



DISCIPLINAS PRÁTICAS E MOTIVACIONAIS NAS ENGENHARIAS MECÂNICA E MECATRÔNICA

Nilson V. Fernandes – valega@pucrs.br

Luiz F.M. Guedes – guedeslf@pucrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica

Av. Ipiranga, 6681 – Bloco 6 – Sala 169 – Prédio 30 – Partenon

CEP 90619-900 – Porto Alegre, RS

Resumo: *Este trabalho apresenta aspectos sobre o desenvolvimento de uma disciplina do ciclo profissional dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica) da PUCRS. A disciplina “Prática de Oficina”, numa análise comparativa com outras disciplinas do seu nível curricular, todas elas de natureza distinta e vinculadas à diferentes matérias, mostrou resultados extremamente positivos, gerados - ao menos em parte - pela motivação dos alunos com as atividades de laboratório. O trabalho apresenta, ainda, dados sobre o desenvolvimento das disciplinas “Introdução à Engenharia Mecânica” e “Introdução à Engenharia de Controle e Automação”, ministradas para alunos calouros dos referidos cursos. Análise comparativa similar à efetuada com Prática de Oficina, é realizada entre as citadas disciplinas de Introdução e outras de seu nível curricular, evidenciando a importância das mesmas para fornecer uma visão mais clara sobre os cursos, numa fase em que as disciplinas normalmente são de natureza básica e de caráter teórico.*

Palavras-chave: *Laboratório, Formação básica, Engenharias mecânica e mecatrônica, Introdução à engenharia, Metodologia didática*

1. INTRODUÇÃO

A disciplina “Prática de Oficina”, ministrada no início dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica), tem o objetivo maior de colocar o estudante em contato – no início de seu curso – com uma disciplina totalmente ministrada em laboratório. Assim, de acordo com Guedes (2003), a referida disciplina visa familiarizar o aluno com a utilização de instrumentos de medição e com o trabalho em máquinas operatrizes, desenvolvendo o senso de otimização de processos produtivos, através do envolvimento com seqüências de operações e do conhecimento das ferramentas de usinagem. Esta disciplina, inclusive, foi antecipada para o primeiro nível curricular dos dois cursos mencionados, na reestruturação que já está sendo implantada. Em trabalhos anteriores, FERNANDES et al (1999 e 2001) já destacavam a importância da flexibilização curricular nos cursos de Engenharia.

De outra parte, em função da evolução observada no ensino de Engenharia nos dias atuais, sentiu-se a necessidade de implantar as disciplinas “Introdução à Engenharia Mecânica” e “Introdução à Engenharia de Controle e Automação”, juntamente com disciplinas afins em todos os cursos de graduação sob a responsabilidade da Faculdade de Engenharia da PUCRS.

Há uma mudança total nos currículos de Engenharia em todo o País, sendo uma delas a inclusão da disciplina "Introdução à Engenharia" nas grades curriculares.

As disciplinas em epígrafe têm como principal objetivo dar ao estudante uma noção clara sobre o seu curso, integrando-o ao meio acadêmico e esclarecendo-o adequadamente sobre a sua futura profissão. Neste cenário, inseriu-se a criação de tais disciplinas, no segundo semestre de 2001 (2001/02), já antecipando um dos tópicos da reestruturação curricular em todos os cursos de Engenharia da PUCRS, cuja implantação ocorreu no primeiro período letivo de período 2003 (2003/01).

2. CENÁRIO DE INSERÇÃO DA DISCIPLINA “PRÁTICA DE OFICINA”

A disciplina focaliza, fundamentalmente, processos de usinagem. É fortemente enfatizado aos estudantes, que a usinagem consiste num processo de fabricação, que possibilita a obtenção de produtos acabados ou semi-acabados. Desta forma, ela permite a fabricação de peças já com formatos, acabamentos e precisões definitivos ou quase definitivos, ou trata-se do processo intermediário, sucedendo a fundição e após a usinagem os seus produtos deverão passar por novas etapas, envolvendo um ou mais dos seguintes itens: conformação, soldagem, tratamentos térmicos, tratamentos superficiais, etc.

É importante salientar que a disciplina “Prática de Oficina”, não apenas marca o início da área de Processos de Fabricação para os estudantes de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica), mas também é a primeira disciplina do ciclo profissional dos cursos, juntamente com “Introdução à Engenharia Mecânica” ou “Introdução à Engenharia Mecatrônica”.

Neste cenário, a disciplina “Prática de Oficina” reveste-se da maior importância, pois – além dos conteúdos desenvolvidos, todos fundamentais – a mesma constitui-se em agente motivador para os alunos; representa um contato inicial com a profissão escolhida, tendo as suas atividades cumpridas quase totalmente em laboratório.

O Projeto Pedagógico da Faculdade de Engenharia/PUCRS, Unidade Acadêmica à qual está vinculado o Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, apresenta como proposta fundamental, o estabelecimento de uma abordagem baseada na competência tanto do profissional quanto do cidadão, com enfoque voltado ao desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes (Giugliani *et al*, 1999).

Para tanto, o aluno deve apresentar as seguintes características:

- elemento participativo;
- capaz de construir o conhecimento a partir de uma relação de ensino/aprendizagem eficaz (desenvolvida com o professor).

3. EMENTA DA DISCIPLINA

A ementa da disciplina “Prática de Oficina” contempla os seguintes tópicos:

- Conceituação de processos de fabricação: tempos, velocidade, avanço e profundidade de corte;
- Noções básicas de uma máquina-ferramenta: principais partes do torno mecânico e seu funcionamento;
- Noções de materiais metálicos e não-metálicos: diferenciação entre materiais metálicos (aços, ferros fundidos e não-ferrosos) e não-metálicos (como os polímeros);
- Controle de medida: utilização de paquímetros, micrômetros e relógios comparadores;
- Torno mecânico horizontal comum: demonstrações e práticas no equipamento;



- Fresadora universal: demonstrações e práticas no equipamento;
- Furadeira de coluna: demonstrações e práticas no equipamento;
- Plaina limadora mecânica: demonstrações e práticas no equipamento;
- Noções sobre seqüência de usinagem: amplamente discutidas durante as aulas práticas;
- Produção em série: amplamente valorizada durante as aulas.

4. METODOLOGIA DIDÁTICA

Para cada nova máquina a ser trabalhada na disciplina "Prática de Oficina", são adotadas as seguintes etapas (Guedes, 2003):

- aula teórico-demonstrativa sobre o equipamento;
- demonstração detalhada aos alunos na própria máquina e livre prática na mesma;
- execução de peça(s) na máquina, de acordo com o seguinte roteiro:
 - 1- discussão teórica, sobre todos os detalhes pertinentes à obtenção de cada peça;
 - 2- demonstração detalhada sobre a obtenção de cada peça, na própria máquina;
 - 3- obtenção da(s) peça(s) pelos alunos.

Sempre é exaustivamente enfatizada, a importância da operação da máquina com total segurança, sendo imprescindível o uso de óculos de proteção (fornecidos no Laboratório).

5. RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com PUCRS (2003), a tabela a seguir apresenta os índices de aprovação e reprovação de cinco disciplinas do nível II dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica):

- Cálculo Diferencial e Integral B, totalmente teórica e vinculada ao ciclo básico;
- Física Geral II, totalmente teórica e vinculada ao ciclo básico;
- Geometria Descritiva, teórica aplicada e também vinculada ao ciclo básico;
- Química e Laboratório (M), teórico-prática e vinculada ao ciclo básico;
- Prática de Oficina, totalmente prática e vinculada ao ciclo profissional, que é a disciplina focalizada neste trabalho. Vale destacar que a disciplina "Prática de Oficina", atualmente no primeiro nível curricular, situava-se – até o segundo semestre de 2002 (2002/02) – no segundo nível, juntamente com as disciplinas utilizadas nesta comparação; a partir do primeiro semestre de 2003 (2003/01), foram então implantados novos currículos nas Engenharias da PUCRS, sem contudo desativar-se a estrutura curricular anterior de imediato para os alunos a ela vinculados.

A escolha das referidas disciplinas como objeto de análise obedeceu ao seguinte critério, além do fato de serem todas elas integrantes do mesmo nível curricular:

- são disciplinas pertencentes ao Setor Técnico-Científico da Universidade;
- cada uma delas encontra-se vinculada a uma Unidade Acadêmica distinta;
- o conjunto das mesmas engloba os diferentes tipos de disciplinas: totalmente teóricas, teóricas aplicativas, teórico-práticas e totalmente práticas.

Cada um desses tipos pode ser assim definido:

- Totalmente teóricas, são ministradas sempre em sala de aula, de maneira expositiva;
- Teóricas aplicativas, são ministradas sempre em sala de aula, com os alunos realizando trabalhos e/ou projetos na maior parte do tempo;
- Teórico-práticas, são ministradas parcialmente em sala de aula, de maneira expositiva, e parcialmente em laboratório, onde os alunos desenvolvem atividades práticas;

- Totalmente práticas, são ministradas sempre em laboratório, onde os alunos desenvolvem atividades práticas.

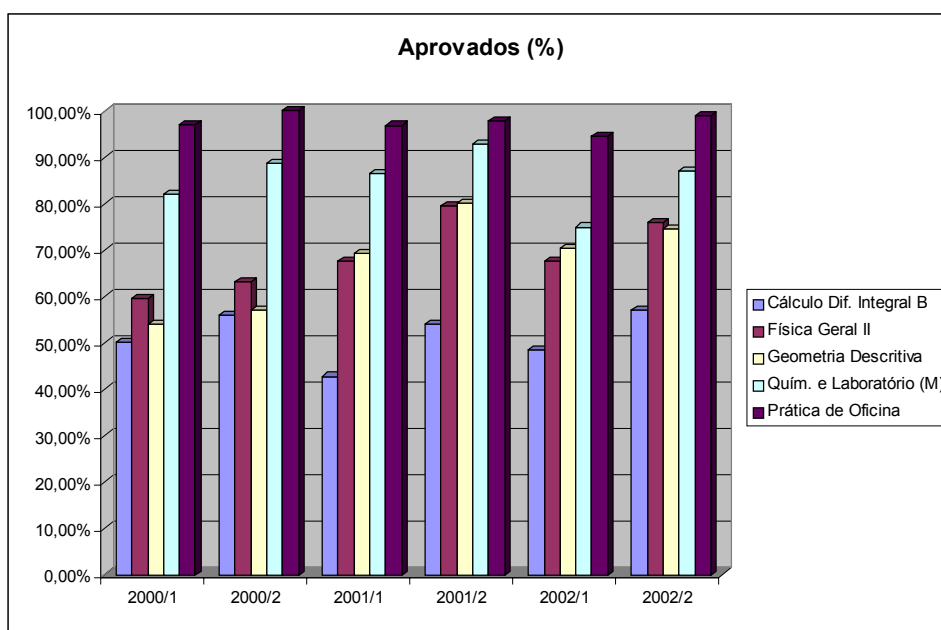
Tabela 1- Índices de aprovação e reprovação em cinco disciplinas do nível II, tendo como referência os semestres letivos 2000/1, 2000/2, 2001/1, 2001/2, 2002/1 e 2002/2. Os desistentes constituem uma parcela dos reprovados.

| DISCIPLINA | SEMESTRE | APROV. | REPROV. | DESIST. |
|---------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| Cálculo Dif. e Integral B | 2000/1 | 50,1% | 49,9% | 15,8% |
| | 2000/2 | 55,9% | 44,1% | 18,6% |
| | 2001/1 | 42,8% | 57,2% | 28,8% |
| | 2001/2 | 54,0% | 46,0% | 20,9% |
| | 2002/1 | 48,5% | 51,5% | 18,2% |
| | 2002/2 | 57,0% | 43,0% | 13,8% |
| Física Geral II | 2000/1 | 59,6% | 40,4% | 10,3% |
| | 2000/2 | 63,2% | 36,8% | 10,1% |
| | 2001/1 | 67,6% | 32,4% | 10,2% |
| | 2001/2 | 79,6% | 20,4% | 6,3% |
| | 2002/1 | 67,7% | 32,3% | 8,2% |
| | 2002/2 | 76,0% | 24,0% | 4,7% |
| Geometria Descritiva | 2000/1 | 54,1% | 45,9% | 16,9% |
| | 2000/2 | 57,0% | 43,0% | 14,1% |
| | 2001/1 | 69,3% | 30,7% | 9,5% |
| | 2001/2 | 80,1% | 19,9% | 11,1% |
| | 2002/1 | 70,3% | 29,7% | 16,1% |
| | 2002/2 | 74,5% | 25,5% | 10,4% |
| Quím. e Laboratório (M) | 2000/1 | 82,1% | 17,9% | 12,3% |
| | 2000/2 | 88,7% | 11,3% | 6,4% |
| | 2001/1 | 86,4% | 13,6% | 8,4% |
| | 2001/2 | 92,9% | 7,1% | 7,0% |
| | 2002/1 | 75,0% | 25,0% | 7,8% |
| | 2002/2 | 87,1% | 12,9% | 2,8% |
| | 2000/1 | 97,1% | 2,9% | 1,4% |
| | 2000/2 | 100,0% | - | - |

| | | | | |
|--------------------|--------|-------|------|------|
| Prática de Oficina | 2001/1 | 96,9% | 3,1% | 1,5% |
| | 2001/2 | 97,8% | 2,2% | 1,0% |
| | 2002/1 | 94,6% | 5,4% | 4,3% |
| | 2002/2 | 98,9% | 1,1% | 1,0% |

Para melhor visualização da comparação entre os resultados das disciplinas em questão, é apresentado o gráfico da Figura 1.

Figura 1 - Índices de aprovados, nos semestres 2000/1 a 2002/2, nas disciplinas estudadas (nível II)



6. DESENVOLVIMENTO DAS DISCIPLINAS “INTRODUÇÃO À ENGENHARIA MECÂNICA” E “INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO”

As disciplinas envolvem, resumidamente, as atividades a seguir.

- Apresentação da Faculdade de Engenharia, do Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, do Departamento de Engenharia Elétrica e dos cursos (o que são, mercado de trabalho, perspectivas profissionais, grades curriculares, áreas de atuação);
- Estruturação de um relatório técnico, que deverá ser seguida durante a própria disciplina (prevendo a identificação do aluno e incluindo: título da experiência, descrição da experiência, resultados, conclusões e sugestões);
- Visita às instalações do Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica e do Departamento de Engenharia Elétrica;
- Apresentação das áreas de formação profissional dos cursos, incluindo a realização de experiências em laboratórios;
- Palestras técnicas;
- Pesquisa de opinião sobre as disciplinas.

Entre as atividades práticas realizadas no âmbito das disciplinas, a título de exemplo, podemos destacar as que se seguem:

- o ensaio de tração;
- a demonstração de funcionamento do Laboratório CIM (*Computer Integrated Manufacturing*);
- a automatização de painéis automotivos.

Essas aulas são focalizadas, tendo em vista a diversidade de informações que as mesmas possibilitam levantar, tendo em vista tratar-se de disciplinas introdutórias, e principalmente o fato de envolverem experiências que dão sustentação a três importantes áreas de formação profissional (Materiais, Processos de Fabricação, Controle e Automação) dos cursos envolvidos.

O ensaio de tração observa o seguinte procedimento:

- verificação das dimensões do corpo de prova;
- fixação do corpo de prova na máquina de ensaios;
- adaptação do sistema de medição de deformação;
- calibração do sistema de medição de força;
- realização do ensaio, registrando-se força x deslocamento;
- construção da curva convencional tensão x deformação.

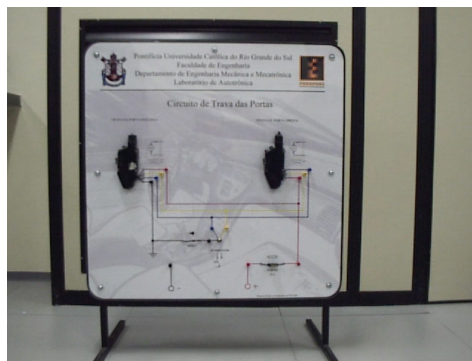
O material utilizado neste mesmo ensaio deve incluir:

- corpo de prova;
- máquina de ensaio;
- medidor de deformação (clip-gauge ou sistema indutivo)
- paquímetro;
- relógio comparador;
- célula de carga para medição de força;
- registrador e ponte amplificadora.

Na prática referente ao Laboratório CIM, demonstra-se todo o funcionamento do mesmo, onde objetiva-se visualizar a tecnologia existente. Mostra-se o sistema interligado CAD e CAM aos alunos, através de demonstrações virtuais de projetos de peças (3D), bem como a posterior fabricação dessas peças ou produtos. Esta fabricação é realizada através de uma interface de informação entre os Laboratórios específicos de projeto (CAD) e de fabricação (CAM), onde simula-se uma condição real em termos de uma indústria ou fábrica. Demonstram-se as diversas estações de trabalho para a fabricação, onde robôs e máquinas modernas trabalham sincronizados, utilizando a tecnologia de automação, até obter-se a peça acabada.

Na terceira prática destacada, utilizam-se diversos painéis automotivos, construídos na PUCRS, cujo objetivo principal é mostrar aos alunos diversas simulações de funcionamento. Trabalha-se com diversos painéis, a saber: circuito de buzina, vidros elétricos, limpador de pára-brisas, ignição Hall, ignição indutiva, ignição convencional, carga de bateria e trava de portas. A construção foi realizada com peças originais de automóveis modernos, cujos sistemas de funcionamento são totalmente automatizados. Solicita-se aos estudantes para que realizem testes de simulações nos diversos painéis existentes. Na Figura 2, mostra-se um dos painéis utilizados nesta prática, que refere-se ao circuito das travas das portas.

Figura 2 – Circuito das travas das portas.



7. RESULTADOS INICIAIS OBTIDOS

De modo similar à análise anterior (referente à disciplina “Prática de Oficina”), a tabela a seguir mostra os índices de aprovação e reprovação de quatro disciplinas do nível I dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica):

- Cálculo Diferencial e Integral A, totalmente teórica e vinculada ao ciclo básico;
- Física Geral I, totalmente teórica e vinculada ao ciclo básico;
- Desenho Básico, teórica aplicada e também vinculada ao ciclo básico;
- Introdução à Engenharia (vista globalmente, sem especificação de modalidade), com abordagem teórico-prática e vinculada ao ciclo profissional.

A escolha dessas disciplinas para análise observou critério similar ao da análise anterior, destacando-se que o semestre inicial considerado é 2001/2, pois marca o período letivo em que foram implantadas as atividades de Introdução à Engenharia na PUCRS. Deve-se destacar que essas disciplinas integram a antiga grade curricular, que – até o momento – é a única que possui um banco de dados para a análise proposta no âmbito deste trabalho, uma vez que a nova estrutura curricular – tendo em vista sua implantação no semestre letivo em curso – não dispõe ainda de informações acerca de aprovações e reprovações.

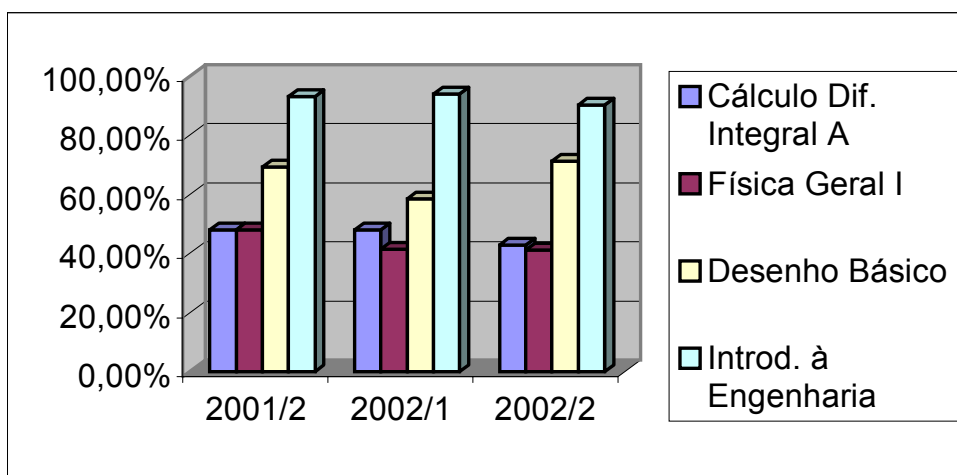
Tabela 2 - Índices de aprovação e reprovação em quatro disciplinas do nível I, tendo como referência os semestres letivos 2001/2, 2002/1 e 2002/2. Os desistentes constituem uma parcela dos reprovados.

| DISCIPLINA | SEMESTRE | APROV. | REPROV. | DESIST. |
|---------------------------|----------|--------|---------|---------|
| Cálculo Dif. e Integral A | 2001/2 | 48,1% | 51,9% | 17,2% |
| | 2002/1 | 48,0% | 52,0% | 11,3% |
| | 2002/2 | 42,9% | 57,1% | 22,6% |
| Física Geral I | 2001/2 | 48,1% | 51,9% | 17,6% |
| | 2002/1 | 41,4% | 58,6% | 9,9% |
| | 2002/2 | 41,3% | 58,7% | 16,7% |
| Desenho Básico | 2001/2 | 69,3% | 30,7% | 14,3% |
| | 2002/1 | 58,6% | 41,4% | 16,0% |
| | 2002/2 | 71,2% | 28,8% | 12,3% |

| | | | | |
|-------------------------|--------|-------|------|------|
| Introdução à Engenharia | 2001/2 | 93,1% | 6,9% | 5,1% |
| | 2002/1 | 94,1% | 5,9% | 4,6% |
| | 2002/2 | 90,3% | 9,7% | 5,1% |

Para melhor visualização da comparação entre os resultados das disciplinas em questão, é apresentado o gráfico da Figura 3.

Figura 3 - Índices de aprovados, nos semestres 2001/1 a 2002/2, nas disciplinas estudadas (nível I)



9. CONCLUSÃO

O acompanhamento do desenvolvimento da disciplina “Prática de Oficina” revela a extrema importância da realização de atividades em laboratório, especialmente na fase inicial do curso, quando a maioria das disciplinas envolve conteúdos básicos para a formação do Engenheiro. Os estudantes, efetivamente, motivam-se de modo significativo e adquirem familiaridade com os processos e com a idéia das seqüências operacionais otimizadas.

Os resultados obtidos demonstram que, à medida que cresce o nível de praticidade da disciplina, aumentam também os índices de aprovação e decrescem as desistências. Deste modo, percebe-se que a oferta de disciplinas práticas realmente contribui para motivar os estudantes, colocando-os em contato direto com a sua área de formação.

Da mesma forma, os resultados observados durante o funcionamento das disciplinas “Introdução à Engenharia Mecânica” e “Introdução à Engenharia de Controle e Automação” têm sido encorajadores, uma vez que os alunos sentem-se muito mais seguros do que em épocas passadas, pois estão desenvolvendo atividades mais práticas já no início do curso. Esta observação é consistente com as conclusões dos autores em trabalho anterior (Guedes e Fernandes, 2001), e que foi ampliado em outra contribuição (Guedes e Fernandes, 2002). Os resultados finais obtidos pelos estudantes nestas disciplinas são totalmente coerentes com essas observações.

Do semestre de sua implantação para o primeiro semestre de 2003(2003/01), observaram-se alguns aspectos sobre a disciplina, que ensejaram ajustes, os quais vêm resultando em



melhoramentos efetivos. A frequência dos alunos e a participação destes durante as aulas atestam que os mesmos estão com maior interesse pela disciplina e pelo curso em que ingressaram.

Uma conseqüência positiva adicional desta disciplina, é a constatação de que os estudantes estão com maior interesse em participar de outros projetos e atividades na Universidade: Projeto Mini Baja, Programa 5S, VISITEC (Visitas Técnicas para Alunos Calouros), atividades de pesquisa, etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, N.V.; BECK, J.C.P.; SILVA, R.M. Flexibilidade Curricular: Uma Matriz de Solução. **Revista de Ensino de Engenharia**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 51-55, 2001.

FERNANDES, N.V.; BECK, J.C.P.; SILVA, R.M. Uma Estrutura Curricular Contemporânea. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 9, 1999, Natal. **Anais** (em CD ROM). Natal: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), 1999. p. 26-30.

GIUGLIANI, E.; GUEDES, L.F.M.; KAEHLER, J.W.M.; NICOLETTI FILHO, J.; BITTENCOURT, B.G.; SARTORI, J.E.; LIMA, T.E.O. Projeto Pedagógico da Faculdade de Engenharia/PUCRS. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 9, 1999, Natal/RN. **Anais** (em CD-ROM). Natal/RN: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), 1999. p. 987-992.

GUEDES, L.F.M. Projeto da disciplina “Prática de Oficina”. Porto Alegre/RS: Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica/PUCRS (circulação interna), 2003.

GUEDES, L.F.M.; FERNANDES, N.V. Importância de uma Disciplina Prática em Início de Curso. In: XV CONGRESO CHILENO DE EDUCACION EN INGENIERIA, 10, 2001, Talca/Chile. **Anais**. Talca/Chile: Universidad Católica del Maule, 2001. p. 95-100.

GUEDES, L.F.M.; FERNANDES, N.V. Importância de uma Disciplina Prática no Início dos Cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica da PUCRS. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 9, 2002, Piracicaba. **Anais** (em CD ROM). Piracicaba: UNIMEP, 2002.

PUCRS. Quadro Estatístico de Disciplinas Cursadas. Porto Alegre/RS: Divisão de Ingresso e Registro/PUCRS (circulação interna), 2003.

PRACTICAL AND MOTIVATIONAL SUBJECTS IN THE MECHANICAL ENGINEERING AND MECATRONICAL ENGINEERING COURSES

Summary: *This work presents aspects on the development of a subject of the professional cycle of the courses of Mechanical Engineering and Control and Automation Engineering*



(Mechatronics) at PUCRS, totally developed in laboratory. "Prática de Oficina", in a comparative analysis with others subjects of its curricular level, all of distinct nature and from different matters, showed extremely positive results, generated - at least in part - by the motivation of the pupils with the activities of laboratory. The work also presents elements on the development of the subjects "Introduction to Mechanical Engineering" and "Introduction to Control and Automation Engineering", developed with students at the first period of the related courses. Comparative analysis similar to the prior is done with the Introduction subjects in this level, evidencing the importance of the same ones to supply a clearer vision on the courses, in a phase where the subjects normally are of basic nature and theoretical character.

Key-words: *Laboratory, Beginning of course, Mechanics and mecatronics engineerings, Introduction to engineering, Functioning of subject*