



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFCG-UFPE

DISCIPLINAS COM TÉCNICAS MATEMÁTICAS INOVADORAS, ENVOLVENDO INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL, APLICADAS EM CURSOS DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA

David Calhau Jorge – davidcj@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa, DEP

Av. P.H. Rolfs s/n - Campus UFV

3.570-000 – Viçosa – M.G.

Dante Alves Medeiros Filho – dante@din.uem.br

Universidade Estadual de Maringá, DIN

Av. Colombo, 5.790 – Zona 7

87.020-900 – Maringá - PR

***Resumo:** A utilização de computadores na engenharia possibilitou a aplicação de métodos numéricos matemáticos de uma forma mais ampla e ágil resolvendo em um tempo muito menor problemas numéricos. Os métodos utilizados eram fundamentados em demonstrações matemáticas. As soluções apresentadas, na maioria das vezes, eram utilizadas para problemas convencionais e de baixa complexidade. Com o desenvolvimento de técnicas matemáticas inovadoras, envolvendo modelos inspirados em exemplos biológicos, surgiram novas possibilidades para solução de problemas de alta complexidade. As técnicas de solução utilizando estes modelos apresentam soluções ótimas, dentro de padrões estabelecidos. No entanto, para a maioria das técnicas utilizadas em problemas não é possível comprovar matematicamente a eficiência do método, assim como determinar inequivocamente a qualidade de sua resposta. A maioria dos estudos envolvendo estas técnicas está presente em cursos de pós-graduação. A criação de inúmeros programas computacionais de fácil utilização tornou possível sua inclusão nos currículos de graduação dos cursos de engenharia. Este trabalho visa discutir a implementação de disciplinas envolvendo esta técnica em cursos de graduação de engenharia e apresenta experiências obtidas com algumas destas disciplinas.*

Palavras-chaves: Graduação em engenharia, Inteligência computacional, Métodos matemáticos.

1. INTRODUÇÃO

A solução de problemas matemáticos é uma das mais relevantes funções do engenheiro. A maioria dos cursos de engenharia fornece aos graduandos algumas disciplinas para solução destes problemas. Existem inúmeras técnicas matemáticas para solução destes problemas, ou apresentação de soluções viáveis, fundamentadas em demonstrações matemáticas.

Na década de 40, as diversas restrições presentes nos métodos numéricos foram reduzidas significativamente com o surgimento dos computadores, como pode ser observado em CLÁUDIO (1994). A redução do preço de computadores pessoais, na atualidade, aliada a criação de dispositivos eletrônicos portáteis de alto desempenho matemático e baixo custo, como calculadoras científicas e computadores de mão, foram de grande valia para otimizar a utilização destas técnicas matemáticas. Outra consequência direta destes fatores econômicos

foi o amplo acesso aos recursos destes dispositivos para todos os estudantes de engenharia no Brasil. Disciplinas envolvendo cálculos numéricos foram particularmente beneficiadas com a popularização destes dispositivos. A possibilidade de resolver problemas, que necessitavam de uma série de cálculos repetitivos, reduzindo o tempo de operação e o número de erros, criou um dos mais significativos avanços na aplicação da engenharia no mundo moderno. Não seria um exagero afirmar que a evolução da engenharia sofreu um grande impacto com a utilização destes avanços tecnológicos.

Cabe ainda salientar que a engenharia elétrica contribuiu de forma significativa para esta evolução, sendo uma das principais beneficiárias e responsáveis pela mesma.

A maioria dos cursos de engenharia apresenta em seu programa curricular ao menos uma disciplina versando exclusivamente sobre o tema: “Cálculo Numérico” ou “Métodos Matemáticos”, que são os nomes mais comuns para descrever estas disciplinas. Alguns cursos apresentam mais que uma disciplina sobre este mesmo tema, devido a sua complexidade e ao elevado número de métodos matemáticos existentes para solução de problemas. É possível observar, na grande maioria destes métodos, uma comprovação matemática sucinta que pode ser apresentada de forma clara ao graduando, atestando sua eficiência.

É preciso esclarecer que a formalidade matemática, aliada a utilização computacional não oferece um resultado real para solução de todos os problemas, uma vez que a representação de números em um computador não conta com infinitos dígitos. É possível obter maiores esclarecimentos sobre este tópico em CLÁUDIO (1994).

Nota-se ainda que os métodos matemáticos não apresentem solução para todos os problemas, sendo possível afirmar que para sua aplicação é necessário estabelecer uma relação matemática ou física entre os termos envolvidos. Em alguns casos estas relações podem ser de difícil obtenção, comprometendo a implementação dos métodos. A Figura 1 ilustra a seqüência a ser utilizada para aplicação de métodos computacionais para solução de problemas na engenharia, pode-se observar a seqüência a ser utilizada para aplicação dos métodos matemáticos.

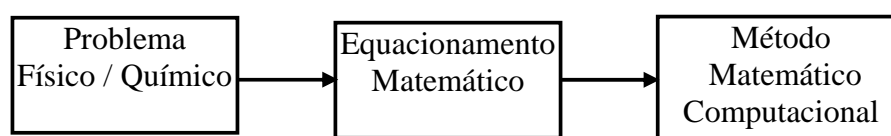


Figura 1 - Seqüência para aplicação de métodos computacionais na engenharia.

Paralelamente a idéia da utilização do computador como auxílio na solução de problemas matemáticos, sempre foi alvo da curiosidade humana a possibilidade de representar o pensamento humano, ou mesmo a criação de um dispositivo apto a raciocinar.

Parte da filosofia de Aristóteles pode ser considerada como um dos primórdios documentalmente conhecidos a estudar os conceitos psicológicos do ser humano e a lógica, ilustrando a possibilidade de reprodução deste comportamento, JORGE (1997).

As proposições levantadas, no passado, a este respeito, somadas a evolução computacional levaram a criação, em 1956, de um ramo difundido amplamente na Ciência da Computação, conhecido como Inteligência Artificial (IA). A IA tem por objetivo a criação de modelos para capacidade cognitiva (onde há ênfase em como ocorre o raciocínio) e a implementação de sistemas computacionais baseados nestes modelos, como afirma BITTECOURT (2001). Entretanto FERNANDES (2003) apresenta de forma clara a abordagem de IA como duas formas distintas: cognitiva e conexionista (onde o modelo de funcionamento dos organismos é tomado como ênfase mais relevante).

Os resultados práticos obtidos com a aplicação das técnicas de IA são de grande valia para inúmeras aplicações. Quando há necessidade da obtenção de um resultado, entre diversas soluções, ou a obtenção de um resultado que necessita de uma forma de busca, ou tomada de decisão que poderia resultar em uma explosão combinatória, métodos envolvendo IA podem se tornar imprescindíveis.

Com a evolução de técnicas matemáticas inspiradas em modelos biológicos, entre elas caberia citar as Redes Neurais Artificiais (RNA), os Algoritmos Genéticos (AG), a Inteligência de Comunidades, entre outras; assim como de técnicas fundamentadas em lógica difusa, a gama de técnicas matemáticas a serem aplicadas para solução de problemas matemáticos se ampliou. A aplicação destas técnicas para solução de problemas convencionais, envolvendo uma quantidade elevada de possíveis soluções, veio somar conhecimentos aos recursos estatísticos e aqueles envolvendo IA implementados.

Alguns autores incluem estas novas técnicas como conteúdo de IA e outros questionam este posicionamento. No entanto, esta discussão, que é alvo de inúmeras considerações, não é o escopo deste trabalho ora apresentado.

2. ENSINO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GRADUAÇÃO

O ensino de IA, na graduação de cursos de Ciência da Computação, é uma realidade de longa data. A forma como estes métodos vêm sendo implementados, a dificuldade de apresentar os conceitos filosóficos e matemáticos de forma adequada ocasiona constantes reclamações dos alunos de graduação em diversos cursos, tal fato é também observado por BITTENCOURT (2001).

Inicialmente fundamentada na possibilidade de utilização de seus recursos para implementação de algoritmos computacionais complexos, associada à possibilidade de fornecer a habilidade do raciocínio aos dispositivos computacionais, a disciplina de IA foi transferida para a pós-graduação na maioria dos cursos de engenharia. Pode-se citar como uma das exceções cursos como o de graduação em Engenharia da Computação. Entretanto, em diversas instituições, como a Universidade Estadual de Maringá (UEM), esta disciplina figura em cursos de graduação que projetam ênfase na área computacional é o caso da Engenharia de Produção – ênfase “software” desta instituição.

A necessidade de conhecimento prévio em técnicas refinadas de algoritmos, assim como a necessidade de compreensão dos problemas que podem resultar no aprimoramento de inúmeras técnicas de elaboração destes, torna a inclusão da disciplina de IA essencial para o curso de graduação em Ciências da Computação.

Com o advento da criação ou retomada de técnicas inspiradas em modelos biológicos, sem uma referência filosófica na maioria delas, somada a sua inclusão, na área de IA, em diversos cursos, estas técnicas passaram a ser também de grande importância para os graduandos em engenharia.

3. TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS A ENGENHARIA

O engenheiro tem encontrado, de um modo geral, dificuldade para solucionar inúmeros problemas matemáticos na atualidade. Com a ampliação dos recursos computacionais, aliados a multiplicação de variáveis observadas ou controladas, em inúmeros problemas e processos, a solução de problemas matemáticos conta com uma gama elevada de parâmetros na atualidade. Este problema é particularmente visível na engenharia elétrica, com a inclusão de aparelhos eletrônicos de monitoramento e controle em inúmeras aplicações desta área, com uma quantidade elevada de dados a serem utilizados. A

possibilidade de monitorar em tempo real tensão, corrente, fator de potência, entre outros parâmetros, associada à inclusão de dispositivos de controle eletrônicos, ampliou de tal forma o número de informações, que a utilização apenas de métodos numéricos convencionais não têm se mostrado eficiente para solução de inúmeros problemas.

Há uma necessidade de obter resultados práticos para soluções matemáticas, algumas vezes sem o conhecimento das equações físicas que relacionam os parâmetros envolvidos. Técnicas avançadas de operações para solução destes problemas, utilizando algoritmos complexos sempre foram propostas, no entanto, sua utilização em cursos de graduação (mesmo de forma meramente ilustrativa) não tem ocorrido há um longo tempo.

Com o surgimento de diversos métodos matemáticos inspirados em modelos biológicos, cujo conceito fundamental é, na maioria das vezes, de fácil compreensão, associado à criação de inúmeros programas computacionais para aplicação destas técnicas, é possível observar a inclusão de disciplinas envolvendo estas técnicas em cursos de graduação de engenharia. A eficiência observada nestes métodos computacionais, em diversas aplicações reais tem sido relatada em inúmeras publicações. Algumas obras com inúmeras citações para solução de problemas relacionados à engenharia, tal fato pode ser observado particularmente na obra de REZENDE (2002).

4. A DISCIPLINA INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL NA GRADUAÇÃO DA ENGENHARIA ELÉTRICA

É de suma importância manter os graduandos em cursos de engenharia, no Brasil, a par das novas tecnologias existentes. Para alguns cursos de graduação em engenharia, como o de engenharia elétrica, tal fato é crucial. Com os fatos supra citados, inúmeros cursos de engenharia elétrica têm em seu currículo uma disciplina referente a este tópico. Isto pode ser observado nos cursos de graduação em engenharia elétrica nas instituições: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e na Universidade Federal de Viçosa (UFV), como exemplos.

A possibilidade de ministrar aulas com recursos computacionais avançados, para demonstrar a solução de problemas de alta complexidade, à graduandos em engenharia, não pode ser considerado um desafio intratável na atualidade. Poderiam ser citados os itens relacionados abaixo entre as principais razões para este fato:

- Existência de recursos computacionais satisfatórios para estas aplicações nas instituições;
- Presença de farto material bibliográfico, alguns sob a forma de apostilas sobre o assunto. Estando estes materiais disponíveis na *Internet* ou podendo ser obtidos a custo reduzido;
- Inúmeros aplicativos computacionais, de alto desempenho, para exemplificar de forma didática este conteúdo. Some-se a este item a existência de uma enorme gama de aplicativos computacionais livres, obedecendo em alguns casos licenças classificadas como *General Public License* (GPL) (vide FSF (2005)) ou afins. Entre estes aplicativos poderíamos citar:

.SNNS (*Stuttgart Neural Network Simulator*),

.GAOT (*The Genetic Algorithm Optimization Toolbox*),

.ACOTSP (*Ant Colony Optimization for the Traveling Salesman Problem*),

.Entre outros.

A possibilidade do graduando em engenharia desenvolver soluções viáveis, utilizando uma das técnicas de Inteligência Computacional é ainda maior com a quantidade de informações disponíveis na atualidade. Seria possível desenvolver simulações computacionais, para utilizar os dados obtidos na aplicação destas técnicas, ou obter informações entre os diversos bancos de dados disponíveis na *Internet* para serem utilizadas em trabalhos na disciplina.

O oferecimento desta disciplina apresenta uma série de vantagens para os graduandos em engenharia elétrica:

- Contato com tecnologias avançadas para solução de problemas;
- Possibilidade de desenvolver pesquisas e elaborar artigos e relatórios de suas conclusões, tendo os primeiros contatos para as formalidades de pesquisas científicas;
- Utilização de aplicativos computacionais, ampliando seu conhecimento na informática;
- Interdisciplinaridade, uma vez que os problemas podem envolver não apenas engenharia, mas também biologia, administração, arquitetura entre outras disciplinas. Requerendo do graduando dedicação a temas transdisciplinares.

Esta disciplina é mais adequada para os últimos semestres do curso de engenharia. Esta afirmação tem sido aplicada aos cursos de engenharia elétrica, principais cursos com a presença desta disciplina na atualidade. Algumas razões para tal fato seria a possibilidade do graduando observar estas técnicas inovadoras, após a observação das técnicas convencionais de resolução de problemas.

É de suma importância notar que a utilização da maioria destas técnicas possibilita a obtenção de um ótimo resultado, pode haver exceções e em algumas situações, pode não ser o melhor resultado, ou mesmo o mais adequado. Por outro lado, nota-se que a experiência da presença desta disciplina no curso de engenharia de produção na UEM e na engenharia elétrica na UFV tem obtido um resultado significativo.

A disciplina, devido a suas peculiaridades, apresenta uma constante mudança de seu conteúdo. No entanto ela pode ser apresentada de forma simples, utilizando exemplos semelhantes aos obtidos com métodos matemáticos convencionais, como parâmetros de comparação no início de sua apresentação. Tal atitude permite ao graduando obter uma visão crítica das técnicas utilizadas e vislumbrar de forma simples sua aplicação.

Dada a elevada quantidade de informação a respeito das inúmeras técnicas existentes e a complexidade de algumas delas, o graduando tem sido convidado a realizar um estudo dirigido. É também utilizada a apresentação dos graduandos, na forma de resumos ou seminários, sobre uma das técnicas e a elaboração de um trabalho final, com a aplicação de uma das técnicas conhecidas ao longo do processo de aprendizagem.

O nível de interesse da turma envolvida no processo e a qualidade dos relatórios apresentados têm sido um incentivo à continuidade do processo escolhido para transmissão de conhecimento e aquisição de informação.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a inclusão da disciplina de Inteligência Computacional nos cursos de graduação em engenharia elétrica de diversas instituições no Brasil. É possível observar as vantagens resultantes do conhecimento dos graduandos das novas técnicas de métodos matemáticos, envolvendo os métodos mais modernos: “inspirados em modelos biológicos”.

A disponibilidade de recursos computacionais e equipamentos, aliada a simplicidade requerida para os conhecimentos fundamentais destas técnicas, tornam possível a inclusão em cursos de graduação de disciplinas referentes à Inteligência Computacional.

É ainda apresentada de forma sucinta a experiência da inclusão destas técnicas em cursos de graduação em engenharia elétrica, que demonstram as vantagens da inclusão deste conteúdo nos cursos de graduação em engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial: ferramentas e teorias** – 2.ed. Florianópolis: da UFSC, 2001.

CLÁUDIO, D. M., et. all. **Cálculo Numérico Computacional: teoria e prática** – 2.ed. São Paulo: Atlas, 1994.

FERNANDES, A. M. R. **Inteligência Artificial: noções gerais**. Florianópolis: Visual Books, 2003.

FSF, **The GNU Operating System**. Estados Unidos da América: <http://www.gnu.org>, acessada em 30 de maio de 2005.

JORGE, D. C. **Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)/Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

REZENDE, S.O. **Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2002.

**DISCIPLINES WITH INNOVATIVE MATHEMATICAL TECHNIQUES,
INVOLVING COMPUTATIONAL INTELLIGENCE, APPLIED IN COURSES OF
ENGINEERING GRADUATION**

***Abstract:** The use of computers in engineering made possible the application of mathematical numerical methods in an ampler and agile form, deciding in a very lesser time numerical problems. However, the used methods were based on mathematical demonstrations. The presented solutions, in the majority of the times, were used for conventional problems and of low complexity. With the development of innovative mathematical techniques, involving models inspired by biological examples, new possibilities for solution had appeared in problems of high complexity. The solution techniques using these models present excellent solutions, of standards established. However, for the majority of the techniques used it is not possible to mathematically prove the efficiency of the method, as not certainly determining the quality of its solution. The majority of the studies involving these techniques is present in postgraduate courses. The creation of diverse computational programs, easy to use, had become possible its inclusion in the graduate program of the engineering courses. This work aims to argue the implementation of disciplines involving this technique in courses of engineering graduation and presents experiences gotten with some of these disciplines.*

Key-words: Engineer graduate, Computational intelligence, Mathematical methods