

ENSINO EXPERIMENTAL PARA APRENDIZADO ÓTIMO NO INÍCIO DA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA – AUTOMAÇÃO E SISTEMAS

Mario Pinotti Junior - pinotti@sc.usp.br

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

Adriana Franco Bueno Braga - adrianabraga@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 curricular e pedagógica esta sendo implementada a partir do ano 2000 na habilitação em Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas das Universidade de São Francisco, para proporcionar-se ao aluno, no primeiro ano de sua graduação, um desenvolvimento adequado e motivador. Este objetivo de qualidade para o primeiro ano de graduação tem sido perseguido por diversas Universidades visando resolver-se este crônico problema de adaptação à passagem do ensino médio para a Universidade, pela qual a grande maioria dos ingressantes passa. Um conjunto de três disciplinas, com características próprias e inovadoras esta sendo ministrado aos alunos neste 1º semestre letivo do ano 2000. A primeira disciplina de Introdução a Engenharia busca desenvolver no aluno, por meio de experimentos avançados de Engenharia, a capacidade de compreender a importância que tem para o Engenheiro de expressar, por meio de modelos matemáticos, os fenômenos ligados a Engenharia. A segunda disciplina de Metodologia Experimental, ensina o aluno a analisar e tratar estatisticamente dados experimentais, além de aprimorar a capacidade de desenvolver modelos matemáticos. A terceira disciplina, de Fundamentos Científicos e de Comunicação desenvolve um trabalho de orientação a alunos e grupos de alunos procurando nivelar a compreensão, esclarecer e nivelar procedimentos que confirmam aos alunos um bom desempenho nas tarefas universitárias. Além disso estas três disciplinas trabalham integradas com matemática, química e física, procurando integrar o ensino, detectar e solucionar deficiências oriundas do ensino médio.*

Palavras chave: ensino, engenharia, automação, currículo, experimental, profissionalizante

1. INTRODUÇÃO

A USF vem, como todas as outras Universidades, procurando encontrar soluções, metodologias e procedimentos que possibilitem transformar alunos ingressantes em seus cursos, em profissionais bem formados, preparados para o mercado de trabalho e conceituados como detentores de boa empregabilidade. Embora esta seja a tarefa que obviamente cabe às Universidades, este objetivo venha sendo perseguido há muito tempo, muitas experiências e artigos tenham sido escritos a este respeito, tem-se constatado que ainda é um problema mal resolvido e que, dada a diversidade de situações peculiares caracterizadas pelas diferentes Universidades, soluções abrangentes e aplicáveis a um grande numero de casos não tem sido encontradas.

Diversos autores tem tratado de reformas curriculares com enfoque relacionado ao que trata este artigo, destes, destacamos três referencias de origens bastante distintas, abordando apropriadamente o assunto. Acar e Parkin (1996), enfatizam a necessidade de se implementar a integração e uma intensiva interação entre as varias frentes do ensino de engenharia e, alem disso, observando-se o conteúdo do artigo que, especificamente na área de mecatrônica, este trabalho deve demandar atenção especial. Latorre *et al.* (1994), em um trabalho que estudou a relação entre as facilidades e as dificuldades dos profissionais de engenharia no seu trabalho, e analisou o currículo do curso de engenharia da Universidade de Tokyo, apresentou diversas reestruturações curriculares, entre elas a introdução de disciplinas de caráter experimental; abordou também a importância do desenvolvimento do relacionamento humano como parte importante da formação profissional. O relatório Boyer Commission Report (1998) analisa 3.500 Instituições de ensino Norte Americanas, separando-as em Universidades de Pesquisa, entre as quais, oitenta e oito vem formando pelo menos 50 doutores por ano, e cursos com maior atividade na formação de graduandos; desta analise conclui-se sobre as providencias que deveriam ser tomadas para a melhoria do ensino de graduação; neste relatório são mostrados os dados dos principais exemplos em que foram baseados os “Ten Ways to Change Undergraduate Education”; Diversas das dez atitudes indicadas, como importantes para uma modificação promissora na educação universitária, apontam na mesma direção do conjunto de atitudes que estão sendo tomadas na USF, e que são relatadas neste artigo.

Conclui-se destes artigos, e de outros analisados, que as mudanças da estrutura curricular passam pelo equacionamento de um ensino básico fortemente experimental. Entretanto foi observado pelos autores deste trabalho que a solução para a USF, e possivelmente para outras Universidades, esta na seleção adequada de idéias aplicáveis à realidade das Universidades Brasileiras, respeitadas as suas especificidades, as características regionais e dos alunos que as cursam. Neste sentido podemos concluir que, os artigos citados, as experiências dos autores adquiridas em diversas Universidades, as diversas soluções já testadas na USF, possibilitaram a elaboração da solução descrita neste trabalho.

Nas varias experiências desenvolvidas na USF, em particular nos cursos de Engenharia, tem-se identificado, como já é do conhecimento do meio Universitário, um problema comum e fundamental a ser resolvido, que é o do ingresso do aluno na Universidade e as diversas mudanças pelas quais passam estes ingressantes no inicio de seu curso. O bom desenvolvimento de um aluno, em seu curso, depende de se fazer a passagem do curso médio para o curso Universitário de maneira a aproveitar a sua propensão para o “Aprender Universitário”; o ingressante vem com uma carga de expectativas muito grande, que deve ser entendida, aproveitada e direcionada para que o problema em analise seja solucionado. A experiência que hora se implanta na USF, na qual estão sendo testadas as principais partes do que trata este artigo, tem sua semente inicial plantada na habilitação em **Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas, (Mecatrônica)**, a partir da qual todas as outras aplicações são desenvolvidas. Concluiu-se destas analises que a adaptação ao 1º período dos cursos representa a parte mais significativa de suas dificuldades dos alunos, de compreensão dos potenciais que poderá desenvolver e da motivação para a continuidade de seus estudos; concluiu-se por isto, e pelas considerações anteriores, que as disciplinas, conteúdos e pedagogia aplicadas deveriam ser reformulados.

A USF, em seus cursos de Engenharia, ministrados no campus de Itatiba, esta ,neste ano de 2000, desenvolvendo uma experiência inovadora na área de ensino básico, no que concerne, principalmente, aos aspectos de motivação para o curso de engenharia, envolvendo também alterações em disciplinas, conteúdos, alem da integração entre as disciplinas do primeiro período; procura, também, nesta experiência, aplicar critérios que visam solucionar problemas de deficiências dos alunos nos conhecimentos do ensino médio. Este primeiro

período procura, também, dar aos alunos um preparo adequado e uma visão segura do que é o seu curso e a sua profissão.

Como base desta inovadora proposta, foi idealizado um 1º período, comum a todos os cursos de Engenharia, composto das seguintes disciplinas:

- Introdução à Engenharia,
- Metodologia Experimental,
- Fundamentos Científicos e de Comunicação,
- Física Fundamental,
- Calculo Fundamental,
- Química,

Com este conjunto de disciplinas, que difere das soluções usualmente adotadas em outros cursos de engenharia, tem-se encontrado bons resultados para os problemas apontados. Passamos a descrever a contribuição de cada uma das disciplinas, e do conjunto das mesmas, na solução para os problemas apontados na introdução deste trabalho.

2. A INTRODUÇÃO À ENGENHARIA:

A disciplina Introdução a Engenharia, ministrada no 1º período, tem um conteúdo que se baseia nos procedimentos de engenharia usados no desenvolvimento de uma casa, nos seus subsistemas e infra-estruturas de apoio e operação. A casa é dotada de inteligência fornecida por um sistema digital-computacional, completando-se com isto os mais modernos conceitos de concepção, projeto, construção e operacionalização de uma casa; a ementa resumida desta disciplina é composta como segue:

- **O que é engenharia. Áreas e organização atuais da engenharia. Atividades nas diversas áreas da engenharia. Práticas de laboratório relacionadas com as habilitações me engenharia.**

Com este conteúdo, pretende-se que os alunos tenham uma compreensão de sua profissão e qual deve ser a sua preocupação, para que, durante o curso, se desenvolva adequadamente para a mesma. Os alunos desenvolvem, basicamente, suas capacidades necessárias a elaboração de modelos matemáticos de problemas de engenharia; nesta disciplina os alunos são levados a fazer aulas praticas nos experimentos dos cursos de engenharia propriamente dito; nas aulas, o professor faz com que sejam analisados aspectos básicos destas aulas praticas, que mostram aos alunos, de uma maneira simples, os vários aspectos de problemas de engenharia. Eles são solicitados a, então, dentro de uma sistemática adequadamente estabelecida, propor, em equipe, modelos matemáticos dos experimentos de engenharia observados na pratica. Cada proposta de modelo é analisada pelo professor, em conjunto com a classe, possibilitando com isso uma ampla visão de possíveis análises e propostas de modelagem para o experimento; após esta fase o professor pode agrupar as considerações feitas pelos próprios alunos e, a partir delas, apresentar a solução para a modelagem em questão.

3. A INTEGRAÇÃO E A MOTIVAÇÃO A SEREM PROMOVIDAS NO 1º PERÍODO

Na disciplina Introdução à Engenharia, as aulas práticas são planejadas como sendo partes, ou fases, do desenvolvimento de uma casa; a casa, neste contexto, desempenha o papel de centralizar e inicializar os procedimentos para a motivação dos alunos e para a integração

que deve ocorrer entre as diversas disciplinas do 1º período. Os procedimentos a serem adotados e os resultados a serem alcançados durante o seu desenvolvimento, podem ser sintetizados na tabela seguir:

Fases de desenvolvimento da Casa	Aulas práticas e assuntos abordados
Projeto	Concepção funcional e arquitetônica
Solo e Alicerce	Ensaio de amostras de solos
Estruturas	Ensaio de tração – extensometria
Instalações Elétricas	Ensaio de uma instalação elétrica modelo
Instalações Hidráulicas	Ensaio de uma bomba d'água
Telefonia e Multimídia	Análise experimental de uma onda modulada
Computação e Automação da casa	Análise do sistema de automação da casa
Transporte	Análise de um veículo e seus materiais

As aulas práticas desta disciplina, são estabelecidas dentro do conjunto de aulas práticas oferecidas às várias Habilitações em Engenharia, tendo-se estabelecido uma aula prática, representativa de cada habilitação, que fosse suficientemente abrangente para dar uma visão do curso e da profissão da habilitação correspondente e possibilitasse o desenvolvimento dos três principais objetivos destas aulas práticas:

- Motivar os alunos aproveitando o enfoque aplicado que estas aulas práticas tem pelo fato de serem aulas de disciplinas profissionalizantes da habilitação a que ela pertence.
- Desenvolver nos alunos a visão da importância que tem, para os mesmos, o domínio da capacidade de compreender e elaborar modelagens de problemas característicos de engenharia, devendo, o desenvolvimento desta habilidade, dar-se na disciplina Metodologia Experimental. Mostrar aos alunos a necessidade de se estabelecer hipóteses simplificadoras e comparar com os procedimentos adotados nas disciplinas de matemática, química e física; através desta comparação os alunos compreenderão a necessidade que têm dos conhecimentos destas disciplinas no desenvolvimento do curso e no desempenho profissional. A disciplina Fundamentos Científicos e de Comunicação, semanalmente, auxilia os alunos a analisar e compreender esta integração, preparando-os para que, logo no início, alcancem esta visão e tenham este aprendizado desenvolvido com motivação e empenho.
- Ensinar os alunos a fazer relatórios que atendam aos requisitos estabelecidos e a aplicar a metodologia científica na elaboração dos mesmos. Estes relatórios, desenvolvidos usando-se recursos da matemática, química e física básicas, possibilitam a avaliação do nível dos alunos quanto aos seus conhecimentos relativos ao ensino médio. A disciplina Fundamentos Científicos e de Comunicação, semanalmente, auxilia os alunos a analisar e compreender a importância que tem a correta elaboração de um relatório, bem como a influência deste no seu aprendizado e na avaliação dos conhecimentos do ensino médio, para que estes possam ser encaminhados para assistir aos módulos de recuperação.

4. FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS E DE COMUNICAÇÃO

Esta disciplina, tem como objetivo monitorar o trabalho dos alunos, apoiar-os nos trabalhos em grupo, orientar-os nas diferenças que existem entre o ensino médio e o universitário, e trabalhar com a integração de conhecimentos que há entre as disciplinas do ensino básico, para isto, esta disciplina tem a seguinte ementa resumida:

- **Estudo prático e sistemático de textos na área de engenharia. Técnicas de estudo e de trabalho em grupo. Técnicas de comunicação escrita.**

5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Esta disciplina, desenvolve-se fortemente integrada com as demais disciplinas deste período, desempenhando um papel fundamental no estabelecimento do nível de conhecimentos em que se encontram os alunos. Objetiva também estabelecer, em conjunto com as demais disciplinas deste período, a programação do desenvolvimento dos alunos para que seja possível forma-los adequadamente na habilitação de engenharia que deverão cursar. Para alcançar estes objetivos, a ementa resumida desta disciplina é a seguinte :

- **Modelos físicos de sistemas mecânicos, elétricos, fluídicos e térmicos. Metodologias matemáticas necessárias a elaboração e a solução dos modelos físicos de sistemas.**

5.1. OBJETIVOS DA DISCIPLINA METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

- Sistematizar nos alunos a habilidade no desenvolvimento de modelos matemáticos de problemas de engenharia, fazendo-os compreender a classificação dos sistemas físicos básicos observados nas aulas praticas de Introdução à Engenharia: sistemas mecânicos, elétricos, fluídicos e térmicos. A compreensão da classificação e portanto da sistematização é alcançada por meio do ensino de sistemas matemáticos de ordem zero, primeira ordem e segunda ordem, que são aplicados nos sistemas citados.
- Desenvolver nos alunos, habilidade na análise de experimentos de engenharia e na identificação das ferramentas matemáticas que os levem a desenvolver os modelos matemáticos dos experimentos realizados. Estes experimentos são elaborados de maneira a conduzir a modelos de ordem zero, 1ª e 2ª ordens.
- A compreensão destes modelos passa pelo exame da respostas que os mesmos dão quando submetidos a entradas padrão. Neste sentido, é ensinado aos alunos quais são as entradas mais utilizadas para os experimentos das disciplina e como elas são tratadas matematicamente. É também mostrado aos alunos como se deve produzir estas mesmas entradas nas aulas práticas, para que se possa realizar comparações e verificar a validade do modelo adotado.
- Com a obtenção das respostas experimentais e teóricas dos modelos, mostra-se aos alunos como analisar e conhecer os parâmetros destes modelos e, na seqüência desta analise, mostra-se como obter as conclusões desejadas sobre o comportamento do modelo.
- Conhecido o comportamento do modelo do experimento, mostra-se como aplicar este conhecimento no exercício da profissão, ou seja, como resolver problemas de engenharia usando esta técnica de modelagem de problemas no laboratório.
- A realização dos relatórios correspondentes as atividades acima é orientada de maneira a fazer com que afluam diversas deficiências dos alunos, alem de coloca-los em contato com técnicas e inter-relacionamentos com outras disciplinas e procedimentos, desencadeando diversas atividades que são programadas para os alunos realizarem a partir dos experimentos:
 - Trabalhar com os alunos na elucidação dos diversos objetivos que tem, para a profissão de um engenheiro, a elaboração de relatórios e de como aplicar a metodologia científica para elabora-los.
 - Ainda dentro dos objetivos a serem alcançados na elaboração do relatório, estabelecer orientações que conduzirão os alunos a utilizarem, no desenvolvimento teórico e na

elaboração dos gráficos, conhecimentos específicos do 1º e 2º graus, possibilitando com isso um diagnóstico do nível de conhecimento dos alunos.

- Encaminha-los para a disciplina fundamento científico e de comunicação para que seja supervisionado e orientado na elaboração deste relatório, na avaliação de seu nível e no encaminhamento para cursar módulos de recuperação do ensino fundamental e médio, especialmente organizados para este fim.
- Após a elaboração dos relatórios e sua análise em sala de aula, em conjunto com os alunos, analisar os aspectos trabalhados pelos; e quanto ao que se refere a aplicação dos conhecimentos de física, química e matemática, trabalhar a integração dos conhecimentos ali utilizados.
- Na elaboração do relatório, mostra-se ,também, que as hipóteses simplificadoras aplicadas nos experimentos conduzem a elaboração de modelos matemáticos adequados aos objetivos de ensino, e que no exercício da profissão nem sempre podem ser adotadas, pois neste caso é necessário verificar-se o enfoque real do problema em estudo. Usualmente os problemas exigem que o nível de conhecimentos de física, química e matemática utilizados sejam maiores; com isso transmite-se aos alunos que, para a elaboração de modelos apropriados, os conteúdos das disciplinas básicas devem ser aprendidos, **motivando-os para o aprendizado das mesmas.**
- Outro relevante aspecto onde também é trabalhada a integração dos conhecimentos do básico, refere-se à necessidade que tem o aluno de utilizar o computador para desenvolver os cálculos e os gráficos que tem que ser feitos nos relatórios. Nas diversas disciplinas do básico são ensinados aos alunos o uso inicial de pacotes computacionais para o desenvolvimento de seus trabalhos. Com isso fica evidenciada a necessidade, que tem o aluno, de aplicar-se no aprofundamento das técnicas computacionais que serão ensinadas no decorrer do curso.

5. FÍSICA FUNDAMENTAL, QUÍMICA E CÁLCULO FUNDAMENTAL

A importância e a integração que tem estas disciplinas com as demais, neste primeiro período das habilitações em engenharia, já ficou evidenciado nas análises anteriormente realizadas neste artigo. Cabe, entretanto, destacarmos os trabalhos realizados sob o enfoque específico destas três disciplinas, cujos objetivos de ensino abordam aspectos distintos dos até então analisados.

Estas disciplinas foram planejadas para que no início do período letivo fosse desenvolvido, juntamente com os alunos, uma avaliação preliminar do nível de conhecimentos dos conteúdos do ensino fundamental e médio, necessários para que o aluno possa se desenvolver adequadamente nos assuntos próprios dos cursos de engenharia.

Este trabalho inicial desenvolvido com as outras três disciplinas, dá início à integração dos alunos no meio universitário e possibilita aos docentes das disciplinas de física, matemática e química, não somente acompanharem os trabalhos das mesmas auxiliando na tarefa de recuperação dos conhecimentos, como também mostrarem aos alunos, na medida que estas disciplinas avançam nos seus conteúdos e na elaboração dos relatórios, a importância que tem os conhecimentos das mesmas.

Torna-se também propício, mostrar aos alunos a evolução dos problemas de física, química e matemática quando os problemas a serem solucionados tornam-se mais complexos; os docentes destas disciplinas, então, podem evidenciar, dentro deste contexto de enfoque diferenciado entre engenharia e disciplinas básicas que, portanto, o aprendizado das básicas deve ocorrer em contexto distinto do da engenharia devendo-se estudá-las dentro do seu próprio contexto.

Transmitida esta visão diferenciada aos alunos, pode então, os docentes das disciplinas básicas aplicarem sua própria pedagogia de ensino destes conhecimentos fundamentais. Trabalhando-se com um aluno que tem consciência das aplicações que se faz destas leis fundamentais nos vários campos da engenharia, pode-se desenvolver, os conhecimentos das mesmas, na profundidade necessária, preparando-os, então, para que nos períodos mais adiantados do curso possam fazer uso adequado destes conhecimentos avançados.

O diferença entre o enfoque mais físico ou químico, quando da determinação de suas propriedades, e o enfoque da engenharia, quando da determinação de parâmetros, características de componentes, desempenho de sistemas e máquinas, também fica elucidado para os alunos.

A elaboração de hipóteses simplificadoras para o desenvolvimento dos modelos matemáticos, é uma das principais diferenças que ficam evidenciadas para o aluno.

6. CONCLUSÕES

Fica evidenciado das análises feitas neste artigo que, para o desenvolvimento do ensino básico dos cursos de engenharia, a proposta de se utilizar amplamente experimentos como veículo de transmissão de conhecimentos, desenvolvem resultados que vão além da visão clássica de que estes servem apenas para apoiar e complementar a transmissão de conhecimentos teóricos.

Os experimentos, quando adequadamente selecionados e aplicados nas disciplinas, podem criar contextos que suportam objetivos como:

- Recepcionar os calouros no que concerne aos diferentes aspectos do aprendizado que existe entre o ensino médio e o ensino universitário.
- Proporcionar para estes motivação para o aprendizado e desenvolvimento de uma postura de interesse nos conhecimentos que são apresentados nas disciplinas.
- Propiciar ampla visão do que verdadeiramente é um curso de engenharia e como os conhecimentos aprendidos no mesmo são utilizados na profissão.
- Mostrar que o aprendizado dos conteúdos das disciplinas são de extrema importância e que não devem ser assimilados de forma dissociada, como se os conteúdos das disciplinas fossem isolados entre si. Cabendo, por isto, um importante esforço por parte dos alunos de compreenderem esta visão e se aplicarem na tarefa de assimilar o conjunto dos conhecimentos.
- Inicializar nos alunos a capacidade de elaborar modelos matemáticos de problemas de engenharia.
- Desenvolver e sedimentar os procedimentos iniciais da análise experimental de dados obtidos em aulas práticas.
- Aprender a elaborar relatórios de experimentos usando metodologia científica.
- Compreender a importância de se estabelecer, nas conclusões dos relatórios, o que se refere às aplicações no campo da engenharia.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Acar, M., Parkins, R. M., "Engineering Education for Mechatronics", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 43, no. 1, 1996.
- [2] Boyer Commission Report, "Ten Ways to Change Undergraduate Education", 1998 Shirley Strum Ienny – State University of New York at Stony Brook, mleming@notes.cc.sunysb.edu
- [3] Latorre, R., Hatamura, Y., Ohashi, H., "A New Mechanical Engineering Curriculum at the University of Tokyo", Journal of Engineering Education, April 1994.