

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO: FUNCIONAMENTO DA DISCIPLINA MINISTRADA NA PUCRS E AVALIAÇÃO DOS ALUNOS

Nilson V. Fernandes - valega@em.pucrs.br

Luiz F. M. Guedes - guedeslf@pucrs.br

Dep. Engº. Mecânica e Mecatrônica, Faculdade de Engenharia, PUCRS

***Resumo:** Este trabalho apresenta dados sobre o desenvolvimento da disciplina "Introdução à Engenharia de Controle e Automação", ministrada para alunos calouros do referido curso, também conhecido como Engenharia Mecatrônica. A Faculdade de Engenharia da PUCRS implantou, no período letivo 2001/02, tal disciplina em todos os seus cursos, visando motivar os estudantes através do melhor conhecimento dos cursos em que ingressaram. A avaliação realizada pelos alunos de Engenharia Mecatrônica sobre esta disciplina, no semestre da sua implantação, também é descrita no presente trabalho, evidenciando a importância da mesma para fornecer uma visão mais clara sobre o curso, numa fase em que as disciplinas normalmente são de natureza básica e de caráter teórico.*

***Palavras-chave:** Introdução à engenharia, Funcionamento da disciplina, Avaliação dos alunos*

1. INTRODUÇÃO

Em função da evolução observada no ensino de Engenharia nos dias atuais, sentiu-se a necessidade de implantar a disciplina "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.

A disciplina em epígrafe tem 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 tal disciplina, já antecipando um dos tópicos da reestruturação curricular em todos os cursos de Engenharia da PUCRS, a qual encontra-se em fase final de definições para ser operacionalizada em breve. FERNANDES et al (1999 e 2001) já destacavam aspectos sobre a flexibilização curricular nos cursos de Engenharia, em trabalhos anteriores.

2. IDENTIDADE DO CURSO

O curso – popularmente conhecido como Engenharia Mecatrônica – foi criado a fim de preencher uma lacuna, verificada em razão das exigências de mercado por profissionais versáteis, aptos a desenvolverem suas atividades em campos multidisciplinares, integrando conhecimentos de diferentes áreas afins.

A oficialização da criação do curso deu-se inicialmente sob o nome Engenharia Mecânica – ênfase em Automação e Sistemas, tendo em vista não existir naquela época nenhuma

regulamentação oficial sobre a área de formação profissional em referência; a opção pelo enfoque então adotado, ocorreu após a verificação sobre o funcionamento de vários cursos com objetivos similares em diversos pontos do País, inclusive com docentes da PUCRS visitando as Universidades em outros Estados. A implantação do curso ocorreu com a realização do primeiro Concurso Vestibular em janeiro de 1994.

A Portaria 1694 do Ministério da Educação (de 05/12/94) estabeleceu a implantação da habilitação Engenharia de Controle e Automação na área de formação superior em Engenharia no País, no contexto da legislação vigente na oportunidade (Resolução n.º 48/76 do Conselho Federal de Educação), destacando que a mesma originava-se nas áreas de Mecânica e Elétrica da Engenharia e indicando matérias e ementas que deveriam ser privilegiadas nos currículos a serem implantados no âmbito desta nova habilitação.

A partir desta nova realidade, a PUCRS optou por revisar o currículo do novo curso, adequando-o ao teor da Portaria editada em 05/12/1994. Esta alternativa foi a escolhida, tendo em vista a disponibilidade de tempo para tal, uma vez que os alunos de sua primeira turma encontravam-se ainda cursando disciplinas do ciclo básico e, portanto, não haviam chegado ao nível curricular em que as alterações passariam a se fazer sentir (não haveria, assim, quaisquer transtornos para os estudantes). Naturalmente, os acadêmicos foram devidamente esclarecidos sobre a nova condição. Deste modo, o curso passou a ser denominado Engenharia de Controle e Automação, sempre sendo mais conhecido como Engenharia Mecatrônica. Inclusive, em muitos documentos que tratam de sua divulgação, consta Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica). Além disso, visando conferir uma maior identidade ao curso, a fim de que os alunos se sentissem mais valorizados pela estrutura formal da Universidade, em junho de 1998 o até então Departamento de Engenharia Mecânica (setor responsável pela administração acadêmica do curso) passou a ser denominado oficialmente Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica.

O curso em epígrafe foi reconhecido pelo Ministério da Educação, a partir de visita realizada por Comissão de Especialistas em dezembro de 1998, quando foi avaliado como estando em excelentes condições. A formatura da primeira turma ocorreu em janeiro de 1999 (referente ao período letivo 1998/02), sendo o reconhecimento oficializado através da Portaria 227/99, publicada no Diário Oficial da União em 17/02/1999.

Até o período letivo 2001/01, foram então formadas sete turmas de Engenheiros de Controle e Automação, totalizando até o momento 60 profissionais, todos eles muito qualificados.

Desde o início, o curso vem sendo ministrado segundo a mesma estrutura curricular (a única alteração foi aquela ocorrida à luz da Portaria anteriormente mencionada), onde as disciplinas do ciclo profissional priorizam conhecimentos de Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica e Informática.

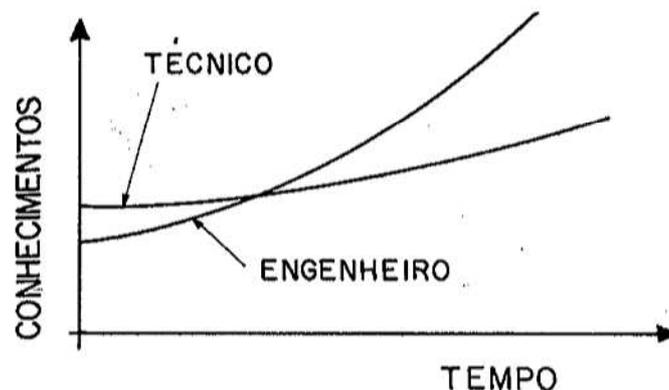
Mesmo sendo um curso com visão muito atual, decidiu-se que o mesmo deveria passar pelo processo de revisão em que toda a Faculdade de Engenharia está envolvida, justamente para mantê-lo permanentemente voltado ao que há de mais moderno em termos de tecnologia e formação profissional. Conforme já destacado, uma dessas atualizações é justamente a disciplina de que trata o presente trabalho. Com a mesma filosofia adotada na definição das disciplinas do ciclo profissional do curso, a disciplina "Introdução à Engenharia de Controle e Automação" foi estruturada em conjunto por professores das áreas de Mecânica e Elétrica, sem perder o foco da importância da Informática em tal curso.

3. CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA

BAZZO e PEREIRA (2000) destacam que disciplinas de Introdução à Engenharia devem ter em mente os aspectos a seguir relacionados.

- ? O conteúdo das mesmas não deve ser rígido nem limitado;
- ? Presença constante nos laboratórios e grupos de pesquisa;
- ? Não se deve interpretar o amadurecimento físico como um amadurecimento pleno da personalidade;
- ? Na formação do Engenheiro moderno, é muito importante que esteja presente a equação: conhecimentos científicos + desenvolvimento tecnológico + empirismo = criatividade;
- ? Criação de grupos de discussão sobre determinados temas, como sociedade, grade curricular e mercado de trabalho;
- ? A comunicação é fundamental para o Engenheiro, a fim de que este saiba se expressar, além de apresentar condições para tomar decisões, desenvolver características de empreendedorismo e capacidade para realizar atividades de brain storming, etc.;
- ? No sentido do desenvolvimento da criatividade, é importante ser perceptivo e crítico, priorizando-se o aspecto da percepção, de modo a valorizar-se a descoberta de coisas novas (através do maior aprofundamento nas questões técnicas), e não apenas o fato de apontar problemas (sem buscar caminhos para a sua solução);
- ? A história da Engenharia no mundo e no Brasil;
- ? A discussão de temas que vinculem a atuação do Engenheiro com a sociedade (neste sentido, a disciplina em funcionamento na PUCRS promoveu – no período letivo 2002/01 – palestra do CREA/RS, onde foi amplamente enfatizada a responsabilidade social do Engenheiro, a legislação vigente para que o exercício profissional da Engenharia preserve os interesses da sociedade, etc.);
- ? Salientar a importância dos conhecimentos dos Técnicos e dos Engenheiros ao longo do tempo, para o desenvolvimento de um País (conforme ilustra a Figura 1).

Figura 1 – Conhecimento x tempo do Engenheiro e do Técnico. BAZZO e PEREIRA (2000)



4. DESENVOLVIMENTO DA DISCIPLINA

A disciplina envolve, resumidamente, as atividades a seguir.

- ? Apresentação da Faculdade de Engenharia, do Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, do Departamento de Engenharia Elétrica e do curso (o que é, mercado de trabalho, perspectiva profissional, grade curricular, 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 do curso, incluindo a realização de experiências em laboratórios;
- ? Palestras técnicas;
- ? Visita ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS;
- ? Visita técnica a alguma indústria;
- ? Pesquisa de opinião sobre a disciplina.

A disciplina tem sido estruturada em conjunto, por professores do Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica e do Departamento de Engenharia Elétrica; tem sido dada significativa importância para atividades laboratoriais, em ambos os Departamentos.

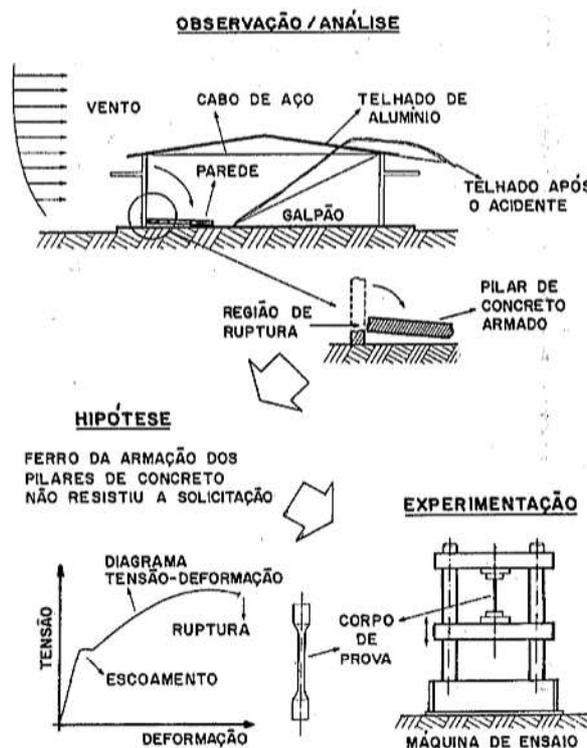
Deve-se considerar que o curso em referência objetiva a formação de profissionais capacitados para a concepção, o desenvolvimento de projetos, a fabricação e o gerenciamento da manutenção de sistemas que integram eletrônica e computadores aos processos mecânicos. Isto se dá nos sistemas de automação industrial, tais como robôs, controle de sistemas e de processos, etc.

O profissional formado estará apto a atuar na concepção, projeto, produção e manutenção de sistemas mecânicos computadorizados. A Engenharia Mecatrônica associa conhecimentos de quatro áreas: mecânica de precisão, eletrônica, informática e controle.

Considerando a característica multidisciplinar desta profissão, bem como o fato de tratar-se de um curso ainda novo, torna-se fundamental o desenvolvimento de atividades práticas, devendo as mesmas ocorrerem nos dois Departamentos mencionados.

O exemplo de um trabalho em Engenharia, ilustrado na Figura 2, conforme apresentam BAZZO e PEREIRA (2000), é emblemático para a tipificação das atividades práticas desenvolvidas na disciplina em epígrafe. O caminho a ser seguido começa pela observação e análise de um determinado problema, segue através do levantamento de uma hipótese, tem sua culminância no desenvolvimento da experimentação (realização de ensaio) e é concluído com a emissão do laudo técnico.

Figura 2 – Exemplo de um trabalho em Engenharia. BAZZO e PEREIRA (2000)



Entre as atividades práticas realizadas no âmbito da disciplina, 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 uma disciplina introdutória, e principalmente o fato de envolverem experiências que dão sustentação a três importantes áreas de formação profissional da Engenharia Mecânica (Materiais, Processos de Fabricação, Controle e Automação). Deve-se considerar que o objetivo do curso, conforme destacado anteriormente, envolve a integração de eletrônica e computadores aos processos mecânicos.

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.

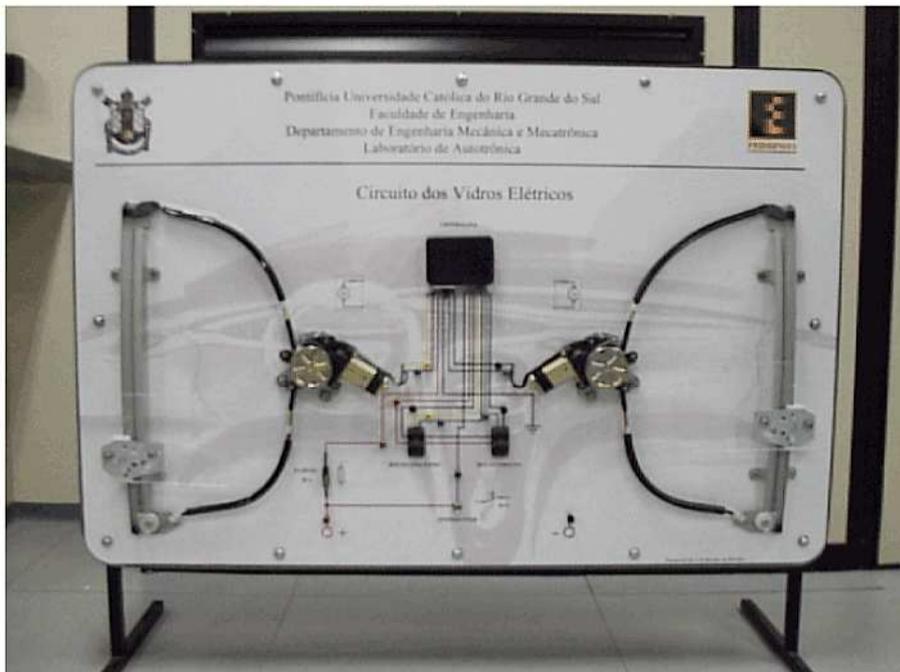
O material utilizado neste mesmo ensaio deve incluir:

- ? 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, em relação aos equipamentos e as máquinas instaladas. 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. Demonstrem-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, montados e 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 e a coleta desses dados para posterior análise. Na Figura 3, mostra-se um dos painéis utilizados nesta prática, que refere-se ao circuito dos vidros elétricos.

Figura 3 – Circuito dos vidros elétricos.



5. AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA E DISCUSSÃO

A avaliação da disciplina, no semestre de sua implantação (2001/02), ocorreu através de questionário respondido pelos alunos ao final do referido período letivo, cujas perguntas estão relacionadas a seguir.

1. A disciplina preencheu suas expectativas:
Totalmente Parcialmente Mais ou menos Não preencheu
Motivo:
2. Qual o assunto de que você mais gostou? Por que?
3. Você conseguiu ter uma visão melhor do curso que escolheu, após o término da disciplina:
Totalmente Parcialmente Mais ou menos Sem opinião
Motivo:
4. Em relação ao tempo de duração e à exposição das aulas, você ficou satisfeito:
Totalmente Parcialmente Mais ou menos Não satisfaz
Motivo:
5. Houve algum assunto ministrado em aula do qual você não gostou? Por que?
6. Você entende que as aulas devem ser mais formais, com apostilas, exercícios valendo notas e provas? Motivo:
7. Você entende que as aulas devem ser mais práticas do que foram? Por que?
8. Você visitou o Museu de Ciências e Tecnologia, conforme visita programada?
Do que mais gostou?
9. O que você sugere para melhorar a disciplina?
10. Você entendeu os objetivos propostos pela disciplina? Quais são?

As questões 1, 3 e 4 – cujas respostas dividem-se entre totalmente, parcialmente, mais ou menos e não preencheu/ sem opinião/ não satisfaz – foram tabuladas, trazendo as respostas apresentadas na Tabela 1. As Figuras 4, 5, 6 e 7 mostram a distribuição das respostas a essas questões, possibilitando uma melhor visualização das mesmas.

Tabela 1 – Avaliação da disciplina no período letivo de sua implantação.

Questão	Totalmente	Parcialmente	Mais ou menos	Não preencheu/ sem opinião/ não satisfeiz
1	11 (32%)	13 (38%)	8 (25%)	2 (5%)
3	19 (55%)	10 (29%)	4 (13%)	1 (3%)
4	6 (18%)	15 (45%)	10 (29%)	3 (8%)
Total	36 (35%)	38 (37%)	22 (22%)	6 (6%)

Figura 4 - Distribuição de respostas à questão 1 (A disciplina preencheu suas expectativas).

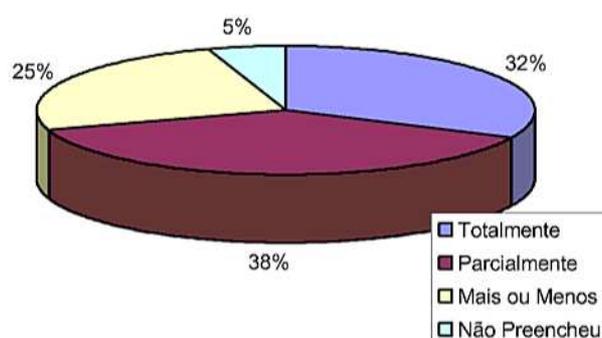


Figura 5 - Distribuição de respostas à questão 3 (Você conseguiu ter uma visão melhor do curso que escolheu, após o término da disciplina).

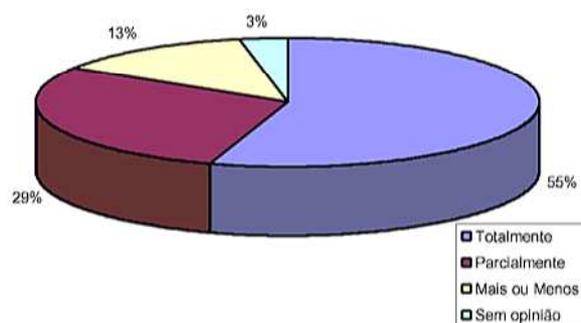


Figura 6 - Distribuição de respostas à questão 4 (Em relação ao tempo de duração e à exposição das aulas, você ficou satisfeito).

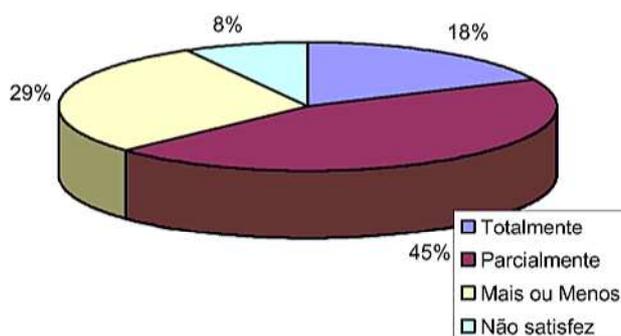
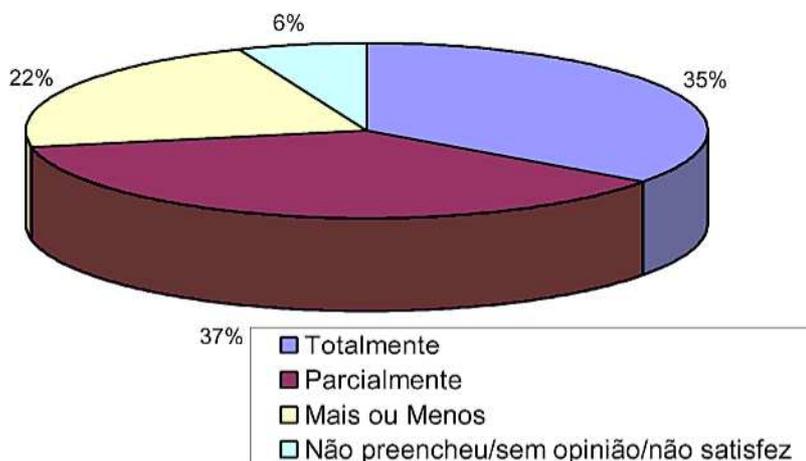


Figura 7 - Distribuição de respostas às questões 1, 3 e 4 (Total).



Pode-se observar que a avaliação da disciplina, no período letivo 2001/02, foi positiva de um modo geral, ensejando contudo o reestudo de algumas de suas atividades. Neste cenário, no período letivo 2002/01 iniciou-se a promoção de determinadas palestras técnicas de interesse (como a palestra proferida por profissionais vinculados ao CREA/RS, anteriormente mencionada), sem prejuízo às atividades desenvolvidas no semestre anterior. A tabela 3 apresenta o cronograma resumido da disciplina nos dois semestres em tela.

A Tabela 2 fornece mostra as alterações que foram realizadas, com o intuito de aprimorar a disciplina da primeira para a segunda edição da mesma, a partir da análise dos dados referentes ao semestre de sua implantação.

Considerando o grande número de alunos matriculados (66), foi necessário realizar-se uma divisão dos mesmos nas atividades de laboratório, a fim de que o aproveitamento fosse adequado: é o caso das aulas 8, 9, 10 e 11, em que as experiências passaram a ser desenvolvidas em dois grupos, repetindo-se os mesmos experimentos na semana subsequente, apenas invertendo-se os grupos.

Tal ajuste fez-se necessário, também, por ter-se observado – no período letivo 2001/01 – a impossibilidade de dispor de recursos humanos, em nível técnico, para atender à enorme demanda extra que havia sido gerada (crescimento das atividades em laboratório, dificuldades para conciliar com horários em que não havia outras atividades nos laboratórios, etc.).

Verificou-se, portanto, a necessidade de reduzir o número de aulas de laboratório, a fim de que estas atividades realmente propiciassem um melhor aproveitamento, complementando a disciplina com palestras técnicas de interesse. Tais providências estão apresentando resultados muito bons, preenchendo as expectativas iniciais.

Adicionalmente, a disciplina traz o benefício de familiarizar o aluno com a elaboração de relatórios técnicos, já no primeiro semestre de sua formação universitária. Além disso, em diversas oportunidades, os estudantes necessitam retornar aos laboratórios, visando a obtenção de informações complementares, necessárias à confecção de um relatório em bom nível; com isso, os novos acadêmicos intensificam o contato com professores e técnicos atuantes em tais setores, o que contribui significativamente para ampliar a integração dos calouros ao seu curso e à Universidade. Da mesma forma, quando necessitam redigir um relatório pertinente a uma determinada palestra, os alunos muitas vezes recorrem ao professor, ou mesmo buscam alguma bibliografia de apoio, de modo a consolidarem o seu trabalho; conseqüentemente, também neste caso surge mais uma oportunidade de integração.

Tabela 2 – Cronograma da disciplina nos períodos letivos 2001/02 e 2002/01.
 Legenda: FENG = Faculdade de Engenharia; DEM = Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica; DEE = Departamento de Engenharia Elétrica.

Aula	Atividades 2001/02	Atividades 2002/01
1	Apresentação FENG, DEM, DEE, curso (o que é, mercado, perspectiva profissional, grade curricular, áreas de atuação)	Apresentação FENG, DEM, DEE, curso (o que é, mercado, perspectiva profissional, grade curricular, áreas de atuação)
2	Montagem de relatório técnico, visita às instalações do DEM e do DEE	Montagem de relatório técnico, visita às instalações do DEM e do DEE
3	Atividade prática: resistores e capacitores	Palestra técnica (Coordenações DEM e DEE)
4	Área Fluido-térmica (apresentação/experiência 01)	Palestra técnica (Programa 5S na FENG)
5	Área Materiais (apresentação/experiência 02)	Palestra técnica (Biblioteca Central da PUCRS)
6	Atividade prática: multímetro, gerador de sinais, osciloscópio, identificação de componentes eletrônicos	Palestra técnica (área Materiais)
7	Área Processos de Fabricação (apresentação/experiência 03)	Palestra técnica (CREA/RS)
8	Confecção e montagem de placas de circuito impresso	Experiência de Laboratório 01 Grupo 01 no DEM; Grupo 02 no DEE
9	Área Automotiva (apresentação/experiência 04)	Experiência de Laboratório 01 Grupo 02 no DEM; Grupo 01 no DEE
10	Identificação de componentes elétricos: contadoras, relés, temporizadores: características de operação e montagem	Experiência de Laboratório 02 Grupo 01 no DEM; Grupo 02 no DEE
11	Área Controle e Automação (apresentação/experiência 05)	Experiência de Laboratório 02 Grupo 02 no DEM; Grupo 01 no DEE
12	Introdução ao acionamento de máquinas elétricas. Identificação de componentes eletrônicos de potência e sensores	Palestra técnica (área Fluido-térmica)
13	Área Projetos (apresentação/experiência 06)	Palestra técnica (área Controle e Automação)
14	Visita técnica à indústria	Semana Acadêmica da FENG (o aluno deverá apresentar relatório de duas palestras assistidas)
15	Entrega de relatórios/pesquisa de opinião	Palestra técnica (área Processos de Fabricação)
16	Visita ao Museu de Ciência e Tecnologia	Visita ao Centro Esportivo da PUCRS
17	-	Visita ao Museu de Ciência e Tecnologia
18	-	Entrega de relatórios/pesquisa de opinião

6. CONCLUSÕES

Os resultados observados durante o funcionamento da disciplina “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 está sendo ampliado em outra contribuição técnica, proposta à Comissão Organizadora do COBENGE 2002.

Do semestre de sua implantação para 2002/01, 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 consequência 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

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L.T.V. **Introdução à Engenharia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 6.^a ed., 2000.

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: UFRN, 1999. p. 26-30.

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.

INTRODUCTION TO THE ENGINEERING OF CONTROL AND AUTOMATION: FUNCTIONING OF SUBJECT DEVELOPED AT PUCRS AND EVALUATION OF THE STUDENTS

Abstract: *This work presents elements on the development of the subject "Introduction to the Engineering of Control and Automation", developed with students at the first period of the related course, also known as Mecatronics Engineering. The College of Engineering of PUCRS implanted, in period 2001/02, such disciplines in all its courses, aiming to motivate the students through the best knowledge of the courses where they had entered. The evaluation answers by the students of Mecatronics Engineering on this subject, in the semester of its implantation, also is described in the present work, evidencing the importance of the same one to supply a clearer vision on the course, in a phase where the subjects normally are of basic nature and theoretical character.*

Key-words: *Introduction to engineering, Functioning of subject, Evaluation by the students*