

As novas tecnologias para o ensino de engenharia "The new technologies for engineering education"

[Argimiro Resende Secchi](#)

Professor do Departamento de Engenharia Química - UFRGS

Resumo

Neste trabalho a importância de se efetuar mudanças substanciais nos currículos de Engenharia para absorver as novas tecnologias de ensino e exercício da profissão do engenheiro do século XXI é discutida. Uma proposta de mudança da disciplina introdutória do ensino de informática para os estudantes de engenharia é apresentada. A introdução das novas tecnologias no ensino da matemática é ilustrada através de um exemplo para a disciplina de Álgebra Linear.

Palavras-chaves: Ensino de Engenharia - Novas Tecnologias da Computação - Matemática para Engenheiros

Abstract

In this work the importance of making substantial changes in the engineering curricula to absorb the new teaching technologies and professional practice of the 21st century engineer is discussed. A proposal of changing the introductory discipline of the Computer Science teaching for the engineering students are presented. The introduction of the new technologies in the teaching of the mathematics are illustrated with an example for the Linear Algebra course.

Keywords: Engineering Education - New Computing Technologies - Mathematics for Engineers

Introdução

O surgimento de computadores pessoais com aplicativos amigáveis trouxe uma mudança tecnológica tão significativa que a modernização do ensino de engenharia através de uma revisão radical torna-se essencial.

O problema com os currículos atuais de engenharia é que estas tecnologias não são empregadas, acarretando em uma perda significativa na formação dos engenheiros. Os computadores não são utilizados ativamente para resolver problemas, quebrando a linha computacional dos currículos de engenharia e afastando-os da rotina prática da profissão.

Salamon (1997)⁹ aponta, por exemplo, que a principal razão para a falta de uso de computadores para o ensino de Mecânica dos Materiais é devido a não utilização de métodos matriciais. De fato, o ensino de álgebra linear está desconectado de suas aplicações, seja tanto pela falta de esclarecimento de sua importância quanto por limitar as disciplinas de Engenharia e Física ao mundo escalar.

A importância de explicar para os estudantes de engenharia por que o conhecimento de matemática é essencial para seus futuros trabalhos práticos deve ser enfatizada. A matemática é uma linguagem para expressar leis da física, química e engenharia e equações gerais deveriam ser ilustradas por exemplos numéricos práticos, mudando a forma de aprendizado elementar e desconexo para uma forma mais profunda e holística¹⁰.

Na maioria das vezes, o ato de trazer exemplos práticos para o quadro negro de forma compreensível, mostrando todas as manipulações algébricas necessárias para relacionar com a teoria matemática que está sendo ensinada, não é uma tarefa trivial ou mesmo possível dentro da carga horária da limitada. Contudo, deve-se buscar um balanceamento adequado entre aplicações práticas das equações matemáticas e sua profunda compreensão para o ensino na engenharia.

Atualmente, com o uso de *softwares* matemáticos, tais como MAPLE¹², MATLAB⁶, MATHCAD⁵ e MATHEMATICA¹³, torna-se viável trazer aplicações práticas de engenharia para dentro das salas de aula das disciplinas de matemática, gerando a motivação que faltava ao estudante de engenharia para absorver os conceitos de sua teoria, sem comprometer a programação do curso.

Deve-se, no entanto, enfatizar que esta nova tecnologia necessita ser implantada sobre todo o currículo de Engenharia, sob a pena de se tornar mais um aprendizado desconexo e elementar. Isto implica em mudanças profundas na estrutura curricular, na infra-estrutura das salas de aula, no maior entrosamento entre as disciplinas e, fundamentalmente, na atualização tecnológica dos professores. Cabe salientar que todas estas mudanças estão em constante discussão na comunidade de ensino de Engenharia Química no Brasil³, onde as maiores dificuldades concentram-se na interdisciplinaridade e na reciclagem de docentes.

Certamente, novas técnicas de ensino devem ser desenvolvidas para tirar proveito desta

tecnologia, não somente ampliando a abrangência do curso, mas tornando os estudantes participantes ativos na sala de aula e, portanto, aumentando sua compreensão e retenção do conhecimento⁸.

Neste artigo são apresentados uma proposta de mudança da disciplina introdutória do ensino de informática para os estudantes de engenharia e um exemplo de como introduzir as novas tecnologias no ensino da matemática.

O ensino de informática na engenharia

De maneira geral, as empresas estão começando a perceber que a instalação pura e simples de computadores pessoais, interligados em rede, não as tornam mais eficientes nem seus funcionários automaticamente mais produtivos⁴. Embora as pessoas tenham a impressão de que se tornam mais produtivas, elas estão dedicando menos tempo às tarefas essenciais. Isto é consequência direta do uso irracional das novas tecnologias, aliada à escassez de profissionais treinados para o seu uso. Efeitos similares podem ser observados nas instituições de ensino, onde também há um alto investimento na tecnologia da informática e um pequeno efeito na formação dos estudantes e na dinâmica da instituição.

É preciso formar profissionais com conceitos básicos necessários para torná-los capazes de se adaptarem mais rapidamente às novas tecnologias. Profissionais com a tecnologia do conhecimento, capazes de aprender e produzir coisas novas a cada segundo². Neste contexto, profissionais treinados para serem meros usuários das tecnologias atuais são artigos descartáveis.

Para completar a formação deste profissional moderno, é necessário associar a tecnologia do conhecimento com a tecnologia da informação e comunicação. Neste sentido, a INTERNET está entre as tecnologias mais revolucionárias em termos de acesso à informação e comunicação, sendo que a sedimentação de sua cultura deve ser feita através da inclusão de seus recursos nos currículos de engenharia¹.

A proposta da disciplina de Introdução à Informática para os estudantes que ingressam aos cursos de Engenharia, apresentada na Tabela 1 ao lado da disciplina oferecida atualmente nos currículos de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), elaborada pela Comissão de Informática da Escola de Engenharia da UFRGS¹¹, leva em conta três aspectos fundamentais na formação do engenheiro:

1. Conhecimento da principal ferramenta de trabalho;
2. Utilização dos recursos da tecnologia da informação e comunicação;
3. Desenvolvimento de programas computacionais de forma estruturada.

O último aspecto serve de base para o uso das novas tecnologias no ensino da matemática

para os estudantes de engenharia, pois o uso efetivo de *softwares* matemáticos exige algum conhecimento de programação estruturada. Além disso, se existir o uso continuado destas tecnologias no ensino fundamental, o estudante chegará preparado no ensino profissionalizante para usar ferramentas modernas de engenharia e absorver melhor o conhecimento.

TABELA 1. Proposta da disciplina de Introdução à Informática para Engenheiros.

Proposta	Curso atual na UFRGS
DISCIPLINA: Introdução à Informática para Engenheiros	DISCIPLINA: Introdução à Informática
CÓDIGO: INF01XYZ	CÓDIGO: INF01210
CARGA HORÁRIA: 4 h / semana	CARGA HORÁRIA: 4 h / semana
CRÉDITOS: 04	CRÉDITOS: 04
PRÉ-REQUISITO: -	PRÉ-REQUISITO: -
SEMESTRE: 1°	SEMESTRE: 3°
NATUREZA DAS AULAS: Teórico-práticas	NATUREZA DAS AULAS: Teórico-práticas
CURSO AO QUAL É OFERECIDA: ENG	CURSO AO QUAL É OFERECIDA: ENG, MAT, MED, AGRO, VET, COM, JOR, ADM, ECO, FCH, ARQ, FIS, EST, COA, BIB, GEA, LET, GEO, BIO, QUI
PROGRAMA DESENVOLVIDO: a partir de 1999/1	PROGRAMA DESENVOLVIDO: a partir de 1993/1
SÚMULA	SÚMULA
Arquitetura de Computadores, Sistemas Operacionais, Redes e Comunicação de Dados, Estrutura e Linguagens de Programação.	Arquitetura de Computadores, Sistemas Operacionais, Arquivos e Bancos de Dados, Linguagens de Programação, Comunicação de Dados, Desenvolvimento de Software, Aplicativos: Processadores de Texto, Planilhas Eletrônicas, Banco de Dados.

OBJETIVOS

Esta disciplina apresenta uma introdução à Informática, com ênfase em programação em computadores. Ao final do curso, o estudante deverá ser capaz de:

- descrever a organização funcional de um computador e de rede de computadores, identificando seus componentes;
- identificar as principais formas de comunicação de dados entre computadores;
- interpretar a estrutura e a lógica de uma linguagem de programação;
- ser capaz de desenvolver programas, em uma linguagem estruturada, dentro de suas atividades acadêmicas e profissionais.

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

1. Conceitos básicos sobre arquitetura e organização de computadores: (01 SEMANA)

1.1 - Introdução à terminologia básica

1.2 - Noções básicas sobre arquitetura e organização de computadores

1.3 - Características tecnológicas das máquinas

OBJETIVOS

Esta disciplina apresenta uma introdução à Informática, com ênfase em microcomputadores e suas aplicações. Ao final do curso, o estudante deverá ser capaz de:

- descrever a organização funcional de um computador, identificando seus componentes;
- identificar as principais formas de utilização e aplicações de computadores;
- utilizar programas aplicativos como processadores de texto, planilhas eletrônicas e bancos de dados em suas atividades acadêmicas e profissionais.

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

1. Conceitos básicos sobre arquitetura e organização de computadores:

1.1 - Introdução à terminologia básica:

1.2 - Noções básicas sobre arquitetura e organização de computadores

1.3 - Características tecnológicas das máquinas

1.4 - Caso prático: definição de configuração de microcomputadores

2. Noções básicas de sistemas operacionais: (01 SEMANA)

2.1 - Conceitos básicos

2.2 - Tipos de sistemas operacionais

2.3 - Exemplos de sistemas operacionais (DOS, UNIX, WINDOWS)

3. Noções básicas sobre redes de comunicação de dados: (01 SEMANA)

3.1 - Configurações, tipos e utilização de redes

3.2 - Recursos para comunicação de dados

3.3 - A rede UFRGS

4. Linguagem de programação estruturada: (15 SEMANAS)

4.1 - Características e estruturas de um programa

4.2 - Elementos básicos: constantes, variáveis, operadores relacionais e lógicos, expressões aritméticas e lógicas, precedências de operações, comandos de atribuições

2. Noções básicas de sistemas operacionais:

2.1 - Conceitos básicos

2.2 - Tipos de sistemas operacionais

2.3 - Exemplo de um sistema operacional

(DOS)

3. Conceitos básicos sobre arquivos e bancos de dados:

3.1 - Aplicação envolvendo arquivos

3.2 - Banco de dados

4. Linguagens de programação:

4.1 - Níveis de linguagens: (1ª a 5ª geração)

5. Noções básicas sobre redes de comunicação de dados:

5.1 - Centralização e descentralização

5.2 - Redes e sistemas

6. Programas aplicativos:

6.1 - As opções de mercado

6.2 - Processador de texto

6.3 - Banco de dados

4.3 - Estruturas de controle de fluxo (if, do, while, for, goto, etc...)

4.4 - Entrada e saída de dados

4.5 - Variáveis subscritas, matrizes, vetores e *strings*

4.6 - Estruturas de dados

4.6 - Funções e subrotinas

NOTAS: 1) para o desenvolvimento do item 4 deve-se fazer uso de exemplos aplicativos relacionados com as disciplinas de FÍSICA I, CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I e com os conteúdos de matemática e física do segundo grau.

2) recomenda-se o uso da linguagem de programação do MATLAB ou de seus similares OCTAVE e SCILAB (de domínio público). São linguagens de fácil aprendizado e de resultados mais imediatos, e dão um forte fundamento para linguagens de programação científica (C e FORTRAN). NÃO É RECOMENDADO O USO DA LINGUAGEM PASCAL.

3) a Comissão de Informática entende que a utilização de programas aplicativos de uso geral e específicos deve ficar a cargo das disciplinas de Introdução à Engenharia e das demais disciplinas que fazem uso de tais recursos. Sem levar em conta o fato de que a maioria dos alunos que ingressam a Universidade já possuem algum conhecimento dos principais aplicativos de uso geral (editores, planilhas eletrônicas, etc.).

6.4 - Planilha eletrônica

7. BASIC: Estudo e confecção de programas:

7.1 - Características

7.2 - Elementos básicos: constantes, variáveis, operadores relacionais e lógicos, expressões aritméticas e lógicas

7.3 - Estrutura de um programa BASIC

7.4 - Comandos: atribuição, entrada e saída, condicionais, transferência, repetição

7.5 - Variáveis subscritas

7.6 - Funções e subrotinas

7.7 - Estudo de casos

7.8 - Elaboração de programas

O ensino de matemática na engenharia

A questão principal da modernização do ensino de matemática é como trazer

aplicações práticas com o uso de *softwares* para a sala de aula sem perder os conceitos fundamentais para a compreensão da teoria. Isto requer um maior investimento do instrutor para a preparação de sua aula, além de conhecimento profundo do aplicativo que será utilizado e da relação da teoria com a prática. O último requisito é obtido pelo contato com instrutores de disciplinas aplicadas da engenharia. Felizmente, com a disseminação rápida da informação através da INTERNET é possível localizar exemplos práticos já desenvolvidos por outros instrutores espalhados pelo mundo, reduzindo de modo significativo o tempo de preparação dessas aulas práticas.

Por exemplo, a tarefa de ensinar os conceitos de transformação linear e de decomposição de matrizes em seus valores e vetores característicos, ou em seus valores e vetores singulares, na disciplina de Álgebra Linear, poderia se tornar muito mais atrativa se fosse relacionada com fenômenos físicos, tais como dinâmica de sistemas, vibração, ressonância, estabilidade e amplificação de sinais. O professor de Álgebra Linear poderia fazer uso da função demonstrativa `eigshow(A)` do MATLAB⁷, que apresenta de forma gráfica um vetor unitário x e sua transformação linear Ax para uma matriz de dimensão 2×2 e valores de x , com $\|x\| = 1$, selecionados pela simples movimentação do mouse sobre a figura. As Figuras 1a, 1b e 1c ilustram esta movimentação para a matriz

$$A = \begin{bmatrix} 1/4 & 3/4 \\ 1 & 1/2 \end{bmatrix}$$

onde os valores característicos, λ , e os vetores característicos, x , resultantes das soluções não triviais do sistema de equações lineares

$$Ax = \lambda x$$

$$\lambda_1 = 5/4 \text{ e } x_1 = [3/5 \ 4/5]^T ; \lambda_2 = -1/2 \text{ e } x_2 = [\sqrt{2}/2 \ -\sqrt{2}/2]^T$$

são visualizados quando os dois vetores (x e Ax) estão na mesma direção. Mostrando que o operador A , na direção de x , é uma simples redução ou ampliação por um fator λ . Quando os sentidos dos dois vetores são opostos tem-se um valor característico negativo.

Pode-se observar que os dois vetores característicos não são os eixos maior e menor da elipse formada pelas transformações lineares. Seriam para o caso particular de matrizes simétricas. Matrizes 2×2 com um par de valores característicos complexo não possuem vetores reais na mesma direção.

Movendo dois vetores unitários, x e y , perpendiculares e suas correspondentes transformações lineares, Ax e Ay , pode-se visualizar os valores e vetores singulares,

resultantes das soluções não triviais dos sistemas de equações lineares

$$A^H A v = \sigma^2 v \quad A A^H u = \sigma^2 u$$

$$\sigma_1 = 1,2792, \quad x = v_1 = [0,7678 \ 0,6407]^T \quad \text{e} \quad Ax = \sigma_1 u_1 = [0,6725 \ 1,0881]^T$$

$$\sigma_2 = 0,4886, \quad y = v_2 = [-0,6407 \ 0,7678]^T \quad \text{e} \quad Ay = \sigma_2 u_2 = [0,4156 \ -0,2569]^T$$

onde σ são os valores singulares, v e u são os vetores singulares à direita e à esquerda, respectivamente, e A^H é a matriz transposta conjugada de A (ou matriz Hermitiana). Eles surgem no momento em que as transformações são perpendiculares entre si, conforme mostra a Figura 1d. Observa-se que isto acontece quando os vetores das transformações são os eixos maior e menor da elipse, mostrando, por exemplo, as direções de máxima e mínima amplificação de sinais, respectivamente. Para o caso particular de uma matriz quadrada, simétrica e positiva definida, as decomposições em valores característicos e em valores singulares são equivalentes.

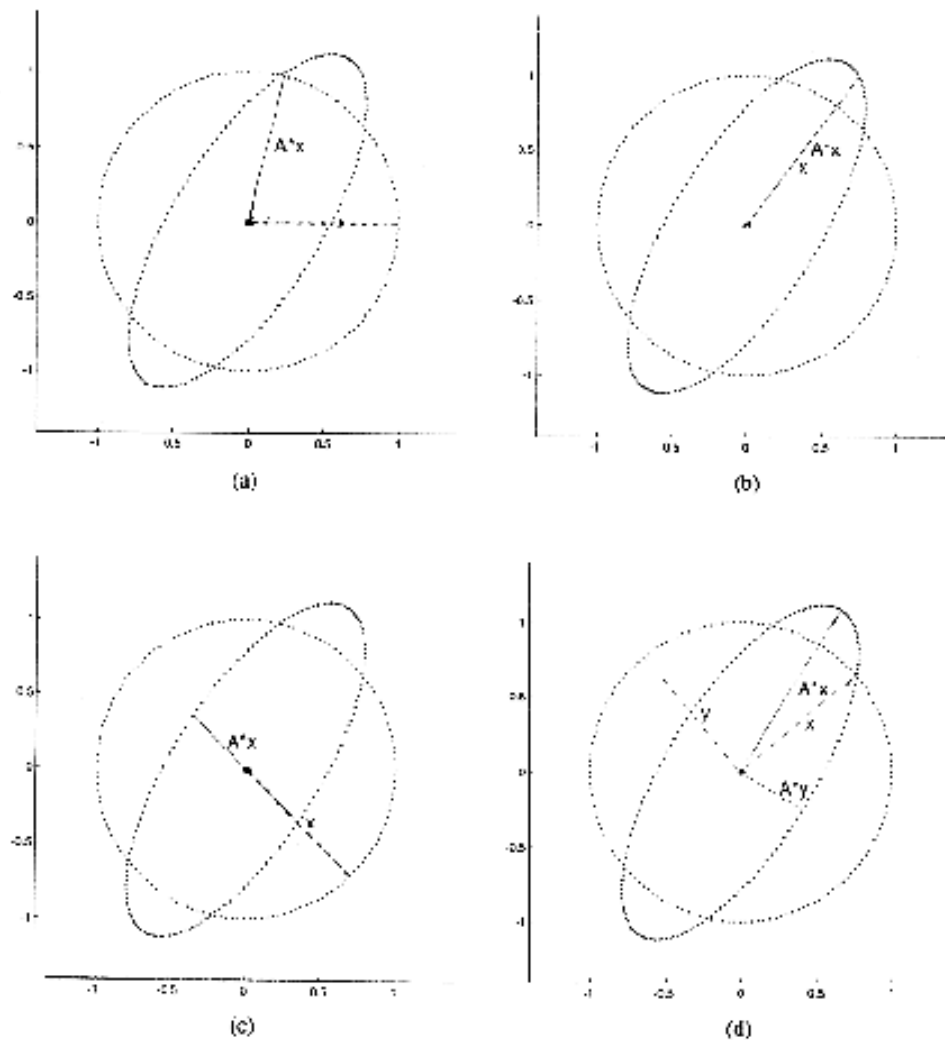


FIGURA 1. Transformações lineares

CONCLUSÕES

A modernização do ensino de informática e matemática para os estudantes de engenharia é indispensável para formar o engenheiro do século XXI. Da mesma forma o ensino profissionalizante deve seguir esta direção para consolidar esta formação. Contudo, deve-se ter o cuidado de não fazer um uso mecânico destas novas tecnologias sem o exercício de análise crítica dos métodos e conceitos empregados e de seus resultados aparentes.

Recentemente (em 1998) a UFRGS adquiriu licenças dos *softwares* MAPLE V R5 e MATLAB 5.2 para serem usados por toda a Universidade. Isto, junto com os Laboratórios de Ensino de Computação na Engenharia (LECENGs) oferecem uma infra-estrutura adequada para a implantação das novas tecnologias no ensino de engenharia. Resta ainda realizar as mudanças curriculares necessárias e atualizar os docentes para esta nova realidade. Acredita-se que a interação entre docentes do ensino fundamental e do ensino profissionalizante surgirá naturalmente com essa nova exigência no aprendizado dos estudantes de engenharia. Neste sentido, um primeiro passo já foi dado, que foi a criação de turmas específicas para cada curso de engenharia, facilitando esta interação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARNEIRO, M.L.; SAIKOSKI, K.B. Recursos Internet como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Engenharia Química. Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Porto Alegre, RS, 1998.
2. LOPES, M. Procura-se Quem Ande Sobre Dois Pés. Revista Exame, 08 de outubro de 1997.
3. GT8. Relatório Final do Grupo de Trabalho em Informática. Anais do VI Encontro Brasileiro sobre o Ensino da Engenharia Química, Itatiaia, RJ, p.139-141, 1995.
4. MARTINS, I. O Paradoxo da Produtividade. Revista Exame, 18 de dezembro de 1996.
5. MATHSOFT, Inc. MATHCAD 8. <http://www.mathsoft.com/>, 1998.
6. MATHWORKS, Inc. MATLAB 5.3. <http://www.mathworks.com/>, 1999.
7. MOLER, C. Good Vibrations. Revista MATLAB News & Notes, p.12-13, 1998.
8. NEU, E.C. Lecturing with a Notebook Computer. Int. J. Engng. Ed., v.14, n.2, p.119-121, 1998.
9. SALAMON, N.J. Matrix Methods, Calculators and Computers: Impact on Introductory Mechanics of Material Courses. Int. J. Engng. Ed., v.13, n.6, p.448-456, 1997.
10. SAZHIN, S.S. Teaching Mathematics to Engineering Students. Int. J. Engng. Ed., v.14, n.2, p.145-152, 1998.
11. SECCHI, A.R.; CARRO, L.; ROESLER, H.; FERREIRA, C.; BITTENCOURT, E.; ZINGANO, A. Introdução à Informática para Engenheiros. Proposta da Comissão de Informática

da Escola de Engenharia, Porto Alegre, RS, novembro, 1997.

12. WATERLOO MAPLE, Inc. MAPLE V R5.1. <http://www.maplesoft.com/>, 1998.

13. WOLFRAM RESEARCH, Inc. MATHEMATICA 3. <http://www.wolfram.com/>, 1998.