáreas está a de Engenharia do Produto que se divide em Planejamento do Produto Industrial, Métodos de Desenvolvimento de Produtos e Otimização de Produtos, na atual classificação.

A disciplina abordada neste trabalho, denominada Engenharia do Produto I, está organizada em torno de quatro créditos teóricos e dois créditos de atividades práticas em laboratório. Ela se insere no sexto período da grade curricular do curso e tem continuidade no sétimo período com a disciplina Engenharia do Produto II. Os outros conteúdos mais estritamente relacionados à Engenharia do Produto são os das disciplinas Expressão Gráfica I e II no primeiro e segundo semestres do curso, da Engenharia dos Materiais e de Eletricidade e Energia no quinto período e de Ergonomia e Resistência dos Materiais no mesmo período. As disciplinas de Processos Produtivos e Automação no sétimo e oitavo períodos também se relacionam diretamente com os conteúdos da Engenharia do Produto I.

Os tópicos trabalhados na disciplina são focados, principalmente, nos conceitos básicos de metodologias de projeto, trabalho em equipe e prototipagem de produtos, entre outros. As experiências relatadas neste trabalho têm sido aplicadas há dois anos e estão sendo revistas e reestruturadas a cada semestre, com o intuito de aprimoramento do processo de ensino/aprendizagem. De acordo com o Projeto Político e Pedagógico do curso (PINTO *et al*, 2003) e a partir da organização da grade curricular distribuída ao longo de cinco anos, foi considerada a necessidade de uma abordagem mais técnica e de engenharia em algumas disciplinas. Esta necessidade, fruto de discussões internas entre os docentes do curso, tem a intenção de estabelecer um maior equilíbrio entre os conteúdos tecnológicos e os de caráter mais de planejamento e gestão. No que se refere à disciplina em questão, isto significa que os estudantes devem construir a habilidade de projetar artefatos e processos técnicos a partir de uma abordagem que articule além dos aspectos sociais e de gestão, também os conteúdos técnicos de engenharia a partir de seus conceitos básicos. Isto significa também que a disciplina Engenharia do Produto tem uma significativa função integradora no currículo do curso.

Associado a estes aspectos, deve-se também considerar a função do laboratório na educação em engenharia. De acordo com Feisel & Rosa (2005), existem três tipos básicos de laboratórios de engenharia: o de pesquisa, o de desenvolvimento e o educacional.

Nas experiências relatadas aqui, as atividades práticas podem ser desenvolvidas em laboratórios que apresentem as características de laboratórios de desenvolvimento e educacionais ao mesmo tempo. Este fato deve-se a natureza dos conteúdos da disciplina. Nela os estudantes devem elaborar e testar diversos conceitos para um produto ao mesmo tempo em que necessitam realizar experiências que os levam a compreender o comportamento de componentes e materiais incorporados neste produto.

A partir desta perspectiva, este artigo relata as experiências em andamento, nas quais se objetiva a articulação de tarefas práticas relacionadas ao projeto e fabricação de um pequeno veículo elétrico, com os conteúdos teóricos do processo de projeto e alguns conceitos básicos de eletrônica, mecânica, estruturas e engenharia dos materiais.

2. METODOLOGIAS DE PROJETO E CONTEÚDOS TECNOLÓGICOS

Os conceitos teóricos acerca das metodologias de projeto que são abordados na disciplina objetivam dar ao estudante uma visão inicial e ampla da natureza do processo de projeto. A partir desta perspectiva procura-se um entendimento mais detalhado das principais etapas do desenvolvimento de um novo produto. Estas principais etapas são: a identificação das necessidades do usuário, o estabelecimento do escopo do projeto, a listagem das especificações básicas a partir das necessidades identificadas, decomposição do problema e geração de conceitos para cada subproblema, seleção de um conceito a ser desenvolvido, refinamento das especificações e detalhamento do produto. Estes conteúdos se baseiam no livro “Product Design and Development” dos autores Ulrich & Eppinger (1995). Os conceitos

de projeto para manufatura, projeto para montagem e engenharia simultânea complementam a parte teórica da natureza do projeto.

Estes tópicos são trabalhados com os estudantes em aulas expositivas com o uso de recursos tradicionais como quadro negro e retro-projetor, entre outros. Apesar do uso destes meios tradicionais, o conteúdo é associado sempre que possível ao projeto do pequeno veículo elétrico, à exemplos práticos encontrados na literatura e aos exercícios de projeto rápido e investigação de produtos. Este tipo de associação tem atuado como um meio efetivo de estímulo à construção do conhecimento relativo aos conceitos teóricos.

Junto com os conteúdos de processo de projeto são introduzidos tópicos relacionados aos mecanismos e máquinas simples, à eletrônica básica, aos sistemas estruturais e aos materiais de engenharia, entre outros. Estes conteúdos não necessitam ser explorados em profundidade porque há outras disciplinas no curso que os tratam de forma mais completa. Entretanto, existe sempre a preocupação de integração destes conteúdos com o que é trabalhado nas disciplinas correlatas. A estratégia é associar este tipo de conhecimento com a tarefa de projeto que os estudantes estão desempenhando, ou seja, projetar e fabricar um pequeno veículo que deve vencer uma competição no fim do semestre.

Exemplos de como estes conteúdos técnicos podem interagir com o projeto que está sendo desenvolvido são os relacionados aos sistemas estruturais. Para um curso da engenharia de produção não há a necessidade de se conhecer em detalhe o cálculo e dimensionamento de estruturas complexas como é o caso para o engenheiro civil. Entretanto é interessante que o engenheiro de produção relacione os diversos sistemas estruturais com sua utilização nos mais diversos produtos e, além disso, com os conteúdos da disciplina Resistência dos Materiais que é trabalhada no mesmo semestre.

Desta forma, é realizada uma abordagem mais flexível e abrangente dos sistemas estruturais. Como ilustração pode-se citar o tópico que introduz a noção de resistência mecânica a partir da forma geométrica, com o exemplo da forma triangular tem a propriedade de distribuir as forças aplicadas aos componentes estruturais somente como tração e compressão, sem nenhum torque em suas junções. Estes conceitos são trabalhados nos exercícios de projeto rápido e de investigação de produtos, além de serem incorporados no estágio de geração de conceitos do projeto do carrinho. A figura 1 mostra um exemplo de projeto do veículo elétrico que pretendeu incorporar a noção de estrutura monocoque no chassi do carro.

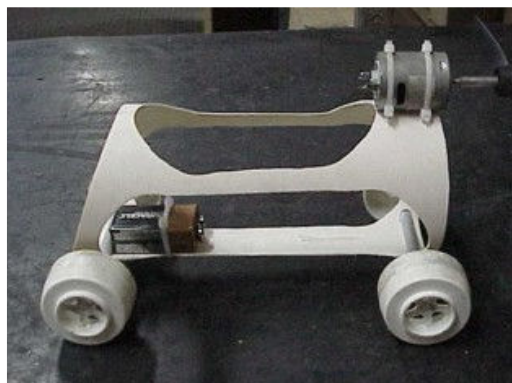


Figura 1 – Exemplo de um protótipo do veículo elétrico.

De forma semelhante, a figura 2 mostra uma solução que usa a idéia da forma triangular como solução para uma estrutura extremamente leve e resistente. Esta imagem apresenta um pré-protótipo do chassi que mais tarde foi refeito e montado no veículo final. Este exemplo apresentou um excelente desempenho em termos de velocidade e estabilidade.



Figura 2 – Exemplo de protótipo com o conceito de estrutura triangular.

Os tópicos relacionados aos conceitos básicos de eletrônica como o uso de um “Resistor Dependente da Luz” (LDR – Light Dependant Resistor) para controlar o veículo, são trabalhados de forma similar. Neste sentido, uma das intenções é relacionar os conteúdos da disciplina Eletricidade e Energia, já estudados no semestre anterior, com as tarefas de projeto que as equipes têm em mãos no momento.

Outros conceitos de tecnologia mecânica como os das máquinas simples, auxiliam tanto no que se refere ao projeto em desenvolvimento e aos exercícios de projeto e investigação, quanto nos conteúdos introdutórios para os processos de fabricação estudados no semestre seguinte. Neste sentido, o entendimento de como as máquinas e os mecanismos simples podem ser associados para possibilitarem a construção de máquinas mais complexas como tornos e fresadoras têm se mostrado como um instrumento bastante eficaz de construção deste tipo de conhecimento.

3. PROJETO RÁPIDO E INVESTIGAÇÃO DE PRODUTOS

Ao longo do semestre os estudantes são solicitados a trabalharem em exercícios desenvolvidos em sala de aula que objetivam ampliar sua perspectiva em relação a conceitos tecnológicos. Um dos objetivos destes exercícios é a desmistificação da idéia de que a complexidade de alguns produtos está além da capacidade ou da necessidade de compreensão por parte de um futuro profissional da engenharia de produção. Estas tarefas auxiliam na construção de uma forte confiança em suas capacidades para analisar e compreender a estrutura de produtos que podem ajudar no projeto de novos artefatos. Também, estes exercícios auxiliam o projeto do pequeno veículo em andamento durante o semestre. Por fim, segundo argumentado por Cross (2000), fica evidente a constatação de que a maioria das soluções de projeto de produtos é baseada em princípios de solução bastante simples.

Estes exercícios são inseridos no cronograma da disciplina sempre com o objetivo de associá-los com os tópicos teóricos que estão sendo trabalhados.

Serão mencionados aqui dois tipos de exercícios que tem apresentado alguns bons resultados no que se refere aos objetivos apresentados acima. O primeiro é um exercício de investigação da estrutura de um produto aparentemente complexo: o mouse do computador. O segundo é um exercício de projeto rápido.

No caso do exercício do mouse, os estudantes, reunidos em equipes, são solicitados a identificar o princípio de funcionamento do equipamento e a elaborarem uma apresentação deste princípio para o restante da turma, com os recursos disponíveis em sala, no período de

uma aula. Para cada equipe é fornecido um mouse e ferramentas simples como chaves de fenda e alicates. As equipes não necessitam de se aprofundar nos aspectos eletrônicos do artefato. O princípio básico de funcionamento do mouse é uma associação de movimentos mecânicos, realizados pela mão do usuário, com a linguagem binária do computador, ou seja, a mudança de posição do equipamento deve ser traduzida para os dois estados da linguagem binária: ligado ou desligado. Isto é conseguida com o posicionamento de duas rodas dentadas cujos eixos são perpendiculares entre si, cada uma entre dois componentes eletrônicos que recebem e emitem luz.

Este exercício é realizado no início do semestre e uma das intenções é construir uma maior confiança nos estudantes no sentido de demonstrar que eles são capazes de entender como um artefato aparentemente complexo pode ser dissecado e entendido com o conhecimento e ferramentas que eles têm em mãos. O exercício mostra que isto é possível em um curto período de tempo.

No exercício de projeto rápido, as equipes têm que gerar um conceito de projeto para um equipamento que suporte um projetor digital em uma sala de aula e representar este conceito com o uso de meios gráficos. São fornecidos alguns dados iniciais como necessidades de um usuário padrão, especificações técnicas básicas e dimensões gerais. Os estudantes têm o período de uma aula para gerar o conceito, representá-lo graficamente e apresentar a idéia aos outros grupos. Neste caso, são explorados diversos aspectos do processo de projeto de novos produtos com ênfase na possibilidade de exploração de diversos conceitos em um curto período de tempo com a utilização de recursos bastante simples como apenas lápis e papel. Também são explorados os aspectos da importância do gerenciamento do trabalho em equipe e do conceito de que as decisões tomadas nesta fase têm uma significativa influência em diversos aspectos do ciclo de vida do produto, como por exemplo, os custos de manufatura.

Em síntese, estes exercícios mostram aos estudantes pelo menos dois aspectos importantes. Um está relacionado ao fato de que se eles compreendem os princípios de funcionamento de máquinas e mecanismos simples em conjunto com outras áreas técnicas, eles são capazes de compreender o funcionamento de artefatos mais complexos que resultam da associação de diversos destes conceitos básicos. O outro aspecto é o sentimento de que apesar de ainda não possuírem todo o conhecimento necessário, eles são capazes de projetar artefatos que são possíveis de serem fabricados e usados em um ambiente que lhes é familiar.

Por fim, estes exercícios e outros que são trabalhados ao longo do semestre, atuam como ferramentas eficientes no processo de construção do conhecimento relativo ao processo de projeto, colocando os estudantes em uma posição mais próxima dos conceitos de tecnologia aplicada, associados com os conteúdos de disciplinas mais específicas.

4. PROJETO DO VEÍCULO ELÉTRICO

O projeto do pequeno veículo movido à energia elétrica é proposto aos estudantes no início do semestre. Os estudantes se organizam desde cedo em equipes de quatro ou cinco membros e as atividades relacionadas ao projeto duram todo o período letivo. No início da apresentação do projeto os estudantes são comunicados de que eles devem participar de uma corrida entre os veículos no final do semestre. Esta competição tem atuado como um meio de estímulo bastante significativo, levando os estudantes a uma participação efetiva no projeto tanto em sala de aula, quanto em atividades extra-classe vinculadas ao projeto.

Os conceitos teóricos das metodologias de projeto mencionados anteriormente são associados às tarefas de projeto que são executadas pelas equipes através de exercícios em sala de aula. Um exemplo é o estabelecimento das especificações iniciais do carrinho a partir da definição do escopo do projeto e da identificação das necessidades do usuário final. No caso do projeto em questão, os alunos identificam que o cliente principal é a própria equipe. Então, a partir de parâmetros iniciais do projeto, os alunos identificam necessidades básicas e traduzem estas declarações em valores mensuráveis que direcionam a tomada de decisões ao longo do processo de projeto.

A idéia para o desenvolvimento deste projeto na disciplina Engenharia do Produto I veio de uma matéria em revista técnica sobre mecatrônica (BRAGA, 2002). As especificações básicas do projeto são descritas a seguir.

O veículo deve ser movido por um motor de corrente contínua que possui uma hélice acoplada ao seu eixo. O carro deve andar em linha reta e a velocidade do motor é controlada por um circuito eletrônico simples baseado em um LDR. O circuito eletrônico e as dimensões básicas do veículo são mostrados na figura 3. Quando o LDR recebe luz, a corrente flui através do circuito e polariza a base do transistor, permitindo que desta forma o motor seja alimentado. Observa-se, portanto, que o veículo pode ser “controlado” por uma simples lanterna.

A parte mecânica do veículo deve obedecer a determinados parâmetros fixados nas especificações iniciais. Estes parâmetros são as dimensões do chassi, o diâmetro da hélice, entre outros. Inicialmente, estas especificações foram baseadas nas encontrados na matéria técnica mencionada. A seguir são descritas algumas destas restrições:

- Dimensões do chassi: 20 a 25 centímetros de comprimento, 6 centímetros de largura máxima e 0,5 a 2,5 centímetros de altura.
- Diâmetro máximo da hélice: 13 centímetros.
- Baterias ou pilhas de totalizando 6 Volts.

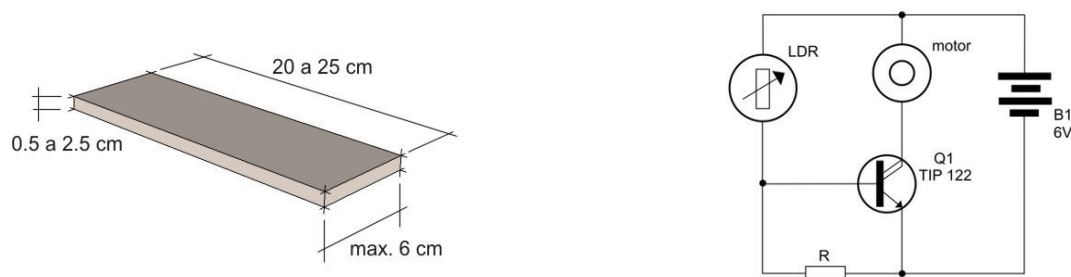


Figura 3 – Dimensões gerais do chassi e circuito eletrônico.

A experiência acumulada em vários semestres de realização desta atividade mostrou a necessidade de parâmetros mais flexíveis de forma a permitir um melhor desempenho do veículo. Desta forma, os parâmetros iniciais apresentados foram modificados pela permissão de acréscimo de 10% em cada uma das dimensões, incluindo o diâmetro da hélice, além do uso de baterias comuns de 9 Volts. Também foi definido que as dimensões do chassi se referiam apenas a sua estrutura, possibilitando um desenho mais flexível para a carroceria. Essas modificações aumentaram o desempenho dos carrinhos e permitiram a exploração de sistemas estruturais diversos.

A corrida no final do semestre é programada para ocorrer em uma sala de aula de grandes dimensões e adota algumas regras básicas. Em primeiro lugar, todas as equipes devem seguir as mesmas especificações básicas de projeto estabelecidas desde o início. Existe uma avaliação com maior peso para a solução de projeto e uma com peso menor para a colocação

na competição. O único meio de controle do veículo na corrida é a lanterna para o acionamento do motor. É permitido que um membro da equipe auxilie o piloto na largada da corrida. Os estudantes não devem tocar no carro durante a corrida. A pista é uma linha reta com aproximadamente 6 metros de largura e 15 metros de comprimento.

A figura 4 apresenta um exemplo de solução, já mencionado anteriormente, desenvolvido por uma das equipes no último semestre. Este projeto em particular apresenta algumas soluções interessantes apesar de ter obtido a segunda colocação na corrida. Esta colocação se deveu ao fato de a equipe não ter dado atenção suficiente para a estrutura de eixo e roda, causando alguns problemas de controle direcional.

Um aspecto que pode ser ressaltado neste caso é o fato de a equipe ter buscado uma solução para o sistema estrutural e de manufatura que alcançou um baixo peso com boa resistência estrutural.

A figura 4 também mostra o torneamento do tubo de PVC utilizado como matéria prima para o bloco do chassi. Foram abertas algumas janelas no tubo como recurso para a diminuição de peso e permitir o acesso ao circuito e à bateria.

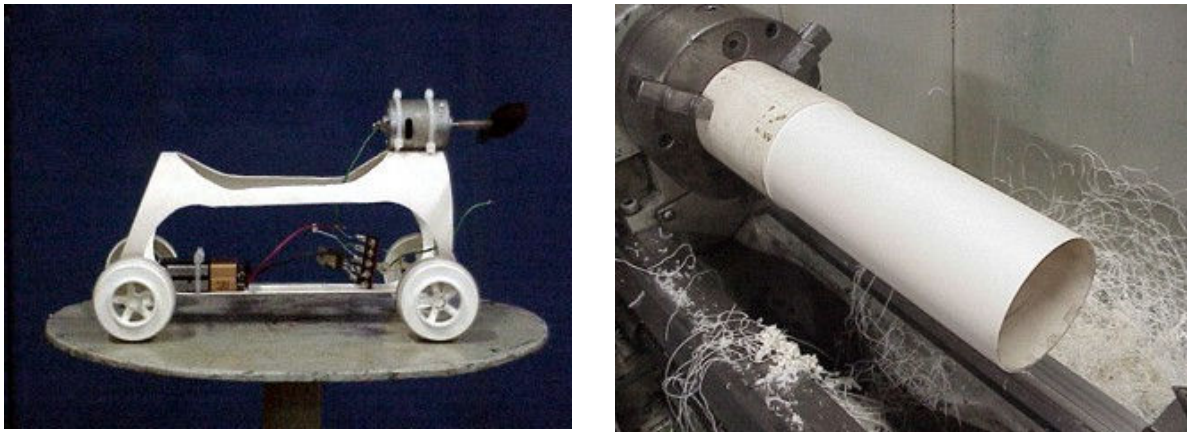


Figura 4 – Exemplo de um protótipo do veículo elétrico apresentando uma etapa do processo de fabricação do chassi.

Uma dos objetivos mais difíceis que as equipes têm a alcançar é projetar um carrinho que seja capaz de correr em linha reta sem nenhum tipo de controle para corrigir possíveis desvios. Nesta direção, alguns projetos tentaram soluções para o problema com propostas interessantes. A figura 5 apresenta uma destas propostas que se mostrou bastante satisfatória na corrida, com a utilização de uma maior distância entre as rodas. Este exemplo também mostra o conceito estrutural utilizado com o uso de finos perfis de alumínio de forma a se obter bastante leveza com um chassi extremamente resistente.

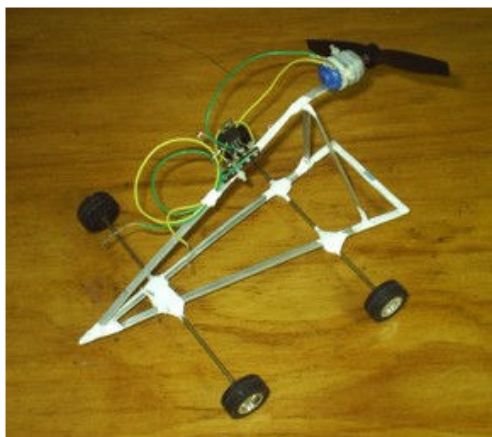


Figura 5 – Exemplo de protótipo leve e resistente.

Existem muitos outros exemplos de veículos desenvolvidos ao longo de alguns semestres e que mostram soluções estruturais mais simples e que até venceram a competição no final do período. Entretanto, a partir de uma perspectiva educacional, os dois exemplos apresentados representam algumas das melhores soluções de projeto já desenvolvidas. O que se ressalta é que estas soluções buscaram o melhor equilíbrio entre uma estrutura leve e resistente, boas conexões mecânicas e bom desempenho aerodinâmico do conjunto hélice – motor. Encontrar este equilíbrio pode ser uma tarefa considerada não tão fácil quanto pode parecer a princípio.

Por fim, a experiência de projetar e construir um produto com estas características auxilia os estudantes a “quebrarem o gelo” no que se refere a sua capacidade de realizar um artefato físico, já que até este momento no curso o contato com esse tipo de atividade ainda é bastante incipiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda não está sendo utilizada uma metodologia quantitativa e sistemática para a avaliação da construção do conhecimento de projeto a partir deste tipo de experiência na disciplina em questão. Entretanto, a partir de uma abordagem qualitativa e com o uso de questionários distribuídos aos alunos no final do semestre, podem-se inferir algumas considerações e diretrizes de continuidade das atividades e na própria estrutura organizacional da disciplina.

Embora o projeto do pequeno veículo elétrico em si possa ser considerado como um projeto simples, a experiência tem mostrado que este atua em uma função eficiente quando considerado como um meio educacional de integração de diversas áreas técnicas como eletrônica, materiais, mecânica, processos de manufatura, aerodinâmica, entre outras. Isto pode ser confirmado quando se observa os estudantes indo além das solicitações normais da disciplina e buscando conhecimentos, por exemplo, de processos de manufatura que sejam adequados às intenções do projeto.

Neste sentido, algumas soluções do projeto do carrinho mostram a ligação destas com os conteúdos de tecnologia trabalhados na disciplina. Entretanto, verifica-se também que estes tópicos de tecnologia precisam ser mais bem trabalhados nos próximos semestres, através de um maior aprofundamento e da utilização de estudos de caso. Desta forma, necessita-se de preparação de maior quantidade de material para as aulas expositivas.

No final do semestre as equipes elaboram um relatório técnico explicitando como foi o processo de projeto do carrinho e procurando articular este processo com os conceitos teóricos

abordados. Na maioria destes relatos, os estudantes afirmam que o projeto do veículo possibilitou uma visão mais abrangente do processo de projeto não só pelos aspectos técnicos, mas também pelo entendimento de que este é um processo social. Também a importância do gerenciamento do processo é enfatizada nos relatórios.

Os estudantes também respondem a um pequeno questionário que procura inferir a efetividade dos exercícios e do projeto desenvolvido. A partir destes questionários, fica explícito que as experiências realizadas desempenham um papel fundamental na motivação para os estudos teóricos da disciplina e para a própria motivação em aprofundar o conhecimento tecnológico. Por outro lado, é freqüente a demanda por uma abordagem mais gerencial e administrativa da questão do projeto de produtos. Apesar de este aspecto ser mais profundamente explorado na disciplina Engenharia do Produto II no semestre seguinte, existe a possibilidade de associá-los ao projeto do veículo elétrico.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é o fato de que o pequeno veículo tem um custo de fabricação do protótipo muito baixo. Isto permite que alguns alunos se aventurem na busca de soluções algumas vezes mais complexas e um pouco mais onerosas.

Entre as diversas direções de mudança e melhoramento que podem ser trabalhadas está a implementação de recursos computacionais baseados em sistemas CAE (Computer Aided Engineering). Existem alguns produtos no mercado a preços compatíveis que podem possibilitar uma significativa expansão no potencial de experiências desta natureza. Um destes produtos é o programa Working Model 2D (UZIAK & FOSTER, 2005), que podem permitir uma avaliação em protótipo virtual do desempenho das soluções de projeto sendo trabalhadas. Este tipo de recursos também é adequado para os exercícios de projeto rápido e investigação de produtos, com, por exemplo, a simulação de mecanismos.

Existem diversos aspectos que devem ser trabalhados no sentido de melhorar o processo de ensino/aprendizagem na disciplina. Muitos destes aspectos são relacionados à falta de uma melhor infra-estrutura de laboratórios no curso. Entretanto, o lado positivo da questão é enfatizado quando os estudantes trazem estas dificuldades para dentro do processo de projeto e buscam soluções com o uso dos recursos disponíveis.

Por fim, apesar das dificuldades e desafios mencionados, experiências como estas podem trazer resultados significativos na construção do conhecimento por parte dos alunos e, além disso, podem atuar como meio de disseminação de novas abordagens para os processos de ensino/aprendizagem em engenharia.

Agradecimentos

O principal agradecimento é para os estudantes da disciplina Engenharia do Produto I do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora. Sem o seu entusiasmo e suporte estas experiências não teriam sido realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, N. C., Veículo Mecatrônico. **Mecatrônica Fácil**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 17-23, 2002.

CROSS, N., **Engineering design methods: strategies for product design**, John Wiley & Sons, Chichester, 2000.

PINTO, D., P., OLIVEIRA, V. F. ; PORTELA, J., C. As discussões sobre o Projeto Político Pedagógico na Faculdade de Engenharia da UFJF. **Engevista**, Niterói, v. 5, n. 9, p. 31-40, 2003.

ULRICH, K. T. & EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**, McGraw-Hill, New York, 1995.

UZIAK, J. & FOSTER, J. D'G. Virtual Laboratory – Kinematics Analysis and Animation of a Cupboard Hinge. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, Gliwice, Poland, 7, 2005. p. 884-889.

PRACTICAL EXPERIENCES IN UNDERGRADUATE PRODUCT DESIGN TEACHING AND LEARNING PROCESSES

Abstract: *This paper reports some ongoing experiences related to the product design teaching and learning processes in the Production Engineering undergraduate course at Federal University of Juiz de Fora, Brazil. The main topic of the discipline is a project assigned to the student's teams in the beginning of the semester in which they have to design and build a small electric powered vehicle. In the end of the semester the teams compete in a race. The other topics are related to the more theoretical aspect of the product design and link an overview of design methodologies with some electronic, mechanical and structural concepts. There are also some tasks related to product dissection and investigation among with rapid design exercises as a mean to keep the interest and link these tasks to the design theories. Finally there is some discussion over the results from the student's perspective and some directions on what must be reworked to improve the teaching and learning process.*

Key-words: *product design, design methodologies, practical engineering knowledge, team work.*