

A INTEGRAÇÃO ENTRE A INICIAÇÃO CIENTÍFICA E A GRADUAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA

Carlos Alberto Goebel Pegollo – prof.pegollo@usjt.br
Universidade São Judas Tadeu, Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas
Av. Sargento Geraldo Santana, 1100, Bloco 18, Apto. 73
04674-000 - São Paulo – SP
Alberto Akio Shiga – aashiga@uol.com.br
Universidade São Judas Tadeu, Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas
Rua Lupianópolis, 106 - Jardim Maringá
03525-000 - São Paulo – SP

Resumo: *Alguns aspectos importantes devem ser adicionados para complementar, de forma mais efetiva, a funcionalidade do ensino de engenharia nos dias de hoje. Além do aspecto teórico, sempre de relevante importância, um aspecto mais realista e que produza uma visão mais rápida, prática e funcional deve também ser considerado.*

Seria bastante interessante e proveitoso se, na medida do possível, as aulas pudessem ser baseadas em sistemas físicos mais realísticos desenvolvidos até mesmo nas próprias aulas. Este procedimento porém, requer cada vez mais um bom conhecimento prévio principalmente da matemática e da física. O que observamos hoje em dia é que tal conhecimento está cada vez mais aquém do nível que poderia ser considerado pelo menos razoável, para que tal prática pudesse ser bem aplicada principalmente nas instituições privadas de ensino de engenharia, que viram o número de oferta de cursos crescer muito principalmente nas últimas duas décadas, fazendo com que a seleção dos novos alunos passasse a ser praticamente inexistente.

Este trabalho versa sobre uma prática que está sendo desenvolvida na Universidade São Judas Tadeu, com alguns dos alunos participantes do RIC – Regime de Iniciação Científica e do PVIC – Projeto Voluntário de Iniciação Científica, que visa aproveitar as pesquisas realizadas por esses alunos de forma a integrá-las com as aulas da graduação, de modo que as mesmas possam ser mais atraentes para os alunos.

Tentamos com isso obter um ganho bilateral, tanto para os alunos da graduação quanto para os alunos dos regimes de iniciação científica.

Palavras-chave: *modelos matemáticos, sistemas e controles, modelagem de sistemas*

1. INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia nos dias de hoje não deve ser visto como um pacote educacional isolado, mas sim como um todo, integrando as várias possibilidades ligadas ao mesmo (Cytrynowics, 1991).

A praticidade, a globalização e a integração do mundo em que vivemos atualmente refletem diretamente no anseio dos alunos, que por sua vez, desejam uma abordagem mais prática, mais direta, mais realista e até mesmo mais evidente dos assuntos contidos nas disciplinas estudadas. Muitas das disciplinas desenvolvidas nos cursos de engenharia seguem apenas e ainda a clássica fórmula de ensino, baseadas em um livro texto e em outras bibliografias complementares, onde a teoria e a prática são explanadas com base nos diversos modelos didáticos presentes nestes livros que, com muita competência e pertinência, os apresentam de uma forma adequada para o estudo que ora está sendo focado.

Ao longo dos últimos anos, tem-se notado uma crescente ansiedade por parte do corpo discente em aprender, estudar e discutir os tópicos de suas disciplinas focando sistemas físicos reais, utilizados no dia a dia. Portanto espera-se que, uma vez que o ensino seja levado, quando possível, por esse lado, reflita em um aumento do interesse dos alunos pelas aulas.

Porém, trabalhar sistemas físicos dinâmicos reais, recai na necessidade da representação dos mesmos por meio dos seus modelos matemáticos.

A principal dificuldade na obtenção desses modelos reside no fato de que o estudante ou pesquisador precisa possuir como pré-requisitos, além de conhecimentos bem solidificados da matemática, do cálculo e da física, um forte caráter investigativo, pois tal prática aborda, no mínimo, alguns fatores como: compreensão do sistema físico, percepção e formulação das hipóteses a serem consideradas, capacidade para deliberar e efetuar as simplificações e linearizações necessárias para a elaboração de um modelo simplificado, estruturação do modelo em si e ao final, capacidade para simular e interpretar os resultados a fim de validar ou não o modelo obtido (Nise, 2002).

A quase ausência destes pré-requisitos por parte do corpo discente que hoje adentra principalmente as escolas particulares de engenharia, tem gerado um certo tipo de contradição entre o que eles desejam e o que eles têm capacidade de produzir, levando a um certo desinteresse dos alunos em relação ao desenvolvimento das aulas que reflete diretamente em seus aprendizados.

E esta é a situação que se vê hoje em dia.

Devido a grande quantidade de novas escolas e de novos cursos de engenharia que surgiram nos últimos anos, assim como a outros fatores sociais, notoriamente, o fato de um indivíduo *entrar na faculdade* não tem sido mais um fator de destaque e relevância na vida do mesmo, uma vez que muitas escolas já oferecem os processos seletivos e até mesmo os processos seletivos contínuos, fazendo do antigo vestibular, que tinha caráter eliminatório, um simples procedimento de caráter classificatório, isto, quando o vestibular ainda existe.

É óbvio que seria uma injustiça generalizar este fato, uma vez que muitas escolas particulares de engenharia ainda têm suas vagas bastante disputadas, fazem vestibulares bem concorridos e conseguem com isso, selecionar os melhores alunos para os seus cursos. Porém, hoje, um aluno que desejar fazer um curso de engenharia, independentemente da escola e que possa arcar com as despesas do curso, certamente conseguirá uma vaga em alguma escola particular.

Em resumo, a qualidade técnica observada nos alunos que hoje estão entrando nos cursos de engenharia pode ser traçada como uma curva que vem decaindo ano a ano, pois, se nota cada vez mais que os mesmos apresentam enormes dificuldades até mesmo da matemática elementar. E isso sem falar da física!

A pergunta que fica então é: como desenvolver modelos matemáticos ilustrativos de sistemas físicos reais para serem utilizados com sucesso nas aulas da graduação, desde o início do curso, com alunos que se encaixam neste perfil de conhecimento?

Talvez, uma das respostas, proposta neste trabalho, esteja justamente numa ação conjunta da graduação com os centros de pesquisas das universidades.

O Centro de Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu conta com o RIC – Regime de Iniciação Científica e com o PVIC – Projeto Voluntário de Iniciação Científica. Para os alunos da graduação em engenharia que estão integrados a estes regimes, esta proposta mostra uma fonte inesgotável de estudos e desenvolvimentos que, de uma forma integrada, pode ser bastante útil tanto para a elaboração das pesquisas que os mesmos devem apresentar em suas iniciações científicas, quanto para as aulas de graduação, uma vez que a abrangência de temas e o nível com que um mesmo tema pode ser abordado são infinitos.

Como o que se está propondo se trata de uma ação conjunta entre o centro de pesquisa e a graduação, a seguir serão discutidas algumas breves características desta prática.

2. TÓPICOS SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA

Uma vez que algo já se falou sobre a modelagem matemática dos sistemas dinâmicos, é hora de se comentar um pouco sobre as principais características aí envolvidas para que, de uma forma mais efetiva, fique um pouco mais claro alguns parâmetros que devem ser considerados.

Sistemas dinâmicos são aqueles que respondem a uma entrada de referência, produzindo uma resposta que em geral procura seguir essa entrada aplicada, por esse motivo, denominada entrada de referência. O controle destes sistemas é parte integrante de nossas vidas e inúmeras aplicações estão ao nosso redor, desde o simples fato de regularmos a temperatura da água de um banho, ou de um ambiente, assim como na alta tecnologia requerida para o lançamento de foguetes.

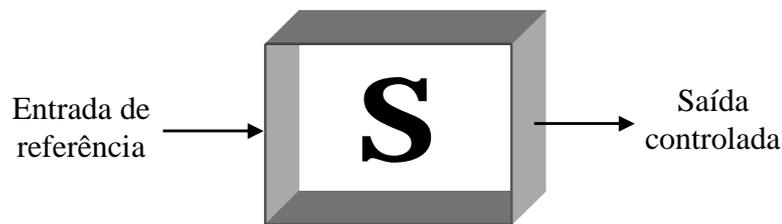


Figura 1: Sistemas dinâmicos

No entanto, o primeiro passo necessário ao controle de vários destes sistemas recai justamente na obtenção das equações que descrevem as dinâmicas dos mesmos, mais comumente denominadas como modelos matemáticos quantitativos dos sistemas (Dorf et Bishop, 2001).

Um modelo matemático de um sistema dinâmico pode ser definido como uma, ou um conjunto de equações que representam a dinâmica deste sistema com precisão, ou pelo menos de uma forma bastante razoável. A obtenção de um modelo matemático aceitável é a primeira e a mais importante parte a ser considerada na análise do sistema.

Um modelo matemático pode não ser único para um determinado sistema e nem mesmo, pertencer a um único domínio, podendo, por exemplo, ser formulado nos domínios do tempo ou da frequência, dependendo do sistema considerado e de suas circunstâncias particulares, assumindo assim, diferentes formas (Ogata, 2003).

Obter um modelo matemático de um sistema significa analisar as relações entre as variáveis deste sistema e sua importância reside no fato de que o mesmo é necessário para se compreender e controlar o sistema.

A abordagem matemática de um determinado sistema pode ser baseada, de uma forma resumida, nos seguintes tópicos:

- ✓ Definir e compreender o sistema e os seus componentes
- ✓ Formular o modelo matemático e listar as hipóteses necessárias
- ✓ Decidir por qual abordagem o modelo será construído
- ✓ Escrever as equações diferenciais que descrevem o modelo
- ✓ Solucionar as equações
- ✓ Examinar e validar o modelo e as hipóteses consideradas
- ✓ Reprojetar ou reanalisar o sistema caso necessário

Cumpra observar também que, cada uma destas etapas aqui sugeridas, pode, de acordo com a complexidade do sistema, demandar um longo e extensivo estudo.

Em geral, a obtenção de um modelo matemático de um sistema segue uma seqüência de acordo com o mostrado na figura 2.

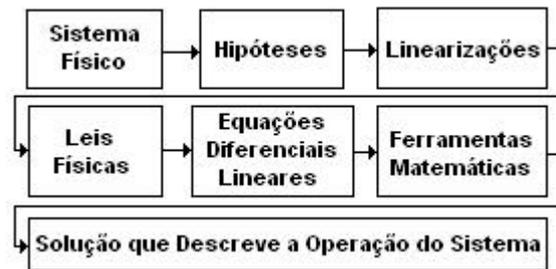


Figura 2: Seqüência para a Modelagem Matemática

Outro ponto importante que se deve considerar ao elaborar um modelo matemático para um sistema é o do compromisso entre a precisão e a simplicidade. Quando se estuda um modelo matemático procura-se fazê-lo da forma mais simplificada possível sendo que para isso, algumas propriedades físicas inerentes ao sistema sejam ignoradas, principalmente se os objetivos forem a obtenção de um modelo matemático linear e um sistema composto por equações diferenciais ordinárias. Por outro lado, tal procedimento deve resultar num modelo que represente o sistema de uma forma pelo menos razoável (Ogata, 2003).

Em geral, quando se inicia o estudo um novo sistema, parte-se de um modelo mais simplificado e que forneça uma visão mais generalista do mesmo. Depois, gradativamente, outros detalhes vão sendo acrescentados à medida que isto for sendo necessário.

A próxima etapa é a de solucionar o modelo. Isto permite com que o sistema seja estudado e suas características dinâmicas analisadas. A solução de um sistema envolve várias etapas que podem ser sintetizadas de acordo com o que mostra a figura 3.

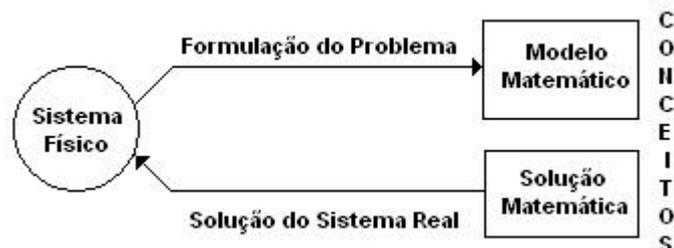


Figura 3: Solução Matemática de um Sistema

Uma vez conhecida a proposta sugerida neste trabalho e algumas das características principais necessárias ao se abordar os modelos matemáticos dos sistemas físicos, será comentado sobre quais tipos de sistemas são mais adequados para essa prática integrada.

3. TIPO DE SISTEMAS PARA SEREM MODELADOS

Uma vez conhecidas algumas particularidades sobre a modelagem de sistemas dinâmicos a questão a se levantar é sobre quais tipos de sistemas seriam mais adequados para se trabalhar, tanto ao nível de uma iniciação científica quanto para serem aproveitados nas aulas de graduação.

Conforme já citado, a abrangência de sistemas que podem ser modelados é infinita, uma vez que qualquer sistema dinâmico é passível de ser representado por meio de uma ou de um conjunto de equações diferenciais. Além disso, a profundidade com que cada sistema pode ser estudado também é ilimitada.

Algumas regras básicas sugeridas para a modelagem de sistemas ao nível que queremos trabalhar são:

- ✓ Possuírem um nível de dificuldade condizente com o conhecimento e com o tempo que os alunos da iniciação científica dispõem para trabalhar;
- ✓ Representar um desafio prazeroso e interessante para os alunos da iniciação científica, tratando-se portanto de sistemas interessantes;
- ✓ Constituírem-se bons sistemas para serem trabalhados nas aulas de graduação, cujo estudo resulte em um bom apoio às aulas teóricas.

É lógico que cada professor em cada escola, poderá e deverá elaborar suas próprias regras básicas para decidir quais os tipos de modelos mais adequados para serem desenvolvidos e estudados, de acordo até mesmo com o perfil de cada escola.

Enfim, o desenvolvimento e o estudo dos modelos matemáticos para a prática que aqui está sendo proposta deve abranger uma interação entre algumas características, como por exemplo, as mostradas na figura 4.

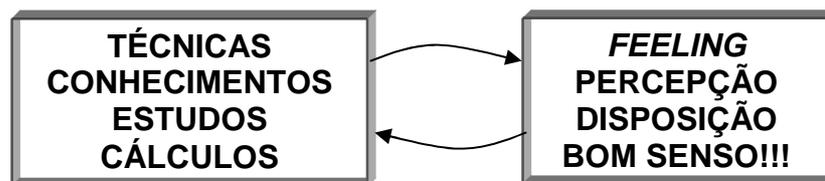


Figura 4: Características para Modelar Sistemas

4. A AÇÃO CONJUNTA – A INTEGRAÇÃO

A idéia aqui sugerida, bastante simples por sinal, propõe que à medida do possível e de modo simultâneo, sistemas modelados por alunos participantes dos Centros de Pesquisas das escolas, mais especificamente os integrados aos regimes de iniciação científica, possam ser estudados e simulados nas aulas de graduação de modo que as respostas às essas simulações, realimentem de dados os projetistas e aqueles que estão trabalhando nos desenvolvimentos dos modelos. Assim, eventuais correções, aprimoramentos e ajustes mais finos nos modelos poderão ser realizados, resultando com isso na obtenção de modelos melhores e mais representativos dos sistemas.

Acredita-se que desta forma, a prática integrada seja de interesse dos alunos de ambos os lados, iniciação científica e graduação.

Observa-se também que existe um interesse bem maior por parte dos alunos quando determinados sistemas propostos para estudos são sugeridos por eles próprios.

Tal prática permite que, de uma forma integrada, seja possível incentivar os alunos que terão a oportunidade de ver surgir um estudo completo sobre um determinado sistema, desde a etapa de análise do mesmo até as simulações finais e aceitação do modelo. Isto, ao nosso ver, trata-se de uma forma bastante prática, eficiente, prazerosa e até mesmo mais completa de aplicação da engenharia.

Obviamente, tal conceito pode ser estendido para práticas que não se limitem apenas ao aqui proposto que trata de modelar e analisar, de forma conjunta, um sistema físico real, mas sim, que vão desde a idealização de um determinado sistema físico, passando por toda a etapa de modelagem, simulações e projetos, resultando na construção do protótipo final, tudo dentro de um conceito de integração.

De uma certa forma, hoje em dia tudo isto já existe dentro da maioria das escolas de engenharia, só que em muitas, de uma forma ainda não integrada. Por exemplo, desenvolvem-se ótimas pesquisas ao nível de iniciação científica dentro dos Centros de Pesquisas e elaboram-se ótimos trabalhos dentro da graduação, inclusive no que se refere aos Trabalhos de Graduação, ou de Conclusão de Curso, porém, de uma forma isolada (Pegollo e Shiga, 2001).

O mais difícil dessa integração é conseguir sincronizar o desenvolvimento dos trabalhos junto aos Centros de Pesquisas, simultaneamente com o momento de utilizá-los nos estudos da graduação. Mas tal dificuldade aparece apenas quando a prioridade e a meta principal for realmente a realização de um trabalho simultâneo.

Assim, por exemplo, se o assunto abordado em um certo momento das aulas teóricas for sobre a estabilidade de sistemas e um modelo que está sendo desenvolvido ainda não se encontrar de forma adequada para permitir a realização deste estudo, outros modelos previamente desenvolvidos poderão e deverão ser utilizados. Na verdade, observou-se também que o interesse dos alunos é sempre mantido ao saberem que aquele modelo que está sendo utilizado para expor um determinado assunto, refere-se a um modelo desenvolvido ali, na escola, por seus colegas, ao invés de um modelo pronto retirado de um livro texto e adequado para o estudo em questão.

Porém, com um bom cronograma de trabalho e bastante seriedade nos objetivos aqui propostos, acredita-se que este sincronismo é possível e que muitas coisas boas poderão ser feitas neste sentido, de modo simultâneo, com ótimos ganhos para ambas as partes.

5. CONCLUSÕES FINAIS

A idéia aqui sugerida nasceu do pensamento de procurar-se, de alguma forma, melhorar o ensino de engenharia principalmente dentro das escolas particulares e mais principalmente ainda, naquelas que possuem cursos de engenharia no período noturno.

E quando se fala em *melhorar o ensino de engenharia*, não se deve basear apenas em melhorar as aulas, conteúdos programáticos, laboratórios e equipamentos, programas dos cursos, etc., mas sim procurar, de algum modo, melhorá-las quanto ao nível de incentivo que deve ser dado ao corpo discente.

E é isto que este trabalho desejou mostrar: uma forma simples de tentar fazer com que os alunos voltem a ter mais curiosidade, mais vontade e mais interesse para se dedicarem aos seus estudos.

É bastante notório, principalmente àqueles professores que já possuem um longo tempo de ensino, saber-se de imediato quando uma turma está ou não motivada para as aulas. Não é

preciso nenhuma prova escrita para isso. Basta um simples olhar para a turma. E isto não é algo mensurável. Aqui se está falando de *feeling*.

Acredita-se que, em especial nas turmas do período noturno, onde os alunos após um dia cansativo de trabalho e muitas vezes após uma verdadeira batalha no trânsito para chegar nas escolas, precisam realmente de um incentivo extra e diferenciado para que possam, da melhor forma possível, absorver os conhecimentos que lhes são passados.

Hoje, na Universidade São Judas Tadeu, existem alguns alunos da iniciação científica desenvolvendo modelos de sistemas que serão, a partir do segundo semestre de 2004, utilizados nas aulas de graduação de certas disciplinas, onde poder-se-á então, começar a tabular melhor os resultados desta proposta aqui apresentada.

Olhando para o futuro, se tal prática mostrar-se viável, talvez seja possível estruturar essas idéias de forma que todo o curso de graduação, representado por todas as disciplinas, esteja envolvido de uma forma integrada com os Centros de Pesquisas resultando num ensino de engenharia completamente integrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CYTRYNOWICZ, R. O Engenheiro do Século 21. **Revista Politécnica**. São Paulo, Trimestre Outubro / Dezembro, p. 38-44, 1991. Trimestre Outubro / Dezembro de 1991.

DORF, R. C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos, 8ª. Ed.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001.

NISE, Norman S. **Engenharia de Sistemas de Controle, 3ª. Ed.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2002.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno, 4ª. Ed.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003

PEGOLLO, C.A.G; SHIGA, A.A. **Utilizando o Trabalho de Conclusão de Curso para Aperfeiçoar a Performance Profissional dos Novos Engenheiros**. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, Minas Gerais, 2001.