



PROJETO PARA MANUFATURA E MONTAGEM: UMA PRÁTICA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Rovilson Mafalda – rovilson.mafalda@ufabc.edu.br
Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharia e Ciências Sociais Aplicadas
Rua Abolição s/n. - Bangu
09210-180 – Santo André – SP

Ana Magda Alencar Correia – maguinha120@gmail.com
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Expressão Gráfica, (AP)
Endereço: Rua Presidente Nilo Peçanha, 531/906 – Imbiribeira.
51160-220 – Recife – Pernambuco

***Resumo:** O ensino de engenharia vem a cada dia tornando-se como uma atividade com vertentes educativas transdisciplinares, pela consciência da necessidade de motivar seus estudantes na busca constante produtos que supram as necessidades da sociedade. Não se trata apenas de pensar em soluções para questões de alto grau de complexidade; mas, de problemas que a afetam cotidianamente e causam transtornos que vão, paulatinamente, diminuindo a sua qualidade de vida. A disciplina envolvida neste trabalho tem como objetivo fornecer instrumental teórico para aplicação de sistemas CAD/CAM aos processos em engenharia. Nesta sentida, trabalhamos na proposição de soluções para situações-problema contextualizadas por nossos estudantes. A atividade se dá através de um projeto semestral, tendo como proposição a melhoria ou inovação de um produto que cause desconforto. Essa atividade tem por fundamentação a metodologia ABP, como método preconiza a exposição de um grupo de indivíduos a uma situação problemática de escopo bem ou mal definido. Considerando que as decisões tomadas na etapa de projeto do produto não só tem um efeito significativo nos custos de produção como também na própria manufaturabilidade dos produtos, os estudantes são orientados através do método DFMA, que visa dar ao aluno uma visão sobre processos de desenvolvimento de produtos aplicados pela indústria. Para ilustrar os resultados obtidos, são apresentados alguns projetos apresentados pelos alunos em 2012.*

***Palavras-chave:** Situação-problema, Ensino de engenharia, ABP, DFMA.*

1. INTRODUÇÃO

Projetar é uma atividade humana complexa que exige uma visão do modo de vida dos indivíduos de uma sociedade, bem como das tecnologias e dos sistemas que podem ser utilizados para gerar produtos que promovam melhores níveis de qualidade de vida. Mesmo que em um primeiro momento tenham-se estas características como resultantes de um

processo lento de maturidade, em uma visão transdisciplinar, estes são os pontos almejados pelo oferecimento gradual da formação em Engenharia.

A prática deste tipo de atividade exige constante aprimoramento de objetos, artefatos em geral que são ou que passam a ser utilizados no dia-a-dia, bem como de métodos e sistemas empregados nas fases projetuais.

A busca por eficiência e melhorias, reduções de custos, processos mais rápidos, baratos e seguros e, menos agressivos ao meio ambiente, concorrem em todas as áreas e atividades humanas. Ao longo do tempo temos assistido à fantástica aventura humana e sua constante busca do desenvolvimento das sociedades em todas as vertentes. Chama nossa atenção suas marcas deixadas, função de suas necessidades e das soluções encontradas inclusive, com uso intensivo de tecnologias.

Interessantes exemplos desta busca por processos mais rápidos e seguros podem ser observados através do processo histórico da construção de talheres, elaborados com galhos de árvore, conchas, e ossos de animais (figura 1), até sofisticados artefatos em aço inoxidável, ou outros materiais ditos mais nobres (figura 2).



Figura 1: Talheres feitos de ossos e concha
<http://www.fotosearch.com.br/FSP030/897052/>



Figura 2: Talheres em aço inoxidável
<http://www.newshop.com.br/detalhes.asp?>

A despeito da compreensão tácita destes processos e sua interpretação *latu sensu*, em ensino de engenharia, os educadores tem como desafio trabalhar com experiências quase cinestésicas de utilização e manipulação de tecnologias. Também, trabalhar com de métodos e processos cada dia mais modernos em experiências concretas ou que tenham um grau de significado adequado para a compreensão do fenômeno tecnológico. Desse modo, procura fazer com que as necessidades da sociedade passem a ser uma realidade na qual o engenheiro busca sua inspiração e devolve a essa sociedade bens e serviços que supram suas carências e que melhorem sua qualidade de vida.

Neste sentido, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) apresenta-se como uma importante ferramenta pedagógica no sentido de prática de ensino e aprendizagem formal, na qual o estudante é desafiado a incorporar a prática de resolver problemas cotidianos na sua atuação profissional.



Segundo Peixoto et al. (2006), o método é uma estratégia formativa através da qual os alunos são confrontados com problemas contextualizados e pouco estruturados e para os quais se empenham em encontrar soluções significativas. Se trabalhado em grupo, ajuda a desenvolver o pensamento crítico dos alunos ao construir, em conjunto, soluções mais criativas.

Em nosso curso de engenharia, a disciplina Introdução a Sistemas CAD/CAM tem como objetivo mais amplo trabalhar os processos de projeto e manufatura auxiliados por computador e como eles decorrem da necessidade de transformação das práticas de engenharia em processos sistemáticos que possam ser quantificados, precisados e oferecidos como produtos para consumo em geral, deste tipo de serviço.

Neste trabalho, apresentamos um conjunto de resultados de uma atividade de projeto que se insere na metodologia ABP, e que tem como foco situações da vida real dos estudantes.

2. Fundamentação teórica

De modo geral, a ABP é um método que tem como elemento principal a exposição de um grupo de indivíduos a uma situação problemática de escopo bem ou mal definido, que exige a solução em um determinado intervalo de tempo. Atualmente, em muitas áreas de conhecimento, a exemplo da medicina e da engenharia, reconhecem-se estas práticas como experiências de aquisição de conhecimentos quase reais. Muitas destas áreas fazem uso de materiais específicos enquanto outras utilizam materiais diversos com variados significados.

As decisões tomadas na etapa de projeto do produto não só tem um efeito significativo nos custos de produção como também na própria manufaturabilidade dos produtos. Portanto, decisões não acertadas durante o projeto podem comprometer, em maior ou menor grau, não somente o custo e o tempo de desenvolvimento, mas também, a integridade do produto nas demais fases do seu ciclo de vida (Estorilio et al, 2008).

Nesta direção, acreditamos que a consideração da manufatura e montagem já durante a etapa de projeto contribui para a realização de um projeto mais bem definido, inclusive em relação ao ferramental a ser utilizado na produção do produto que é, segundo Savoie et al. (1990, apud ESTORILIO et al, 2008) responsável pela maior parte do desembolso efetuado.

Uma destas práticas que vêm sendo testadas no apoio ao projeto de produtos, que considera a manufatura e a montagem durante a etapa de projeto, é o DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*). Este método é utilizado, via de regra, como apoio para melhorar o conceito de um produto ou um projeto já existente, resultando em um projeto mais bem elaborado dentro da capacidade de manufatura da empresa, visando, também, facilitar a montagem do produto final.

Em especial, o método DFMA contribui para que o projetista repense o projeto do produto, visando uma manufatura e uma montagem mais simplificada; isto se reflete diretamente na redução dos custos de produção.

O uso do método DFMA inicia, preferencialmente, na fase de projeto preliminar e se baseia nas consequências das escolhas feitas pelos projetistas durante o processo de projeto, tendo como finalidade, melhorar o produto original em relação à sua fabricação e montagem. Neste sentido, é necessário, segundo Estorilio et al (2008):

- Identificar os problemas que afetam a produção e montagem do produto dentro de determinadas especificações (concepção original);



- Enfocar o projeto dos componentes visando uma fabricação e montagem mais simples, reduzindo o número de partes e facilitando a manipulação e inserção destas, além de eliminar aquelas que encarecem o produto;
- Integrar o processo de fabricação e montagem com o processo de projeto do produto, para obter uma produção sem problemas.

Na disciplina Introdução a Sistemas CAD/CAM são apresentados aos estudantes vários tópicos relacionados com os conceitos e o uso de sistemas CAD/CAM, como por exemplo, tolerâncias dimensionais e geométricas, Pert/CPM, acabamento superficial, tecnologia de grupo, engenharia simultânea e planejamento de processos. Neste conjunto de tópicos DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*) é uma prática que visa dar ao aluno uma visão sobre processos de desenvolvimento sistemático de produtos aplicados pela indústria. A idéia de usar este tópico como uma prática da disciplina deveu-se a busca por uma melhor estratégia para o aproveitamento das horas de estudo individual da disciplina e garantir que os estudantes desenvolvessem um projeto mais elaborado sobre os assuntos envolvendo metodologias de projeto, trabalho em grupo e os princípios do DFMA.

Neste sentido, a partir de 2012 passamos a propor como trabalho semestral focado na melhoria de um produto já existente ou em uma proposta de inovação.

A fase denominada problematização foi feita em sala de aula, seguida de espaços para consultas, em caso de dúvidas. A proposta, para o aluno, foi enunciada por dois caminhos:

- “Procure no seu dia-a-dia, sua casa, trabalho, etc. alguma situação que lhe causa desconforto, ou algo que você simplesmente enxerga que pode ser melhorado e, proponha uma melhoria para ele.”
- “Proponha algo que não existe, mas que cuja existência venha solucionar um problema que você enfrenta cotidiana ou sazonalmente.”

O ponto em comum e imprescindível, aqui, é que os estudantes deviam buscar referências na sua vivência, no seu dia-a-dia.

Após a problematização, seguiram-se duas aulas sobre a atividade de projeto e as metodologias da engenharia simultânea, tecnologia de grupo e DFMA, ponto de partida para a realização da tarefa: o projeto e sua apresentação técnica. Vale destacar que não se trata da aplicação formal do método, uma vez que não é o foco da disciplina. Entretanto, suas premissas são discutidas em uma visão transdisciplinar do processo educativo.

2. Análise de trabalhos apresentados

Para ilustrar o desempenho dos estudantes, nesta seção comentamos alguns dos projetos apresentados em 2012.

De modo geral, na introdução do relatório dos trabalhos, os alunos citam definições das metodologias e reconhecem as mesmas como importantes para gerar produtos de maneira mais competitiva. Eles citam também as relações intrínsecas que existem entre engenharia simultânea, tecnologia de grupo, e DFMA. A seguir, passam a falar especificamente de seu projeto.

3.1.1 Maleta-banco: proposta de inovação

Neste projeto, os estudantes tinham como preocupação uma situação muito comum, atualmente, no transporte público das grandes cidades, incluindo também os grandes espaços de tempo perdidos em espera, especialmente em aeroportos.

É certo que ao se deslocar de casa para o trabalho, ou para viagens carregam-se malas, maletas e, até mesmo mochilas. As maletas de rodinhas, que até pouco tempo atrás possuíam um contexto infantil, vem ganhando destaque no mundo corporativo devido ao peso a ser transportado, que inclui *tablets* e *laptops*, entre outros acessórios, além de peças de vestuário.

O transporte destes objetos preso ao corpo, também decerto, pode ocasionar problemas de saúde, com danos na coluna vertebral.

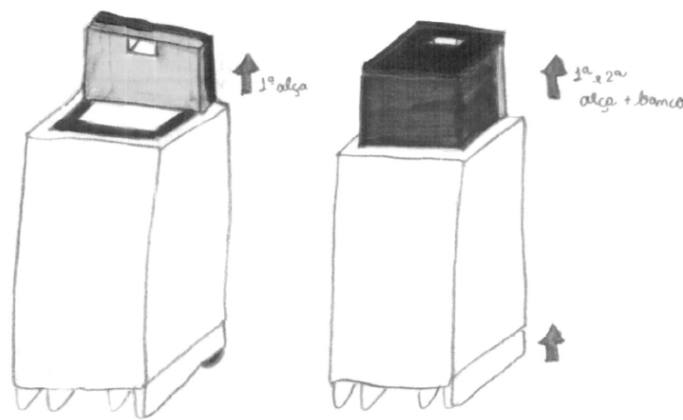


Figura 3: Esboços de estudos preliminares

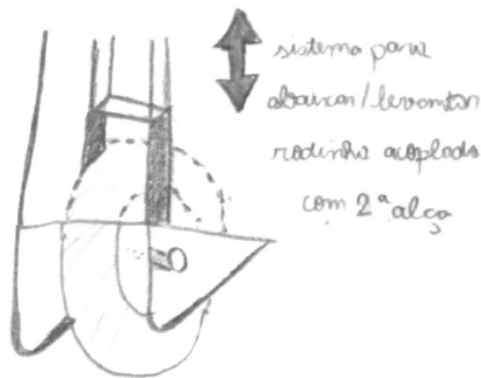


Figura 4: Sistema de controle das rodinhas.

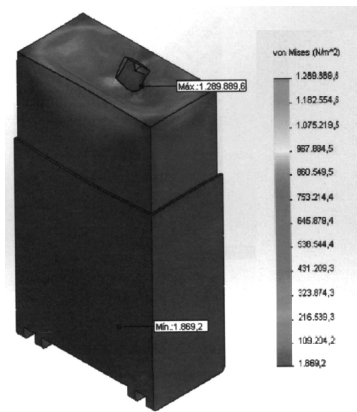


Figura 5: Análise dos esforços

A pergunta-problema deste projeto foi descrita como: E se além da função de transporte esta maleta tivesse outra função como, por exemplo, virar uma cadeira ou um banco? (figura 4) Sendo a idéia viável, uma pessoa poderia além de transportar seus materiais fazer suas esperas de ônibus, metrô ou avião sentada, ou mesmo aguardar o início de uma reunião.

O grupo estudou, ainda, o sistema de rodízios e apoio no solo quando a maleta fosse utilizada como banco, além de analisar os esforços sobre a maleta nesta situação (figura 5).

3.1.2 Caixa de leite/suco anti-desperdício: melhoria de um produto existente

Neste projeto, os estudantes tinham como preocupação uma situação muito interessante que, acreditamos, o público em geral não tenha a informação precisa: quantos mililitros de produto é retido em uma caixeta de 1 litro de leite, suco, etc.?

Para cada caixeta de 1000ml, 4ml ficam retidos, e são desperdiçados. Certamente a eliminação, ou redução, deste desperdício traria vantagens financeiras para o consumidor.

A pergunta-problema deste projeto foi descrita como: Como eliminar ou reduzir o desperdício de 4ml de líquido em uma caixeta de 1 litro de leite, suco, etc.? Para o grupo, a solução é basicamente uma questão formal, ou da forma da caixeta, além de ser necessário trabalhar a borda do encaixe da tampa.

O grupo apresentou protótipo desenvolvido em papel sulfite e tampa reaproveitada (figura 6).

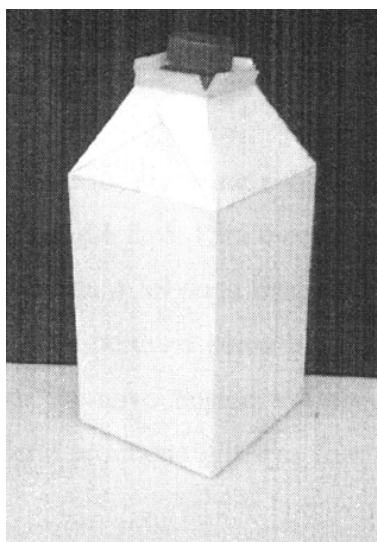


Figura 6: Caixa de leite anti-desperdício.

3.1.3 Mochila guarda-chuva: proposta de inovação

A preocupação dos estudantes deste grupo tinha, de fato, um cunho bem prático: Como transportar livros e cadernos, em dias de chuva, e ainda manipular objetos, a exemplo de carteira, documentos e aparelho celular, segurando um guarda-chuva? A resposta para tal pergunta-problema veio através de uma mochila com guarda-chuva acoplado, de modo que as mãos do usuário fiquem completamente liberadas.

Como conceito, a equipe encontrou na sua pesquisa, imagem de proposta semelhante (figura 7). Entretanto, não encontrou indícios do projeto realizado e, menos ainda, suas especificações técnicas (figuras 8 e 9).



Figura 7: Protegido da chuva
<http://dudesmodernos.../2012/04/anivelde.jpg>



Figura 8: Modelo conceitual do uso da mochila guarda-chuva.

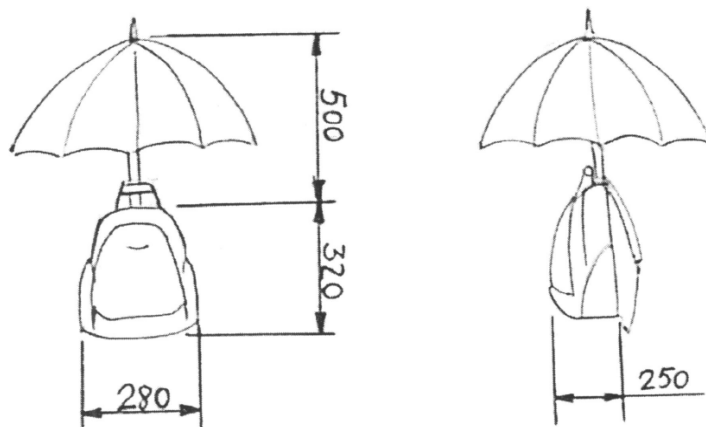


Figura 9: Especificações para a mochila guarda-chuva.

3.1.4 Limpador de retrovisor: proposta de inovação



Figura10: Espelho retrovisor em dia de chuva
<http://2.bp.blogspot.com/-.../I8iHjpGiteQ/s400/retrovisor+chuva.jpg>

Neste projeto, os estudantes tinham como preocupação uma situação muito corriqueira para motoristas em dias de chuva: as gotas de água da chuva que escorrem e aderem ao espelho do retrovisor e dificultam a visão do motorista (figura 10).

É senso comum que em dias de chuva a atenção do motorista deve ser redobrada; e que esta atenção está diretamente ligada à visibilidade. Nestas condições, os espelhos retrovisores tornam-se, praticamente inúteis.

O grupo optou por projetar um limpador ao espelho retrovisor, com funcionamento semelhante ao do para-brisa (figuras 11 e 12).

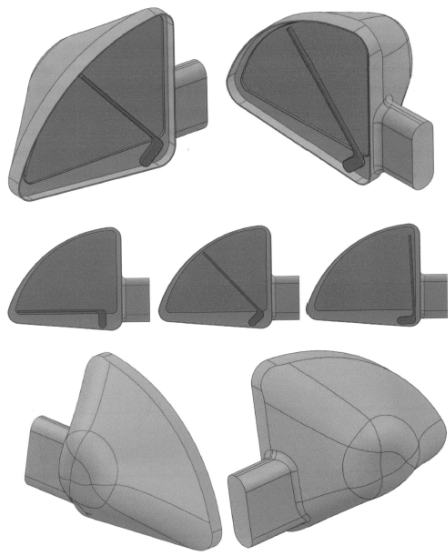


Figura 11: Limpador para espelho retrovisor.

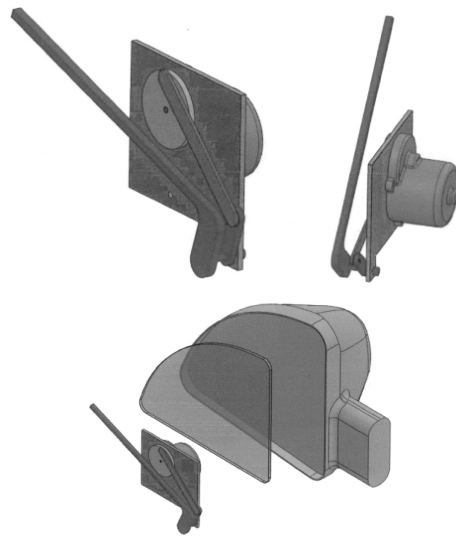


Figura 12: Detalhes de montagem.

3.1.5 Outros projetos

Outras idéias interessantes de projetos foram apresentadas por grupos de trabalho que, oportunamente, podem ser melhor discutidas.

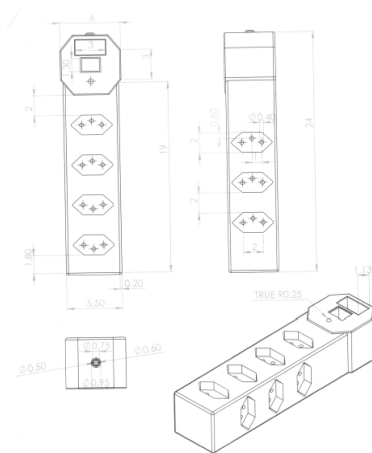


Figura 13: Régua de tomadas.

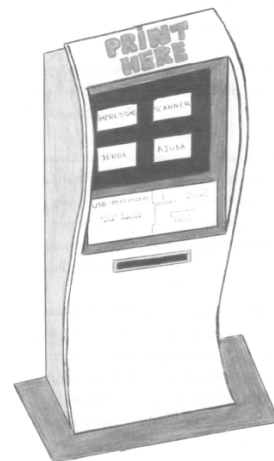


Figura 14: Máquina para impressão *delivery*.



Destacamos, apenas, e para lançar um pouco de curiosidade a Régua de tomadas com uso ótimo (figura 13) e a máquina de impressão *delivery*, esboçada como ilustrado na figura 14, a ser instalada em centros de compras, com entrada de dados através de *pendrive* e pagamento com cartões de bancos.

4. Considerações finais

Todo e qualquer produto ou serviço que seja projetado para o uso humano deve ser concebido a partir de premissas que considerem as sutilezas das necessidades humanas e suas interações com os seus ambientes, seja de trabalho, estudo, descanso, lazer, etc.

Corroboram também as filosofias de qualidade e as metodologias educativas como motivação para o constante pensar-repensar o ensino da engenharia.

A metodologia preconizada pela Aprendizagem Baseada em Problemas aproxima o estudante de problemas vivenciados no seu cotidiano que, contextualizados, contribuem para sua motivação na busca para encontrar soluções. A ideia, entretanto é antiga. Como conceito formal, acadêmico, surgiu entre o final da década de 60 e início da década de 70 em Faculdades de Medicina (Canadá e Holanda), propagando-se para outras áreas do saber, notadamente de Arquitetura, Engenharia, Administração e Direito (PEIXOTO et al. 2006).

É de consenso que o método apresenta vantagens para a aprendizagem, embora seja também largamente aplicado em indústrias de diferentes tipos, uma vez que provoca a motivação, promove o conhecimento de novas áreas do saber, estimula a criatividade, impulsiona o pensamento crítico, fomenta as capacidades de análise e decisão e ajuda a desenvolver as capacidades e competências de trabalhar em grupo e de gestão de stress.

Aliado ao DFMA nos parece constituir um cenário interessante para a nossa prática pedagógica em ensino de engenharia, colaborando para a construção de saberes com o desenvolvimento de uma postura cidadã, a partir de problemas individualizados.

As situações-problemas apresentadas pelos grupos demonstram este pensamento: são situações oriundas de vivências particulares que podem ser facilmente trasladadas para grandes grupos sociais.

Referências

BERBEL, N. N. Problematization and Problem-Based Learning: different words or different ways? *Interface, Comunicação, Saúde, Educação*, v.2, n.2, 1998. Disponível em: <http://www.interface.org.br/> Acesso em 09 out.2013.

BOOTHROYD, G.; DEWHURST, P.; KNIGHT, W. *Product design for manufacture and assembly*. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2002.

ESTORÍLIO, Carla; SIMIÃO, Marcelo César; SCHONOSKI, Cleiton Luis; DE Lara, Murilo César. Estudo de redução de custo de fabricação e montagem em um motor a diesel com o auxílio do DFMA, *Produto & Produção*, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 5-14, 2008.

PEIXOTO, João Paulo; TEIXEIRA, Manuel; COELHO, Dídia; MOREIRA, Daniela; MOTA, Paulo Sérgio. *Estudos de Caso: O método ABP Caso Home Concept*, Edição Casos do IESF, 2006, Espaço Atlântico.



RODRIGUES M. L. V.; FIGUEIREDO J. F. C. Aprendizado centrado em problemas. Medicina, Ribeirão Preto, v.29, p.396-402, out./dez, 1996. Disponível em: <http://www.fmrp.usp.br/revista/1996/vol29n4/4_aprendizado_centrado_em_problemas.pdf>. Acesso em: 09/10/11.

ZOELZE, Michael. Problem-Based Learning Initiative. Disponível Em: < www.pbli.org> Acesso em: 06 out. 2013.