

VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática



ULBRA - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil

16, 17 e 18 de outubro de 2013

Comunicação Científica



O ENSINO DE CALCULO NUMÉRICO UTILIZANDO O SCILAB

Tatiane Reis do Amaral¹

Neila M. Gualberto Leite²

Alan Oliveira da Silva³

Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo: O Cálculo Numérico é uma metodologia para resolver problemas matemáticos por intermédio de um computador, sendo uma disciplina comum nos cursos de graduação da área de Ciências Exatas. As técnicas desenvolvidas pelos alunos nesta disciplina são muito antigas e eram implementadas com dificuldade devido aos recursos computacionais da época. Hoje, com o avanço da tecnologia, os computadores são mais rápidos e possuem grande capacidade de cálculos possibilitando o desenvolvimento diário de técnicas mais modernas e eficientes. No entanto as ementas desta disciplina por várias vezes não contemplam estas novas técnicas numéricas. O domínio destas técnicas numéricas é essencial para os estudantes de matemática e engenharia. A aprendizagem dos métodos numéricos também se torna desestimulante sem o uso adequado de ferramentas computacionais. O Scilab é um software livre de computação e programação numérica desenvolvido na França, em 1990. Este trabalho propõe, então, a construção de códigos didáticos em Scilab para implementação de técnicas numéricas mais modernas, já disponíveis em literatura, com o propósito de modernizar a disciplina e motivar a aprendizagem dos alunos, popularizando o software Scilab na comunidade escolar. A observação destes fatos faz surgir o interesse em aliar a tecnologia disponível com práticas inovadoras de ensino, como força motivadora da aprendizagem do Cálculo Numérico. E ainda dentro deste contexto, a modernização da disciplina é necessária para acompanhar o desenvolvimento tecnológico atual. A intenção é trazer técnicas numéricas modernas que exploram o potencial do software Scilab, sem esquecer a sua função principal que é o ensino-aprendizagem.

Palavras Chaves: Cálculo Numérico. Scilab. Ensino de Matemática.

Introdução

O Cálculo Numérico é uma metodologia para resolver problemas matemáticos por intermédio de um computador, sendo uma disciplina comum nos cursos na área de Ciências Exatas (Campos, 2007). Nela, são estudadas técnicas numéricas entre as quais estão: o cálculo aproximado de raízes de equações algébricas e transcendentais, solução de sistemas de equações lineares, cálculo de derivadas e integrais e solução de equações diferenciais.

Entre os objetivos do estudo do Cálculo Numérico, podemos destacar o estudo de métodos numéricos para a resolução de problemas em geral tais como de engenharia,

¹ Mestre. IFNMG. tatiane.reis@ifnmg.edu.br

² Mestre em Modelagem Matemática e Computacional. IFNMG. neila.gualberto@ifnmg.edu.br

³ Graduando. IFNMG. alan_3621@hotmail.com

economia, ambientais, biológicos, entre outros. Os métodos numéricos podem ser aplicados visando eficiência e estabilidade, e também, aliar custo com precisão, durante a aplicação em problemas gerais.

Nos cursos superiores, o Cálculo Numérico é de fundamental importância não só como disciplina específica, mas também no que se refere à aplicação nas disciplinas básicas como Cálculo Diferencial Integral, Equações Diferenciais, Álgebra Linear e Geometria Analítica, entre outras.

As técnicas desenvolvidas pelos alunos no Cálculo Numérico são muito antigas e eram implementadas com dificuldade devido aos recursos computacionais da época. Os computadores agora são mais rápidos e possuem grande capacidade de cálculos, possibilitando surgir, a cada dia, técnicas mais modernas e eficientes. No entanto, as ementas desta disciplina, por várias vezes, não contemplam as novas técnicas numéricas, ficando para cursos mais avançados, algumas vezes até para a pós-graduação. A implementação de várias técnicas numéricas também se modernizou, tornando mais simples os algoritmos e conseqüentemente os códigos (Santos, 2010).

A utilização de ferramentas computacionais no ensino no Brasil inicia-se na década de setenta. Na educação matemática, a utilização e a importância desta é reforçada a cada dia pela literatura (Laudares, 2004). Constituem, então, um meio educacional auxiliar para apoiar a aprendizagem dos alunos e permitem criar situações de aprendizagem estimulante.

As dificuldades com o aprendizado da matemática se estendem desde o ensino básico até o ensino superior. Aliado às dificuldades em conteúdos matemáticos, os alunos frequentemente esbarram em questões como habilidades com computadores, o que dificulta ainda mais o desenvolvimento de técnicas adequadas para o aprendizado do Cálculo Numérico. O domínio destas técnicas numéricas é essencial para matemáticos e engenheiros. A aprendizagem dos métodos numéricos também torna-se desestimulante sem o uso adequado de ferramentas computacionais (Mota, 2012).

Surge, então, uma questão: como ensinar Cálculo Numérico utilizando um software de forma adequada? E como explorar as potencialidades deste software dentro da perspectiva do ensino-aprendizagem?

A observação destes fatos faz surgir o interesse em aliar a tecnologia disponível com práticas inovadoras de ensino, como força motivadora da aprendizagem do Cálculo Numérico. E ainda dentro deste contexto, a modernização da disciplina é necessária, e acompanha o desenvolvimento tecnológico atual. A intenção é trazer técnicas numéricas modernas que

exploram o potencial do software Scilab, sem esquecer a sua função principal que é o ensino-aprendizagem.

Este trabalho propõe, então, a construção de códigos em Scilab para implementação de técnicas numéricas mais modernas já disponíveis em literatura com o propósito de modernizar a disciplina e motivar a aprendizagem dos alunos.

Alguns objetivos específicos deste trabalho são: promover a popularização do software Scilab entre os alunos e professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG)- *Campus Januária*, disseminando novas tecnologias nos cursos da área de exatas nas disciplinas de Cálculo Numérico; selecionar dentro dos vários algoritmos implementados aqueles que poderão compor a ementa da disciplina e elaborar uma proposta para o ementário das disciplinas de Cálculo Numérico.

Revisão da Literatura

O uso de novas tecnologias nas disciplinas de Cálculo Numérico está cada vez mais presente com o avanço dos computadores, desde os hardwares até os softwares. O Scilab, por exemplo, é um software científico de alto rendimento que pode ser usado em muitos cursos. É capaz de resolver problemas matemáticos de forma muito mais fácil do que utilizando as linguagens de programação PASCAL, FORTRAN ou C. Graças à grande variedade de funções, tem a capacidade de realizar cálculos relacionados à álgebra linear, processamentos de sinais, construção de gráficos em duas e três dimensões, entre outros.

Esse processo interativo, que coloca os alunos como sujeitos participantes do processo de ensino, traz a efetiva participação e o desenvolvimento da autonomia por meio do trabalho com o conhecimento (Borba, 2003).

Assim, as ferramentas computacionais oferecem uma nova perspectiva para o ensino de Matemática e, em específico, o ensino de Cálculo Numérico. Ainda sob esta perspectiva, o ensino advém pela construção e reconstrução do saber (Lachini, 2001).

O Scilab é um software livre de computação e programação numérica desenvolvido na França, em 1990, por pesquisadores do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatic) e do ENPC (École des Ponts ParisTech). Atualmente, o mesmo é mantido pelo Scilab Consortium. A aplicação é similar aos softwares Matlab, Octave e Gauss (Gomez, 1999). Atualmente o Scilab é muito utilizado no meio acadêmico como ferramenta para as mais diversas aplicações incluindo o ensino-aprendizagem de Cálculo Numérico.

O Scilab está muito presente na literatura, como em Santos e Loreto (2010) em que apresentam uma avaliação de softwares matemáticos livres, dentre eles o próprio Scilab e fazem uma descrição de suas potencialidades no ensino de matemática.

Herbster e Brito (2004) propõem o uso de um software numérico no ensino de Cálculo Numérico no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Campina Grande, relatam como o software, usado de forma contextualizada na disciplina, pode ser motivador da aprendizagem.

Por outro lado, Mota (2012) desenvolve rotinas no próprio Scilab para o ensino de Cálculo Numérico. Além destas rotinas, são utilizadas interfaces para WEB com possibilidade dos alunos acessarem as rotinas remotamente. Neste trabalho são desenvolvidas rotinas de técnicas numéricas que encontram-se bem estabelecidas na disciplina como métodos de raízes de equações.

Alguns livros didáticos apresentam algoritmos para implementação em Matlab ou Scilab. Dentre eles, citamos o livro Algoritmos Numéricos de Campos (2007). Neste livro, o autor estabelece alguns algoritmos de técnicas mais modernas como, por exemplo, a integração numérica através do método das Quadraturas de Gauss, mas não se aprofunda em outras áreas como resolução de Equações Diferenciais Ordinárias, que apresenta uma gama de métodos recentes bem conhecidos da literatura.

As mudanças no setor tecnológico têm grande significado na academia, principalmente nas disciplinas que tem o computador como ferramenta, e isso inclui o Cálculo Numérico. A disciplina é considerada pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura) como da área básica de formação do engenheiro e do acadêmico de diversas áreas.

Atualmente, estas disciplinas contam com o uso de várias tecnologias, mas sempre utilizadas de forma simplificada, sem explorar suas potencialidades. Sendo assim, a mera utilização de um software não garante um significado na aprendizagem se o mesmo não for adaptado às necessidades dos professores e alunos.

Metodologia

A metodologia para desenvolvimento desta pesquisa foi dividida em três partes: (i) conhecimento da ementa de Cálculo Numérico e levantamento dos pontos a serem trabalhados; (ii) desenvolvimento de técnicas numéricas com a utilização do Scilab para os pontos indicados na etapa (i); e (iii) difusão das técnicas desenvolvidas na comunidade acadêmica (docentes e discentes) .

Primeiramente foi realizada uma análise da ementa atual de Cálculo Numérico, com levantamento de pontos que precisam ser reformulados. Os principais pontos determinados foram: novas técnicas de integração numérica, como as quadraturas de Gauss, técnicas de soluções de equações diferenciais, ou problemas de valor inicial, como os métodos adaptativos de solução, métodos para álgebra linear numérica, como número de condição e decomposição de sistemas.

Para cumprir a segunda etapa do trabalho, realizou-se um estudo e levantamento de bibliografia atualizada sobre técnicas numéricas modernas, e escolheu-se quais técnicas seriam implementadas no software Scilab. Desta forma, as técnicas escolhidas foram, por exemplo, o método de Range-Kuta Felderberg, técnica de passo de tempo adaptativo para equações diferenciais ordinárias.

O estudo do software Scilab foi realizado paralelamente ao estudo dos métodos numéricos. Primeiro foi realizada uma revisão de lógica de programação, para entender as suas estruturas básicas: sequencial, condicional e repetição. O segundo passo foi conhecer o ambiente de programação, expressões aritméticas, comandos de entrada e saída de dados, elaboração de gráficos e estudo da linguagem de programação, para entender a construção de programas e funções dentro do software Scilab.

Após o estudo do software, passamos a implementar as rotinas de cada um dos métodos. Foram implementadas técnicas usuais de Cálculo Numérico de Integração Numérica, Equações diferenciais e Álgebra linear, contemplando métodos avançados em cada uma das temáticas, como em integração numérica a quadratura de Gauss-Chebyshev.

Para cumprir a terceira etapa do projeto, difundir as técnicas desenvolvidas entre alunos e professores e promover a popularização do software na comunidade acadêmica do IFNMG - *Campus* Januária, foram promovidos minicursos periodicamente, dentro dos eventos da Instituição. Os minicursos tiveram a participação de alunos da Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Física, Engenharia Agrícola e Ambiental e Tecnólogo em Administração e Desenvolvimento de Sistemas, ou seja, todos os cursos superiores da área de exatas da Instituição, além da participação de professores da área de Matemática.

Resultados

Devido à sua interface amigável, funções matemáticas e recursos gráficos, além de recursos computacionais capazes de atender às demandas de reformulação da disciplina Cálculo Numérico, o software Scilab, atendeu nossos objetivos, mostrando ser uma ferramenta eficiente na realização deste trabalho.

Inicialmente são apresentadas as funcionalidades do software Scilab como botões, tela e principais comandos necessários para utilização das rotinas.

Em relação às técnicas de integração numérica, uma das técnicas indicadas para reformulação foi a Regra do Trapézio. Juntamente com a utilização das rotinas, apresentamos os algoritmos para implementação da rotina no Quadro 1. Construiu-se e estudou-se diversos algoritmos das técnicas numéricas mais modernas apresentadas na literatura em diversas áreas de Cálculo Numérico. A seguir apresentamos o algoritmo utilizado para implementação de uma das técnicas clássicas de integração numérica que também foi implementada e comparada as técnicas mais modernas estudadas como a quadratura de Gauss-Legendre.

<p>Regra do Trapézio</p> <p>Para aproximar a integral da função $f(x)$:</p> <p>Entrada: pontos extremos a, b;</p> <p>Passo 1 Faça $h = b - a$</p> <p>Passo 2 Faça $A = h/2 * f(a) + f(b)$.</p> <p>Passo 3 SAÍDA (A);</p> <p>PARE</p>

Quadro 1- Algoritmo da rotina para Regra do Trapézio.

As rotinas didáticas construídas retornam resultados através de gráficos e tabelas. Esta forma de saída de dados visa principalmente proporcionar ao aluno usuário diferentes aspectos do trabalho. A Figura 1 detalha a saída de dados da rotina construída para solução de Equações Diferenciais pelo método Preditor-Corretor de Adams.

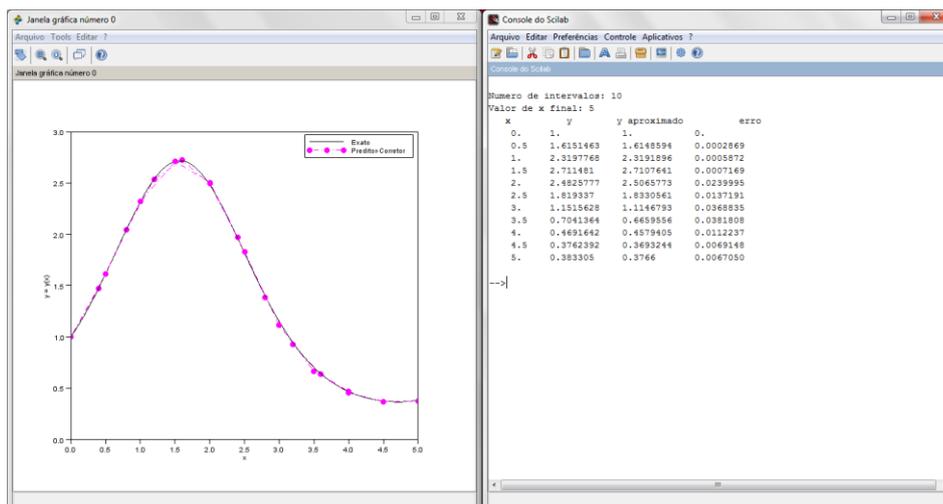


Figura 1 – Saída de dados da rotina.

Paralelamente houve a apresentação do software à comunidade acadêmica dentro da instituição, incluindo os docentes da área. A facilidade de operacionalização do software Scilab foi o principal aspecto percebido pelos alunos.

O Software Scilab, por se tratar de um software livre, não trazendo custos para instituição, é muito difundido no meio acadêmico e foi a principal característica apontada pelos docentes. Similar ao software proprietário Matlab, o Scilab é um software completo que possui grande capacidade de utilização e muito difundido na literatura.

A utilização do software para produção das rotinas se deu de forma satisfatória e sua interface gráfica e capacidade de programação corroborou a escolha sendo validada pela capacidade de implementação de métodos numéricos robustos, como técnicas de resolução de equações diferenciais com passo de tempo adaptativo.

Como resultado final, pretende-se, ainda, propor uma modernização do ementário das disciplinas de Cálculo Numérico dos cursos do IFNMG- *Campus* Januária, utilizando rotinas didáticas para utilização na disciplina. Desta forma, pretende-se estabelecer um ambiente motivador da aprendizagem do Cálculo Numérico nesta instituição e popularizar o software Scilab na comunidade acadêmica.

Conclusão

O avanço tecnológico atual pode ser parceiro do professor principalmente numa disciplina tão dependente da tecnologia usada. A disciplina de Cálculo Numérico demonstra

aos estudantes de graduação a integração da matemática com a computação e como isso é relevante para o aprendizado e para pesquisa.

O software Scilab, com seu ambiente de programação, funções matemáticas e recursos gráficos, atendeu nossos objetivos, sendo uma ferramenta eficiente na realização deste trabalho.

O uso de ferramentas computacionais é de grande importância no ensino de cálculo diferencial e integral já que é uma disciplina que sabidamente os alunos apresentam maior dificuldade, por isso o uso dessas ferramentas se faz necessário. O nosso trabalho apresenta um exemplo de como o software Scilab pode colaborar nesse processo devido às possibilidades de construção e reconstrução.

Alguns objetivos específicos ainda estão em desenvolvimento, como a elaboração e aplicação da reformulação do ementário da disciplina de Cálculo Numérico dos cursos de área de exatas do IFNMG - *Campus* Januária.

Referências Bibliográficas

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 3^a ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.99p.

CAMPOS, F. F.F. **Algoritmos numéricos**. 2.ed. Rios de Janeiro:LTC, 2007.

GOMEZ, C. **Engineering and scientific computing with Scilab**. Birkhauser, 1999.

HERBSTER, A.F.; BRITO, N.D. **Labcon: uma experiência de modernização da disciplina Cálculo Numérico**. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, **Anais**, Campina Grande, 2004.

LACHINI, J. **Subsídios para explicar o fracasso de alunos em Cálculo**. In: LAUDARES, J. B.; LACHINI, J. (Orgs.); **Educação Matemática: a prática educativa sob o olhar de professores de Cálculo**. Belo Horizonte: FUMARC, 2001. Cap.6, p.146-190.

LAUDARES, J. B. **A matemática e a estatística nos cursos de graduação da área tecnológica e gerencial: um estudo de caso dos cursos da PUC Minas**. IN: CURY, H. N.,

Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MOTA, R.P.B. **Ensino de Cálculo Numérico através de rotinas didáticas em Scilab via WEB**, In: XXXIV Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, **Anais**, Aguas de Lindoia, 2012.

SALVADOR, J. A.; SALVADOR, J.; SANTOS, V. M. P. **O Processo de Ensino-Aprendizagem na era da Informação**. In: XIX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, **Anais**, Goiânia, 1996.

SANTOS, R. **Álgebra Linear e Aplicações**. Belo. Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, 2010.

SANTOS, R.; LORETO, A.B.; GONÇALVES, J.L. **Avaliação de softwares matemáticos quanto a sua funcionalidade e tipo de licença para uso em sala de aula**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, vol.1, 1, p. 47-65, 2010.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes informatizados de aprendizagem**: produção e avaliação de software educativo. São Paulo: Papyrus, 2001.