

INTEGRAÇÃO MECÂNICA EXPERIMENTAL: UMA EXPERIÊNCIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA PUCRS

João C.P. Beck¹; Luiz F.M. Guedes² –

Faculdade de Engenharia/PUCRS, Curso de Engenharia Mecânica

Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 30

CEP 90619-900 – Porto Alegre – RS

beck@pucrs.br¹; - guedeslf@pucrs.br²

Resumo: *Este trabalho descreve a disciplina Integração Mecânica Experimental no cenário da nova estrutura curricular do curso de Engenharia Mecânica da PUCRS, exemplificando alguns trabalhos já desenvolvidos no âmbito da mesma. É apresentada a metodologia empregada para a verificação dos resultados obtidos na disciplina, observando-se que os objetivos estão sendo alcançados: alunos mais seguros para desenvolverem novos projetos, mais conscientes quanto à importância da observação de prazos, mais atentos à elaboração de relatórios científicos e compreendendo a necessidade da integração de conteúdos na atividade profissional.*

Palavras-chave: *Nova estrutura curricular, Disciplina integradora, Desenvolvimento de projetos.*

1. INTRODUÇÃO

A aprendizagem nasce nos espaços histórico-culturais em que existimos e fundamenta-se em tudo aquilo que vivenciamos. É assim um processo de apropriação e compreensão deste mundo denso de significados e amplas complexidades. Os desejos de conhecer, compreender o mundo e a vida são impulsionados através da aprendizagem e estimulados pela curiosidade natural de cada indivíduo. A temática da aprendizagem apresenta uma complexidade que tem a dimensão da própria natureza humana.

Considerando que a realidade está em movimento, os fenômenos encontram-se em contínua interação uns com os outros, influenciando-se reciprocamente num intrincado mecanismo de amplos significados, onde a experiência do aprendizado de cada indivíduo é única. É neste contexto que nos deparamos com a importância fundamental do agregar conhecimentos gerando as mais diversas competências, biunivocamente alicerçados na habilidade do saber fazer, do executar, enfim, do construir. Neste contexto, a disciplina Integração Mecânica Experimental integra todos os conhecimentos e técnicas vivenciados pelo aluno até o respectivo nível, coroando o aprendizado com a execução de um Relatório Técnico e a construção de um Protótipo de Engenharia Mecânica. No bojo desta disciplina estimula-se a cumplicidade e a intimidade da ciência com as técnicas de execução desenvolvidas pelo próprio aluno.

Diversos autores abordam a aprendizagem como a interação entre aluno e meio, valorizando o aprender a aprender (ESTEBAN, 1999), (KOZULIN, 1994), (MORETTO, 2001), (PERRENOUD, 1999), (ROSA, 2001).

Há que se considerar que a aprendizagem deve ter rumos nobres e inteligentes, onde o foco seja o verdadeiro desenvolvimento de competências e habilidades nos mais variados campos do conhecimento. Hoje, realmente as coisas dinamizaram, não se pode mais aceitar aquele antigo modelo onde o professor mostra o procedimento e o aluno apenas registra visualmente a

execução das tarefas. É fundamental a “mão-na-massa”, que se baseia no tripé Projeto, Cálculo e Execução, para se ter como resultado um profissional competente.

Considera-se aqui o aprendizado envolvendo os modernos conceitos de competência e habilidade. Competência entenda-se como a capacidade do sujeito de mobilizar recursos (cognitivos) visando abordar uma situação complexa. Já a habilidade é o saber fazer adequadamente.

2. ABORDAGEM DE "INTEGRAÇÃO MECÂNICA EXPERIMENTAL"

A implantação da nova estrutura curricular nos cursos de graduação oferecidos pela Faculdade de Engenharia da PUCRS, a partir do período letivo 2003/1, previu – no curso de Engenharia Mecânica – a oferta da disciplina Integração Mecânica Experimental no nível VIII. Esta disciplina é oportuna na medida em que supre importante carência detectada por GUEDES *et al* (2007), na medida em que os estudantes de meio de curso evidenciavam pouca segurança para desenvolver projetos de um modo geral.

Neste contexto, a disciplina em epígrafe foi então oportunamente implantada no nível VIII, tendo como único pré-requisito (de posição) a necessidade de o estudante ter completado 150 créditos. O nível VIII do curso de Engenharia Mecânica está constituído de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Constituição do nível VIII, Engenharia Mecânica/PUCRS (CEM, 2003).

Disciplina	Créditos
Máquinas Térmicas	04
Mecânica do Contínuo	02
Instrumentação e Medição	04
Engenharia de Controle	02
Integração Mecânica Experimental	02
Manufatura Assistida por Computador (CAM)	02
Sistemas de Compressão Industrial	04
Trocadores de Calor	04
Engenharia e Segurança do Trabalho	02
Engenharia Econômica I	02
Total	28 créditos

Ao chegar à Integração Mecânica Experimental, os estudantes já cursaram – no âmbito da área de projeto – as seguintes disciplinas: Desenvolvimento de Projetos, no nível II e Projeto Mecânico Assistido por Computador (CAD), no nível VII. Estão cursando Manufatura Assistida

por Computador (CAM), no nível VIII e cursarão Engenharia Assistida Por Computador (CAE) e Projeto Mecânico no nível IX (CEM, 2003).

As ementas dessas disciplinas são apresentadas a seguir, ilustrando os conceitos estudados na área em questão neste trabalho.

Desenvolvimento de Projetos: introdução ao projeto, metodologia, fatores humanos, técnicas de modelagem, análise de falha, otimização, projeto orientado à fabricação, projeto orientado à montagem, propriedade industrial, estrutura geral das máquinas.

Projeto Mecânico: desenvolvimento de um projeto mecânico completo, em aulas teórico-práticas, envolvendo todas as etapas do processo de projeto: estudo da viabilidade, projeto conceitual, projeto detalhado, otimização em projeto, planejamento da produção, planejamento do mercado, planejamento do consumo, planejamento da obsolescência, planejamento do fim de vida, planejamento estratégico.

Projeto Mecânico Assistido por Computador (CAD): introdução ao projeto assistido por computador, conceitos e prática; modelagem de sólidos e produtos, construção geométrica, pontos, linhas, superfícies, sólidos e referências; padrões de troca de dados; representação em 2D, montagens de conjuntos; análise dimensional e física do modelo; filosofia de projeto orientada à ferramenta computacional.

Manufatura Assistida por Computador (CAM): sistemas de manufatura assistida por computador (CAM); conceito, análise e programação de controle numérico computadorizado (CNC); utilização de software CAM para a usinagem de peças em torno e fresadora; utilização de pós-processador adequado para geração do código ISO.

Engenharia Assistida Por Computador (CAE): criação de mecanismos e animações; fundamentação do método dos elementos finitos (FEM); solução de problemas de engenharia pelo FEM; integração de sistemas CAD/CAE; sistemas para projeto e análise de elementos de um produto e conjuntos mecânicos; utilização de software de análise CAE, baseado em *solvers* por elementos finitos.

2.1 Ementa e objetivos de Introdução Mecânica Experimental

A ementa de Introdução Mecânica Experimental prevê o desenvolvimento de um projeto com envolvimento experimental e que resulte num protótipo. Este protótipo deverá integrar os mais variados conteúdos e áreas da Engenharia Mecânica. A finalidade básica é estimular o empreendedorismo, promover a inserção social e técnica do aluno e estimular a execução de projetos típicos “mão-na-massa”.

2.2 Exemplos de trabalhos já desenvolvidos na disciplina

A seguir, com o intuito da ilustração, apresentam-se algumas fases de um dos protótipos desenvolvidos pelos alunos Guilherme Wenzel e Sérgio Garcia na disciplina de Integração Mecânica Experimental (figuras 1 a 8).

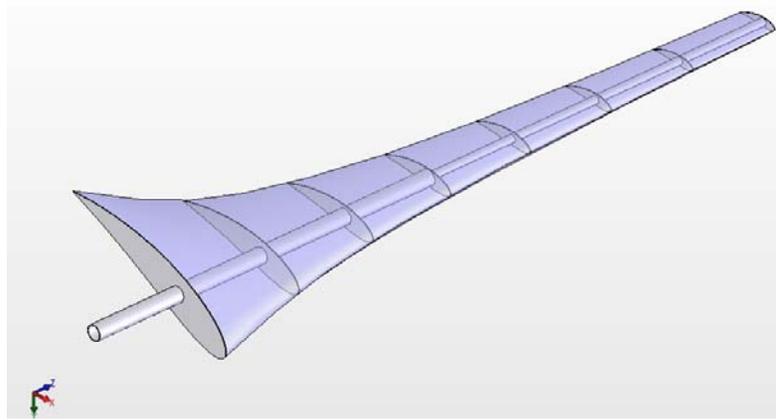


Figura 1. Resultado da aplicação de método para desenho de pá.

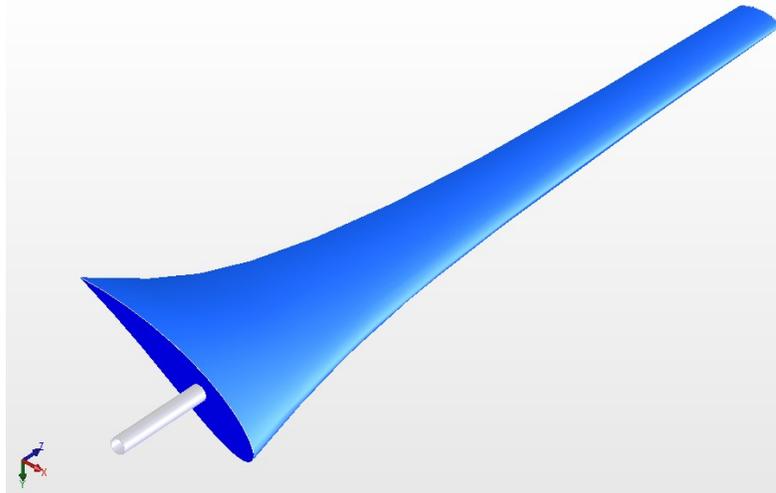


Figura 2. Pá idealizada no projeto.

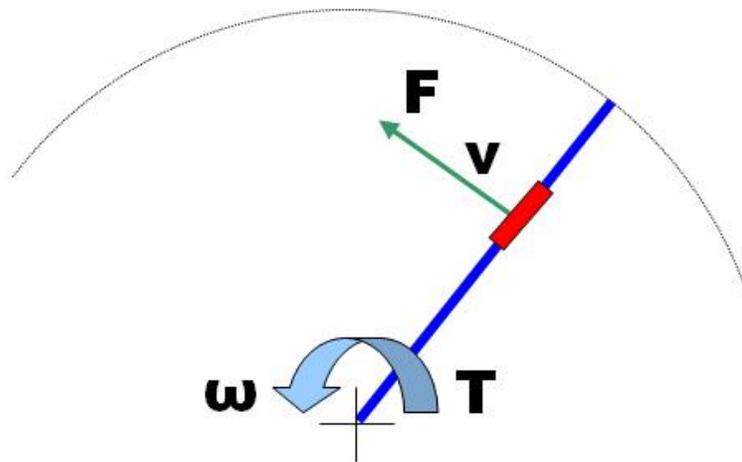


Figura 3. Grandezas envolvidas no movimento de rotação das pás.

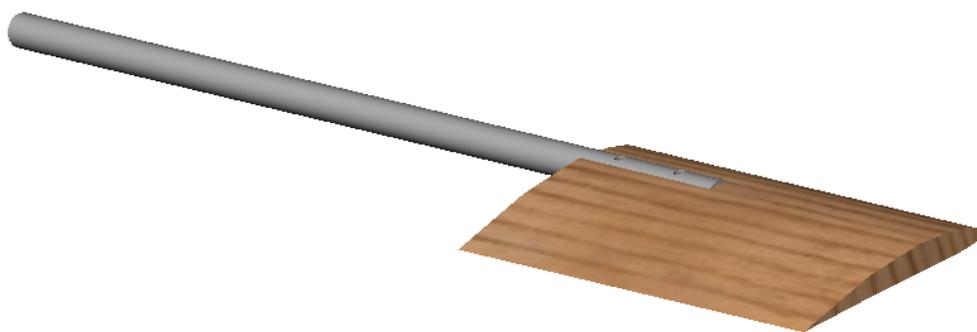
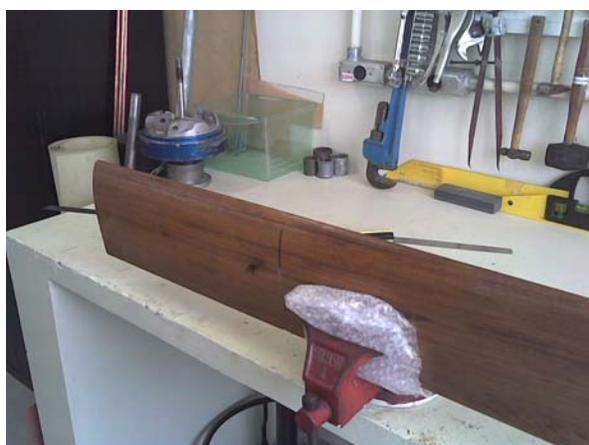


Figura 4. Desenho da pá para a prototipagem.



(a)



(b)

Figura 5. Etapas do processo de ajuste do comprimento das pás, realizado manualmente.



Figura 6. Testes frente ao túnel de vento.

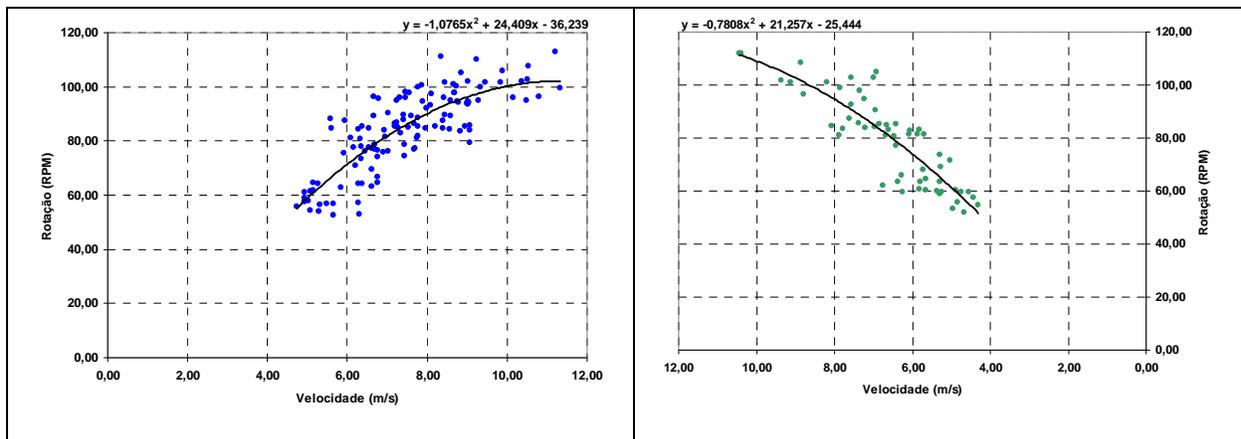


Figura 7. Gráficos da turbina com massa mostrando a diminuição gradual da velocidade.

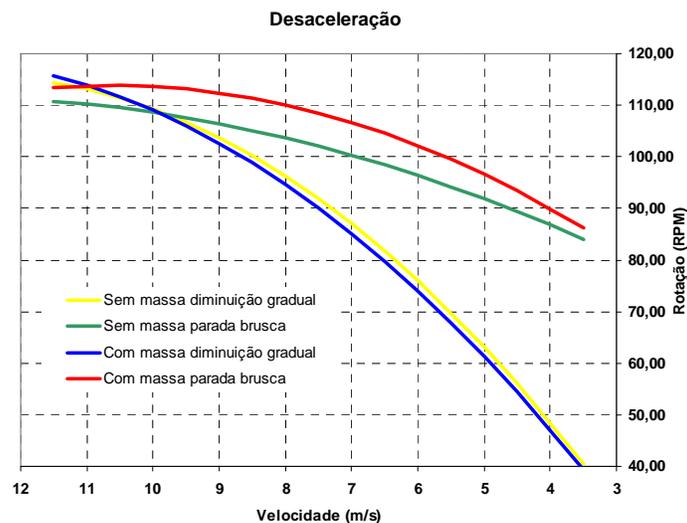


Figura 8. Gráfico de comparação dos resultados na desaceleração.

3. METODOLOGIA PARA A VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DA DISCIPLINA

Visando verificar os resultados alcançados pela disciplina Integração Mecânica Experimental, foi elaborado o seguinte questionário.

Fazer um comentário em cada item.

1. Em relação aos conteúdos programáticos do curso envolvidos na disciplina Integração Mecânica Experimental.
2. Relação entre teoria e prática na Engenharia Mecânica.
3. Quanto ao desenvolvimento de suas competências e habilidades ao longo do curso e a contribuição da disciplina neste sentido.
4. Quanto à oportunidade de desenvolver um projeto real em tempo real.
5. Quanto às dificuldades encontradas.

3.1 Metodologia utilizada

O instrumento foi aplicado no semestre 2007/2, quando a turma contava com dez alunos, dos quais – mediante participação voluntária – seis alunos responderam, ou seja, 60% da turma.

4. RESULTADOS OBTIDOS

As respostas dos alunos, para cada pergunta do questionário proposto, encontram-se sintetizadas a seguir.

Pergunta 1. Em relação aos conteúdos programáticos do curso envolvidos na disciplina Integração Mecânica Experimental.

- Os conteúdos mostraram-se muito abrangentes, abordando várias áreas da Engenharia Mecânica.
- Foi possível realizar bom uso dos conhecimentos adquiridos, vencendo dificuldades.
- Foi possível aplicar na prática os conteúdos estudados no curso até então.
- Os conteúdos estudados no curso foram essenciais para a decisão do protótipo desenvolvido.
- A disciplina contribuiu para o desenvolvimento da capacidade de organização.

Pergunta 2. Relação entre teoria e prática na Engenharia Mecânica.

- Esta relação mostrou-se muito boa, com o professor solucionando dúvidas sempre que necessário.
- Ao se colocar um projeto em prática, surgiram os problemas, de modo que até mudou-se o projeto para que o mesmo se tornasse funcional, aprendendo-se muito desta maneira.
- A disciplina foi importante para se ter uma verdadeira noção do que é a Engenharia.
- Foi sugerida a oferta de mais disciplinas como esta durante o curso.
- O currículo do curso evidenciou ser ainda muito teórico.

Pergunta 3. Quanto ao desenvolvimento de suas competências e habilidades ao longo do curso e a contribuição da disciplina neste sentido.

- A disciplina teve grande contribuição neste sentido, tanto pelas atividades práticas quanto em razão da elaboração de relatório científico.
- A evolução das mesmas foi perceptível; a disciplina contribuiu muito, pois era necessário vencer um desafio.
- Houve registro de aluno no sentido de que deveria ter se esforçado mais em algumas disciplinas.
- A disciplina estimulou a criatividade para o desenvolvimento de produtos e processos.
- Um estudante registrou que acredita ter habilidades para desempenhar funções na vida profissional, tendo adquirido muitos conhecimentos na disciplina que poderá aplicar futuramente; a disciplina mostrou que deve-se buscar objetivos, além de aprender a n os conhecimentos adquiridos.
- Já no início da disciplina, foi dado início ao estímulo à criatividade, quando da escolha do projeto a ser desenvolvido.

Pergunta 4. Quanto à oportunidade de desenvolver um projeto real em tempo real.

- Foi uma muito importante a experiência de desenvolver um protótipo, especialmente pela necessidade da observação de um cronograma.

- Mostrou-se extremamente interessante o fato de colocar conhecimentos em prática para construir um protótipo concreto e funcional.
- Foi difícil, mas ficou evidente que, com dedicação, é possível cumprir os prazos.
- Constatou-se ser muito diferente desenvolver um projeto na prática em relação à teoria e; esta oportunidade faz com que o aluno se depare com dificuldades reais: prazos, estrutura para trabalhar, etc.
- Foi muito importante esta oportunidade, percebendo-se a importância de completar o protótipo no tempo estabelecido.
- Surgiram muitas dificuldades, mas a dedicação permitiu superá-las.

Pergunta 5. Quanto às dificuldades encontradas.

- Cumprir o cronograma e elaborar relatório científico.
- Escolha do projeto, obtenção de peças/componentes e limitação de tempo.
- Pouca disponibilidade de tempo, poucas ferramentas para utilização da turma, recursos financeiros nem sempre suficientes para o desenvolvimento do protótipo e dificuldade de encontrar bibliografia para determinadas situações específicas.
- Pouca disponibilidade de tempo e falta de uma estrutura mais ampla no laboratório.
- A oportunidade de “colocar as mãos na massa” mostrou-se muito interessante, possibilitando a aquisição de responsabilidades e conhecimentos.
- Falta de uma estrutura mais ampla no laboratório e dificuldade de compatibilidade de horários entre os alunos.

5. CONCLUSÃO

Em trabalho apresentado no COBENGE 2007 (GUEDES *et al*, 2007), os alunos no início do curso de Engenharia Mecânica evidenciavam como habilidade menos significativa o estabelecimento e a condução de experimentos, bem como a apresentação de seus resultados de maneira profissional. Tal situação justifica-se pela pouca experiência em início de curso na área tecnológica; realmente, o aluno ainda não possui conhecimentos suficientes nesta fase inicial.

No meio do curso, caracterizava-se nitidamente a pouca segurança dos estudantes em projetar componentes, processar e automatizar sistemas.

Já no final do curso, os acadêmicos mostravam uma maior conscientização quanto a questões éticas, de segurança, políticas e ambientais, bem como a capacidade do trabalho em equipe e a valorização das características interpessoais na atividade profissional.

Neste cenário, observa-se que a disciplina Integração Mecânica Experimental constitui-se em elemento de extrema importância no projeto pedagógico do curso, contribuindo sobremaneira para que o amadurecimento dos alunos – tanto em termos técnicos quanto no âmbito da postura profissional – em momento próximo ao final de sua formação profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA (CEM) – Faculdade de Engenharia/PUCRS. **Projeto de curso**. Porto Alegre, 2003.

GUEDES, L.F.M.; FERNANDES, N.V.; SCHMITZ, M.R. Visão do aluno de Engenharia da PUCRS sobre suas habilidades mais importantes. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 9, 2007, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UnicenP, 2007. 10 p.

ESTEBAN, M.T. **Avaliação: uma prática em busca de novos sentidos**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 1999.

KOZULIN, A. **La psicología de Vygotsky**. Madrid: Alianza, 1994.

MORETTO, V. P. **Prova, um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. DP&A Editora, 2001.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artes Médicas Editora, 1999.

ROSA, J. LA. **Psicologia e educação, o significado do Aprender**. Porto Alegre: EDIPUCRS Editora, 2001.

MECHANICAL EXPERIMENTAL INTEGRATION: AN EXPERIENCE IN MECHANICAL ENGINEERING COURSE AT PUCRS

***Abstract:** This work describes Mechanical Experimental Integration in the scenery of a new curricular structure in Mechanical Engineering course at PUCRS, bringing some examples of projects developed by the students. It is presented the methodology employed in order to verify results obtained, and it is possible to observe that the aims are being reached: students more secure to develop new projects, more conscious that it is important to observe schedules, paying more attention in scientific reports elaboration and understanding the need of integrate concepts in professional activity.*

***Key-words:** New curricular structure, Integrating subject, Projects development*