

BÁSICO EXPERIMENTAL E PROFISSIONALIZANTE CONCENTRADO, PARA MELHORIA DO ENSINO DE ENGENHARIA

Mário Pinotti Júnior - pinotti@sc.usp.br

Roberto de Souza Júnior - rsouzajr@usf.com.br

Universidade São Francisco - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Rua Alexandre Rodrigues Barbosa, 45

CEP 13.251-900 - Itatiba - São Paulo

Resumo. *Uma nova proposta de estrutura curricular para o curso da Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas da Universidade São Francisco foi desenvolvida e esta sendo testada. Nesta proposta buscam-se novas concepções para a estrutura curricular de maneira a tornar a seqüência do ensino, ao longo do curso, apropriada para resolver os problemas que usualmente se encontra no desenrolar de cursos de Engenharia. O primeiro problema de falta de motivação e de incompreensão por parte do aluno, das razões pelas quais eles cursam tantas disciplinas de caráter teórico, são solucionados com a proposta de três diferentes disciplinas no início do currículo, proporcionando motivação, verticalização do ensino básico e diagnóstico de falhas de conhecimento oriundas do ensino médio. A parte intermediária do curso altera-se em relação ao usualmente praticado nos cursos de Engenharia, pois, motivados pelo novo procedimento aplicado no início do curso, onde uma visão prática do que é engenharia lhes é mostrado, os alunos podem compreender a metodologia de ensino que os levará ao aprendizado. O método está sendo testado no curso de Mecatrônica, onde, no penúltimo ano, é ensinado a automação de processos contínuos e no último, a automação da manufatura, concentrando-se o esforço profissionalizante. Outros benefícios são também alcançados nesta estrutura curricular.*

Palavras chave: Ensino, Básico, Engenharia, Currículo, Experimental, Profissionalizante

1. INTRODUÇÃO

Muito se tem debatido e escrito sobre a falta de motivação e aproveitamento dos alunos de Engenharia quando cursam a graduação. As soluções propostas usualmente, abordam apenas soluções parciais, ou seja, não pleiteiam procedimentos que planejem a passagem, do jovem candidato à Universidade, da sua condição e experiência de recém formado no ensino médio para a condição de um engenheiro. Esta extensa e profunda modificação ocorre na vida destes jovens ocupando praticamente todo o seu tempo disponível, o que, sem dúvida requer uma maturidade que o jovem não possui, para que possa ao final deste árduo tempo, obter os requisitos completos que um engenheiro deve ter para sair da Universidade como um profissional maduro e preparado para sua profissão. Escolheu-se o curso de Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas (Mecatrônica) do Centro de Ciências Exatas do Campus de Itatiba da Universidade São Francisco, como base para que fosse implantada esta proposta ampla e inovadora, cujas diversas partes compõe um conjunto harmônico que cria condições curriculares, laboratoriais, de metodologia didática e de infra-estrutura de apoio ao aluno. As

principais partes desta proposta foram organizadas de maneira a resolver problemas observados e também apontados em inúmeros artigos sobre o ensino de engenharia. O primeiro ano, ou dois primeiros semestres dos cursos de Engenharia, são de crucial importância para que o aluno construa um verdadeiro alicerce de conhecimentos, motivações para o restante do curso e de visão clara do que é um curso de Engenharia; estas foram as razões de ser da **primeira parte** da proposta que, além destes enfoques, buscou também minimizar o número de assuntos que o aluno aprende simultaneamente. A **segunda parte** da proposta constou do planejamento dos dois últimos anos da Mecatrônica, onde foram determinados em quantos e quais diferentes perfis seria adequado formar um profissional desta área. Estabeleceu-se estes dois últimos anos de maneira que o aluno fosse formado com amplos conhecimentos em projeto, processos e conhecimentos específicos de informática, compondo-se com isto um currículo e uma experiência que tornasse o aluno um profissional com alta empregabilidade. A **terceira parte** do desenvolvimento da proposta buscou a implementação dos laboratórios, que foram projetados a partir de objetivos a serem alcançados nas disciplinas, na integração das mesmas e destas no curso como um todo, além disso, os equipamentos selecionados são, em sua maioria, de aplicação industrial, possibilitando ao aluno um aprendizado muito próximo da realidade profissional. A **quarta parte** foi a adequação da parte intermediária do currículo de maneira a sequenciar adequadamente as disciplinas e possibilitar a minimização do número de assuntos a serem ensinados simultaneamente aos alunos. Paralelamente a esta parte foi desenvolvida a **quinta parte**, relativa ao aspecto da integração dos conteúdos e dos procedimentos para alcançá-lo, buscando-se, além disso, que o aluno trabalhasse em um contexto propício ao desenvolvimento de sua maturidade social, ética, profissional, capacidade criativa e de trabalho em equipe. A **sexta e última parte** corresponde a integração empresa-escola e a procedimentos que preparam os alunos para o ensino continuado em suas diversas formas.

Alguns artigos que tratam de estruturas curriculares procurando apresentar soluções para estes problemas não tem abordado de maneira tão sistêmica como esta solução proposta; alguns aspectos importantes de autores que publicaram trabalhos que contribuíram com a solução desenvolvida pela USF, são apresentados a seguir: STEINER, (1998): Este trabalho sugere que o meio de formar engenheiros com capacidade de gerenciamento e de inovação exige atuação em duas direções que se complementam; enquanto que para gerenciar trabalhos de engenharia é necessário aprender a trabalhar em equipe, com ética e aplicando técnicas de integração, ao mesmo tempo este engenheiro necessita desenvolver uma espécie de individualidade e autenticidade. Esta individualidade envolve a coragem de quebrar com o paradigma dos engenheiros, e para operar de forma pragmática e não cientificamente no “mundo real” em vez de cientificamente no “mundo especial” dos engenheiros. SILVEIRA e SCAVARDA, (1998): Este trabalho descreve dois enfoques opostos de ensino, apresentados como tipos extremos: ensino sequencial e ensino concorrente. Para comparar estes dois enfoques, examinando suas vantagens e desvantagens, uma metodologia intermediária é definida a qual é apropriada para o ensino de engenharia hoje; o contexto sugerido por estes autores se coaduna com a idéia de proporcionar a integração e flexibilização contida no bojo da proposta deste artigo. KRASNIEWSKI e WOZNICKI, (1998): Para sobreviver a um meio altamente competitivo, uma instituição de educação em engenharia deve oferecer aos seus estudantes um sistema de estudo atrativo, com características essenciais de um sistema com flexibilidade e adaptabilidade, que corresponde, ao que se propõe neste trabalho. A contribuição que se pretende dar com este trabalho reúne as principais idéias destes autores, as

conjuga com diversas soluções testadas na USF e com as experiências educacionais dos autores deste artigo.

2. A ENGENHARIA MECÂNICA–AUTOMAÇÃO E SISTEMAS (MECATRONICA)

Esta habilitação, que tem formado profissionais muito procurados pelas empresas, tem como tarefa prepara-los para uma profissão que trata de uma ampla gama de conhecimentos e se constitui em uma das áreas onde há grande interdisciplinaridade.

Considera-se que a adoção desta habilitação como exemplo de aplicação para esta nova metodologia de ensino foi adequada, pois constitui um desafio difícil de ser vencido devido as suas características; os conhecimentos a serem adquiridos pelos alunos, são de áreas muito distintas, envolvendo principalmente: eletricidade, eletrônica, mecânica, computação, instrumentação, controle, etc., além disso, é necessário que estes conhecimentos sejam ensinados para serem aplicados, também, em diferentes áreas, entre estas, as três principais são a Automação da Manufatura, Controle de Processos e Análise Experimental.

Por estas dificuldades descritas acredita-se que os resultados alcançados neste projeto podem ser facilmente estendidos para outras habilitações de engenharia e até para outros cursos.

2.1 O currículo

O curso está estruturado em 10 semestres para o noturno e em 8 semestres para o turno matutino. Foi montado um núcleo de disciplinas para atender as exigências da resolução 48/76 do MEC para a Engenharia Mecânica, e outros dois núcleos de disciplinas profissionalizantes, um em automação da manufatura e outro na automação de processos contínuos. Cada um dos dois núcleos de disciplinas profissionalizantes está concentrado em dois semestres distintos um do outro, visando proporcionar ao aluno uma concentração de conteúdos e uma redução do número de disciplinas a ser assimiladas simultaneamente.

O aluno tem como disciplinas diferenciadas e obrigatórias o Estágio Supervisionado, a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso e as disciplinas Projeto em Engenharia Mecânica, que fazem parte da grade a partir do 4º semestre, e que tem como objetivo uma integração horizontal das disciplinas do semestre e onde o aluno poderá praticar os conhecimentos dos semestres anteriores e do semestre em curso.

2.2 O básico da habilitação

O básico do curso de engenharia, principalmente o primeiro período que é comum a todas as habilitações de engenharia oferecidos pela USF em seu campus de Itatiba, trabalha com o aluno de maneira a prepara-lo para ter o desempenho adequado durante o curso, providenciando a seguinte base de conhecimentos e informações:

- Visão global de engenharia e aprofundada de seu curso específico.
- Capacidade de compreensão e elaboração de modelos matemáticos das principais áreas da física: elétrica, fluido-dinâmica, mecânica e térmica, em problemas aplicados a engenharia.
- Compreensão e conhecimentos em metrologia e análise experimental de dados.

- Capacidade de elaborar relatórios pela metodologia científica.
- Domínio das principais ferramentas computacionais, dos fundamentos básicos de matemática, física e química, necessários ao curso e a profissão.

Disciplinas do primeiro período. Conforme já citado na introdução, foram criadas três novas disciplinas que atuam de forma coordenada, integradas entre si e com as outras disciplinas, compondo com isso um conjunto que possibilita atingir os objetivos, já descritos, do básico das habilitações em engenharia.

Como base desta inovadora experiência, foi idealizado um 1º período, comum a todas as habilitações em Engenharia, composto das seguintes disciplinas:

- Introdução à Engenharia,
- Metodologia Experimental,
- Fundamentos Científicos e da Comunicação,
- Física Fundamental,
- Cálculo Fundamental,
- Química,

As três primeiras da lista acima, constituem um conjunto de novas disciplinas, devido ao seu conteúdo, que são a base deste novo projeto de ensino, que atribui às disciplinas do básico da engenharia a tarefa de formar e informar o aluno ingressante, motiva-lo para o aprendizado das disciplinas básicas, muito embora inicie esperando ter, imediatamente, contato estreito com assunto de engenharia, concientiza-lo do que será o seu curso e a sua profissão; além destes objetivos cabe também a estas três disciplinas iniciar a integração entre as disciplinas do primeiro período (integração horizontal) e preparar ou início da integração com as disciplinas dos semestres subsequentes (integração vertical).

Para alcançar estes objetivos foram estabelecidas as seguintes ementas para estas disciplinas de objetivos e caráter inovadores:

Introdução à Engenharia: O que é engenharia. Áreas e organização atuais da engenharia. Atividades nas diversas áreas da engenharia.

Metodologia Experimental: Modelos físicos de sistemas mecânicos, elétricos, fluídicos e térmicos. Metodologias matemáticas necessárias a elaboração e a solução dos modelos físicos de sistemas.

Fundamentos Científicos e de Comunicação: Estudo prático e sistemático de textos na área de engenharia. Técnicas de estudo e de trabalho em grupo. Técnicas de comunicação escrita.

2.3 A profissionalização estabelecida no final da habilitação

Os dois últimos anos do curso de Mecatrônica foram estabelecidos de maneira a não dispersar a atenção dos alunos ministrando-se em cada período um número, o menor possível, de disciplinas profissionalizantes, buscando-se evitar também a diversidade das mesmas. Usualmente os currículos das faculdades que ministram habilitações em engenharia, não são elaborados com o cuidado e planejamento necessários a um bom aproveitamento e preparo dos alunos para a profissão na qual irão atuar. É comum que se atribua ao emprego inicial do formando a responsabilidade pelo treinamento profissional e pelo aprendizado de determinadas técnicas e processos necessários ao desempenho da profissão. Com muita frequência os engenheiros recém contratados fazem vários cursos profissionalizantes cujo

conteúdo poderia ter sido ensinado ainda na Universidade, com muito mais profundidade e amplitude do conhecimento. Este problema é crônico nas Universidades, pois há muitos anos detecta-se a impossibilidade que os alunos de Engenharia tem em aprender simultaneamente muitos assuntos profissionalizantes, ocorrendo normalmente uma “certa escolha” de assuntos a serem aprendidos, ficando para os “não escolhidos”, a tarefa de estudar o mínimo necessário para ser aprovado.

Este problema foi solucionado na USF adotando-se uma nova alternativa para estes dois últimos anos do currículo; concentrou-se no penúltimo ano as disciplinas profissionalizantes relativas a eletrônica, processos térmicos, processos fluídicos, controle e controle de processos contínuos, enquanto que para o último ano as áreas profissionalizantes tratam de assuntos relativos a manufatura, vibrações e automação da manufatura.

2.4 Os laboratórios

Conforme já colocado na introdução deste artigo, os laboratórios tiveram a sua concepção estabelecida, fazendo-se um planejamento global de metas a serem alcançadas na habilitação em Mecatrônica, porém, os argumentos que mais influíram na escolha dos equipamentos foram os relativos ao básico e ao profissionalizante. A seguir listamos os principais aspectos relacionados com os laboratórios criados para esta habilitação.

- O projeto dos laboratórios foi estabelecido após definir-se o currículo básico e o profissionalizante das habilitações em engenharia, pois com isso foi possível atender-se aos diversos problemas ali contidos. Foram especificados equipamentos que possibilitassem sua utilização no básico aplicando-os em exercícios e projetos que teriam continuidade ao longo do curso, de maneira a proporcionar a integração das disciplinas ministradas no mesmo período e em períodos subsequentes. Esta integração pode se transcorrer pelo curso todo, alcançando até as disciplinas profissionalizantes.
- A concepção das disciplinas intermediárias, e os laboratórios necessários à sua implementação, deu-se após o estabelecimento dos parâmetros citados no item anterior. Foram elaboradas disciplinas que fariam a ligação do básico ao profissionalizante de maneira a proporcionar a integração do curso como um todo, de dar continuidade aos conhecimentos iniciados nas disciplinas básicas e preparar os conhecimentos específicos e preliminares das disciplinas profissionalizantes.
- Um aspecto a ser destacado corresponde ao fato de que os equipamentos dos laboratórios não são meramente didáticos, mas sim equipamentos profissionais comumente usados em indústrias, possibilitando com isso que as aulas do básico, especialmente as da disciplina Introdução à Engenharia, possam ser realizadas usando-se equipamentos profissionais.
- Um importante aspecto do projeto dos laboratórios está no fato de que foram contratados cursos de treinamento de uso destes equipamentos profissionais para serem ministrados aos docentes das disciplinas que farão uso dos mesmos.
- Os cursos ministrados aos docentes serviram, também, aos que ministram disciplinas intermediárias, capacitando-os a ensinar aos alunos as técnicas e os treinamentos necessários ao uso destes equipamentos profissionais. Com isso os alunos iniciam a

ultima etapa da habilitação com os conhecimentos necessários ao desenvolvimento da parte prática profissionalizante.

- Os mesmos experimentos e exemplos ministrados no curso básico, são aos alunos ao longo do curso para que fique facilitado o aspecto da integração do curso.
- É importante ressaltar que os equipamentos instalados nos laboratórios são de elevado nível e qualidade, possibilitando, além do ensino de graduação, trabalhos relacionados a pós-graduação, pesquisa e prestação de serviços às Indústrias. Esta solução constitui um ambiente de trabalho criativo e estimulante que potencializa o aprendizado dos alunos de graduação e cria um verdadeiro ambiente universitário de ensino e pesquisa.

Foram cinco os laboratórios criados para esta habilitação:

- **LABORATÓRIO DE ROBÓTICA**
- **LABORATÓRIO DE CONTROLE E INSTRUMENTAÇÃO**
- **LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS MECÂNICOS**
- **LABORATÓRIO DE CAD/CAM/CAE**
- **LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS CONTÍNUOS**

2.5 As disciplinas intermediárias e a integração vertical e horizontal do currículo

Diversos aspectos foram levados em conta na elaboração das disciplinas intermediárias do currículo do curso de Mecatrônica. Os principais argumentos são a seguir apresentados:

- Estas disciplinas dão continuidade ao aprendizado das técnicas de modelagem, dos recursos computacionais e das técnicas experimentais que são iniciadas nas disciplinas básicas
- Os assuntos ensinados nestas disciplinas, foram planejados de maneira a dar continuidade aos conhecimentos iniciados nas disciplinas básicas. Proporciona-se com isso o início da integração vertical do currículo. Faz parte, também, deste conjunto de disciplinas, a integração de conhecimentos das disciplinas dos mesmos períodos.
- Na integração vertical citada encontra-se a aplicação dos conhecimentos de física, matemática e química, que, conforme foi descrito, foram desenvolvidos de forma integrada. Os assuntos desenvolvidos nesta fase intermediária mantêm uma estreita relação com os conteúdos básicos, pois estes foram, em sua parte mais avançada desenvolvidos visando sua aplicação no intermediário.
- Completa-se também nas disciplinas intermediárias, o conhecimento do uso de pacotes computacionais necessários ao desenvolvimento das disciplinas profissionalizantes, bem como o domínio de técnicas experimentais para a realização dos trabalhos correspondentes.

2.6 O ensino continuado e a integração Empresa – Universidade

A integração Empresa – Universidade e o ensino continuado tratam do mesmo problema sob enfoques diferentes, gerados pela necessidade de solução de diferentes problemas.

A integração inicia-se já nos primeiros períodos quando busca-se no ensino básico desenvolver exemplos de aplicação prática, extraídos de problemas reais da indústria. O

acesso a estes problemas dá-se na medida que a Universidade mantém intercâmbio de diferentes tipos com as Empresas. O intercâmbio mostra-se de uma necessidade mais intensa nos últimos semestres, quando as disciplinas profissionalizantes requerem a exemplificação de casos cada vez mais oriundos das empresas.

O intercâmbio com as Empresas vem sendo estabelecido por meio de um setor de estágios bem organizado, que vem realizando seus trabalhos há vários anos.

Com a criação do curso de mecatrônica, em especial com a implantação dos laboratórios, este intercâmbio vem adquirindo intensidade e diversificação nos trabalhos conjuntos desenvolvidos. Os equipamentos dos laboratórios, embora instalados há bem pouco tempo, tem proporcionado o desenvolvimento de vários trabalhos de caráter científico e tecnológico de interesse de algumas indústrias.

O ensino continuado é uma evolução natural deste trabalho, pois, na medida que as empresas identificam, na Universidade, uma capacidade de trabalho especializado, de interesse das mesmas; estas procuram, não somente a solução de problemas específicos como ,também, de treinamento de seus engenheiros e técnicos em equipamentos, processos, e procedimentos de solução de problemas de engenharia. Isto caracteriza na sua essência o ensino continuado. Os graduados pelos próprios cursos desta Universidade, percebendo a importância que as empresas dão aos conhecimentos adicionais que podem aprender, naturalmente passam a se interessar pelos cursos de especialização e pós-graduação oferecidos ao mercado.

3. OS RESULTADOS JÁ ALCANÇADOS

Foi feita uma consulta aos alunos no final do primeiro semestre sobre o andamento do curso tendo-se aplicado, aos mesmos, três questões: O conteúdo das disciplinas, a didática do professor e o conteúdo das avaliações. As respostas mostram que os alunos tiveram uma aceitação muito boa da nova estrutura curricular, apesar de ter sido avaliado somente o primeiro semestre.

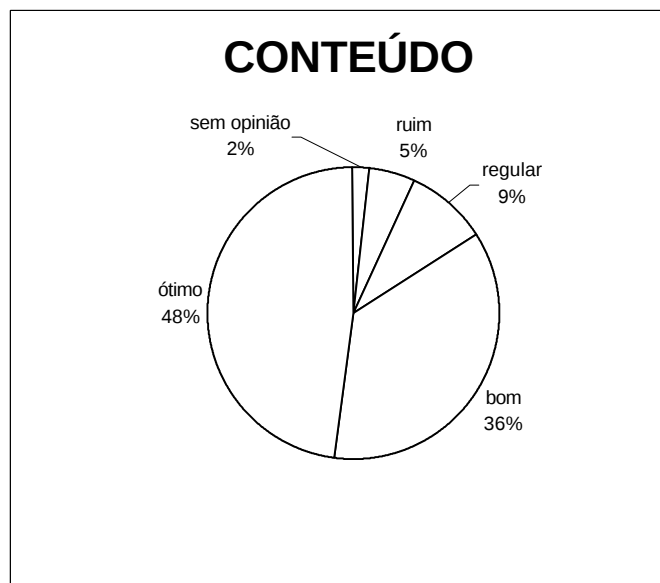


Figura 1: Avaliação dos alunos sobre o conteúdo das disciplinas do 1º semestre.

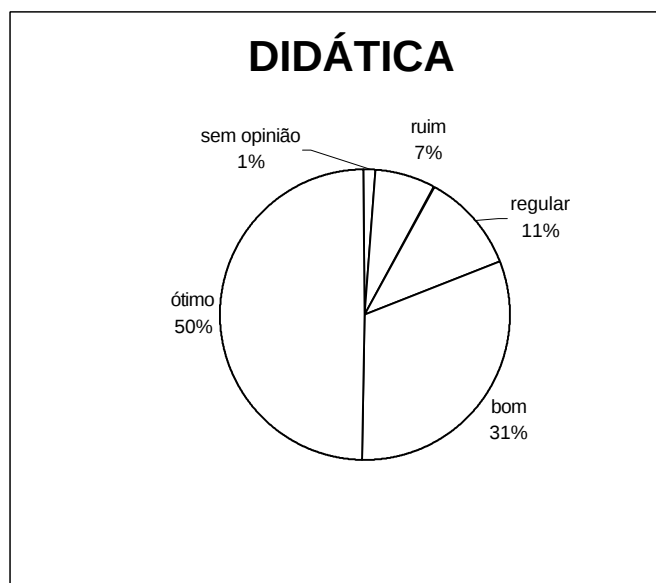


Figura 2: Avaliação dos alunos sobre a didática dos professores do 1º semestre.

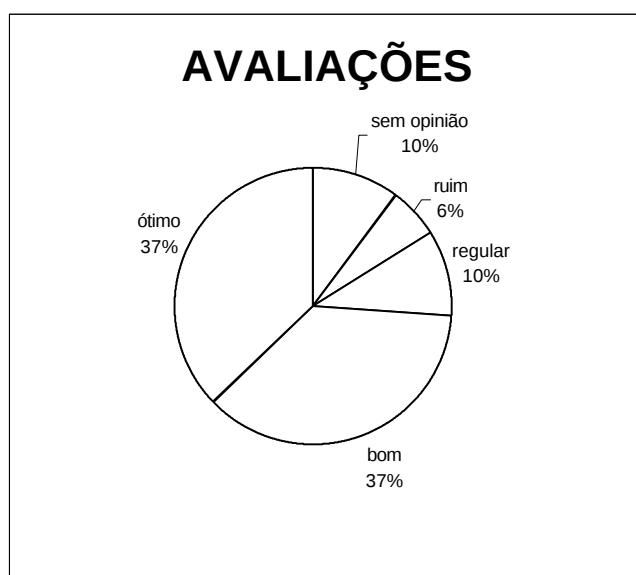


Figura 3: Avaliação dos alunos sobre o conteúdo das avaliações do 1º semestre.

4. REFERÊNCIAS

- [1] KRASNIEWSKI, A. & WOZNICKI, J. Flexibility and Adaptability in Engineering Education: Na Academic Institution Perspective. IEEE Transactions on Education v41 n4 pp 237-246, 1998.
- [2] SILVEIRA, M. A. & SCAVARDA-DO-CARMO, L. C. Sequential and Concurrent Teaching: Structuring Hands-on Methodology. IEEE Transactions on Education v42 n2 pp 103-108.,1998
- [3] STEINER, Carol J. Educating for Innovation and Management: The Engineering Educator's Dilemma. IEEE Transactions on Education v41 n1 pp1-7, 1998.