

## Código livre Scilab para o ensino de Cálculo Numérico

Rafael Perazzo Barbosa Mota<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campus Cariri – Universidade Federal do Ceará (UFC)  
Av. Tenente Raimundo Rocha S/N – 63000-000 – Juazeiro do Norte – CE – Brasil

rafaelperazzo@cariri.ufc.br

**Abstract.** *This article describes the outcome of open source development in Scilab to support the classroom teaching of numerical methods. The routines generate intermediate outputs produced by faithfully following the method of manual resolution taught in the classroom. Students used the functions in Scilab environment for solving problem sets in order to make learning more stimulating and efficient. The use of new tools has increased the level of interest and performance in the class throughout the semester showing a new reality for professors in teaching subjects related to mathematics in higher education.*

**Resumo.** *Este artigo descreve o resultado do desenvolvimento de códigos livres em Scilab para apoio ao ensino presencial de cálculo numérico. As rotinas elaboradas geram saídas intermediárias seguindo fielmente o método de resolução manual ministrado em sala de aula. Os estudantes utilizaram as funções no ambiente Scilab para resolução de listas de exercícios com o objetivo de tornar o aprendizado mais estimulante e eficiente. A utilização das novas ferramentas aumentou o nível de interesse e desempenho da turma durante todo o semestre, mostrando uma nova realidade para os docentes no ensino de disciplinas relacionadas à matemática do ensino superior.*

### 1. Introdução

Os métodos numéricos são técnicas matemáticas utilizadas na busca de solução de problemas matemáticos que não podem ser resolvidos ou que são difíceis de resolver de forma analítica [Gilat e Subramaniam 2000]. A solução analítica é uma resposta exata na forma de uma expressão matemática associada às variáveis do problema. Já a solução numérica é um valor numérico aproximado para a solução [Burden e Faires 2008].

A maioria destas técnicas foram desenvolvidas e utilizadas há centenas e até mesmo há milhares de anos. Entretanto, a implementação era difícil, pois todos os cálculos eram realizados de forma manual ou através de dispositivos mecânicos simples. Este fato limitava a quantidade de cálculos realizados, prejudicando assim, a precisão da solução. Contudo, atualmente, os métodos numéricos são utilizados em computadores rápidos e eficientes, que possibilitam a execução de um grande número de cálculos repetitivos, em um curto espaço de tempo, produzindo soluções precisas e confiáveis [Santos 2004].

Sabemos que as dificuldades de aprendizagem Matemática são vivenciadas por alunos desde a educação básica até a educação superior [Notare e Behar 2009]. Estudantes universitários de Engenharias e Ciências Exatas necessitam dominar vários métodos numéricos para solução de diversos tipos de problemas [Wenjiang et al. 2009].

Manipulações abrangentes de matrizes e vetores, raízes reais de funções reais, interpolação e integração são alguns dos conteúdos presentes em programas de disciplinas de Cálculo Numérico. Foi observado que a aprendizagem destes conteúdos têm se mostrado deficiente e desestimulante para muitos estudantes quando não são utilizadas tecnologias computacionais no apoio ao ensino em sala de aula, de acordo com minhas experiências pessoais no ensino da disciplina.

Desta forma, precisa-se ajudar os estudantes a construírem estratégias de aprendizagem própria [Serres e Basso 2009]. No caso específico de Cálculo Numérico, o computador deve possuir um papel fundamental para auxiliar os estudantes no auto aprendizado do conteúdo. A utilização de tecnologias não é suficiente por si só, pois as ferramentas podem ser utilizadas de maneira conservadora, sem que sejam explorados seus diferenciais [Quadros e Martins 2005]. De forma a exemplificar, o uso do Scilab e outros softwares numéricos pode não ter utilidade se o mesmo não for corretamente explorado e adaptado. Faz-se necessário, portanto que o uso das tecnologias seja analisado e adaptado de acordo com o conteúdo e objetivos que se deseja alcançar.

Assim, surge uma questão parecida com a relatada por [Wenjiang et al. 2009]: Como ensinar Cálculo Numérico de forma eficiente através da utilização de ferramentas computacionais? Como aumentar o interesse dos alunos pelo conteúdo?

A partir desta reflexão, surgiu a idéia de desenvolver ferramentas no Scilab direcionadas ao ensino/aprendizagem dos métodos numéricos, uma vez que as novas tecnologias da informação e comunicação aliadas a grande quantidade de informação disponível modificaram o perfil dos estudantes, demonstrando que a utilização de recursos digitais podem auxiliar consideravelmente professores e alunos.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é apresentar códigos livres e didáticos desenvolvidas em linguagem Scilab assim como a aplicação dos mesmos no apoio à aprendizagem dos conteúdos programáticos de Cálculo Numérico.

## **2. Ferramentas livres para computação numérica**

Segundo [Cano e Ospina 2008], a utilização de softwares proprietários tem se mostrado muito custosa, especialmente para instituições educacionais e governamentais. As licenças geralmente são vendidas por máquina, aumentando ainda mais os custos para utilização de softwares deste tipo. Este fato prejudica diretamente o acesso por partes das universidades à aplicações na área de tecnologia da informação, consequentemente, prejudicando também a qualidade do ensino na era da informação. Desta forma, podemos afirmar que os softwares livres possuem papel fundamental na formação acadêmica de estudantes de instituições públicas brasileiras. Muitas destas ferramentas oferecem recursos tão poderosos e tão úteis quando aos concorrentes proprietários. [Cano e Ospina 2008] lista ainda outros benefícios da utilização de softwares livres como a diminuição da pirataria, fácil acesso ao software, menor risco de ataques por vírus e liberdade de utilização dos mesmos.

A alternativa livre chamada GNU<sup>1</sup> *Octave* que consiste de uma linguagem interpretada de alto nível direcionada primariamente para computação

---

<sup>1</sup>GNU é um projeto iniciado em 1984 para desenvolvimento de um sistema operacional, estilo UNIX, baseado na filosofia de software livre

numérica [Domingues e Mendes Jr 2003]. Embora seja um software rico em recursos, o mesmo não é muito difundido na literatura especializada.

O GNU/MAXIMA é uma aplicação livre, rica em recursos de computação matemática simbólica. William F. Shelton desenvolveu este programa em LISP (*List Processing*) baseado na implementação original do Macsyma no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). O GNU/MAXIMA pode ser utilizado para cálculos matemáticos, manipulação simbólica, computação numérica e criação de gráficos. Em geral, todas as funções numéricas disponíveis no GNU/Octave e Scilab existem no GNU/MAXIMA. Por outro lado, o GNU/MAXIMA tem seu ponto forte na parte simbólica, o que faz com que a parte numérica seja um pouco menos eficiente que as rotinas utilizadas pelo GNU/Octave e Scilab [Domingues e Mendes Jr 2003].

O Scilab é um software livre de computação e programação numérica de propósito geral desenvolvido, na França, em 1990, por pesquisadores do INRIA<sup>2</sup> e do ENPC<sup>3</sup> [Gomez 1999]. Atualmente, o mesmo é mantido pelo *Scilab Consortium* [Campbell et al. 2010]. A popularidade do Scilab no meio acadêmico, científico e industrial ao redor do mundo está crescendo graças a natureza livre e a riqueza de capacidades do mesmo [Xia et al. 2008]. A aplicação é similar aos softwares Matlab, Octave e Gauss. Seu núcleo consiste de uma linguagem de alto nível baseada em matrizes e um interpretador. Possui uma série de funções embutidas para várias áreas diferentes como álgebra linear, programação linear, processamento de sinais, computação numérica, gráficos 3D e 2D, entre outros [Mrkaic 2001]. Assim, a linguagem de programação própria permite a criação de programas numéricos específicos de acordo com as necessidades dos usuários.

### 3. Utilização de novas tecnologias em ensino e pesquisa

Várias são as iniciativas de utilização das novas tecnologias em pesquisa e ensino de conteúdos de diversas áreas do conhecimento. Análise e computação numérica [Mora et al. 2010], economia e estatística [Mrkaic 2001], engenharias [Silva e Cunha 2006, Magyar e Žáková 2010, Cano e Ospina 2008, Chen et al. 2009], matemática [Notare e Behar 2009], controle de processos [Tona 2006] e bioquímica [Rocha et al. 2009] são apenas alguns exemplos.

[Mora et al. 2010] apresentaram em seu trabalho um ambiente ScilabUM. O propósito do ambiente foi utilizar dois softwares livres matemáticos no auxílio à compreensão da análise numérica. O Scilab foi explorado para computação numérica e o Maxima para cálculos simbólicos.

[Wenjiang et al. 2009] discutiram a aplicação do Scilab no ensino de computação numérica para Engenharia. O objetivo do trabalho foi tornar a aprendizagem do conteúdo mais prática e fácil. Os estudantes tornaram-se aptos a resolver problemas numéricos da engenharia utilizando os códigos fornecidos em sala de aula. Para a maioria dos estudantes que participaram da pesquisa, o assunto tornou-se mais atraente e mais eficiente do que o método tradicional da resolução de problemas em folha de papel. Os assuntos explorados foram equações diferenciais ordinárias, integração e aproximação numérica e interpolação através da técnica de splines lineares. Os autores concluíram que com a ajuda do Scilab, o ensino do conteúdo tem se tornado cada vez melhor.

<sup>2</sup>INRIA - Institut national de recherche en informatique et en automatique

<sup>3</sup>ENPC - École des Ponts ParisTech

[Mrkaic 2001] apresenta a ferramenta Scilab como um ambiente de programação muito útil nas áreas de pesquisa, ensino e análise de dados. O autor apresentou seus ricos recursos na área específica de estatística aplicada à economia. O estudo conclui que as qualidades da aplicação devem encorajar cada vez mais profissionais de ensino e pesquisa de diversas áreas, inclusive na área de economia.

[Silva e Cunha 2006] relatam a utilização de softwares livres como o Linux e Scilab no Ensino de Engenharia Elétrica, onde o Linux, Scilab além Scicos e Rltool podem ser usados não apenas no ensino de cálculo numérico, mas como no projeto de sistemas eletrônicos e de controle. Além de possuírem as vantagens inerentes a softwares livres, essas ferramentas se encaixam bem tanto em ambientes acadêmicos como profissionais. Logo foi desenvolvido paralelamente documentação voltada aos estudantes sobre o Scilab, com o objetivo de despertar para a importância da utilização de novas tecnologias na Engenharia e em aplicações profissionais futuras.

[Magyar e Žáková 2010] mostram como ampliar a utilização do Scilab para o ambiente Internet, com o objetivo da criação de um laboratório virtual. O modelo cliente/servidor com uso da linguagem PHP e o servidor web Apache foi utilizado. Através do laboratório desenvolvido, os estudantes podem utilizar o Scilab para realização de estudos e simulações através de um simples navegador de internet, sem a necessidade de instalar a aplicação na própria máquina. Um dos objetivos do trabalho foi aumentar a qualidade do ensino *online* em engenharia ao nível do ensino presencial. A observação das atividades dos estudantes mostrou que os mesmos preferem estudar, praticando e fazendo. Para isso foi necessário oferecer uma série de atividades práticas para as turmas. A disponibilização de um ambiente online possui a grande vantagem de funcionar 24 horas por dia e 7 dias por semana, podendo ser acessado mesmo a distância física da universidade. Foi concluído que a utilização de laboratórios virtuais aumentou a motivação dos estudantes, assim como estimulou o desenvolvimento de várias habilidades no aprendizado. Finalmente, o mesmo sinaliza a importância de se oferecer atividades teóricas mescladas com práticas dentro das universidades.

[Notare e Behar 2009] apresenta uma experiência realizada com uma turma de Cálculo Diferencial, em modalidade presencial, na qual se buscou ampliar os momentos de aprendizagem em sala de aula com momentos de interação virtual, por meio da utilização do ambiente virtual de aprendizagem *ROODA*. Justifica-se que a disciplina Cálculo Diferencial é, tradicionalmente, uma disciplina na qual os alunos mais apresentam dificuldades de aprendizagem. Ano após ano, vivencia-se um alto índice de reprovação ou desistência por parte dos alunos, que enfrentam muitas dificuldades em aprender seus conceitos. Muitos fatores podem estar relacionados a esse cenário, como falta de conhecimento de matemática elementar, pouco comprometimento e empenho com os estudos, hábitos equivocados de estudo, além de problemas metodológicos, que priorizam a memorização de regras e fórmulas. Os alunos permaneceram envolvidos com os estudos do Cálculo Diferencial em momentos fora da sala de aula, intensificando o comprometimento com a disciplina. Chegou-se a conclusão que a utilização de um ambiente virtual de aprendizagem como apoio a disciplinas presenciais mostrou-se eficiente, uma vez que favorece o exercício da comunicação e expressão em Matemática, além de manter os alunos envolvidos com a disciplina ao longo de cada semana de aula.

[Cano e Ospina 2008] expõe os resultados obtidos com a aplicação de uma es-

estratégia de aprendizado utilizando-se software livre, especificamente o Scilab, no ensino específico de sistemas de comunicação em cursos de Engenharia. O produto implementado foi um guia de suporte, em formato de livro, abordando os assuntos mencionados anteriormente. O guia visa orientar professores e estudantes na criação de ambientes de aprendizado utilizando a ferramenta. Assim deduziu-se que um alto percentual de estudantes considerou muito importante a iniciativa de criação de um guia voltado para melhorar o aprendizado dos conteúdos com utilização do software Scilab. O acompanhamento dos assuntos foi melhor compreendido através do uso do guia juntamente com a ferramenta. O mesmo afirma também que a metodologia pode ser aplicada facilmente em outras disciplinas de cursos de Engenharia.

[Tona 2006] afirma que a maioria dos cursos de Controle de Processos utiliza a ferramenta Matlab como tecnologia de apoio. O autor em seu artigo mostrou que com a aplicação de alguns ajustes e um moderado esforço adicional, o material de ensino desenvolvido em Matlab poderia ser substituído por um material equivalente em Scilab. O trabalho ilustra a aplicação da ferramenta livre no processo de ensino da disciplina de Controle de Processos. O estudo chegou a conclusão que os estudantes obtiveram melhores resultados de aprendizado quando utilizaram ferramentas flexíveis, poderosas e robustas como o Matlab e Scilab.

#### **4. Materiais e métodos**

A pesquisa teve como finalidade o desenvolvimento experimental de códigos livres em linguagem Scilab, aplicado aos alunos da disciplina de Cálculo Numérico, com apoio do laboratório de Prática computacional da Universidade Federal do Ceará (UFC) para seu desenvolvimento.

A intervenção ocorreu em três etapas. A primeira etapa consistiu na apresentação do programa Scilab aos alunos, esclarecendo as dúvidas pertinentes à utilização elementar do mesmo, evitando possíveis dificuldades na utilização do programa experimental elaborado.

Os principais motivos que levaram a escolha do Scilab como ferramenta de apoio à disciplina de Cálculo numérico foram: a) Software livre, sem custos para a instituição; b) Similar ao software proprietário Matlab; c) Possui interface gráfica ao contrário do software Octave; d) Linguagem de programação de alto nível, bem documentada e bem aceita na literatura acadêmica; e) Funções numéricas embutidas que atendem ao conteúdo visto na disciplina. A versão escolhida do software foi a 5.3.1.

A segunda etapa do trabalho consistiu inicialmente na definição dos conteúdos que seriam abordados nas rotinas. Três problemas principais do cálculo numérico foram escolhidos: a) Resolução de Sistemas lineares; b) Zeros reais de funções reais; c) Interpolação polinomial.

A terceira etapa foi realizada após a definição dos conteúdos, sendo modelados os algoritmos de cada método. A modalagem visou apresentar os mesmos de forma clara, objetiva e organizada, o que facilitou a posterior implementação utilizando a linguagem de programação do Scilab. Três arquivos de funções (.sce) foram criados, um para cada problema. Cada arquivo *sce* possui as implementações dos métodos escolhidos.

A implementação foi realizada seguindo-se os algoritmos modelados, com co-

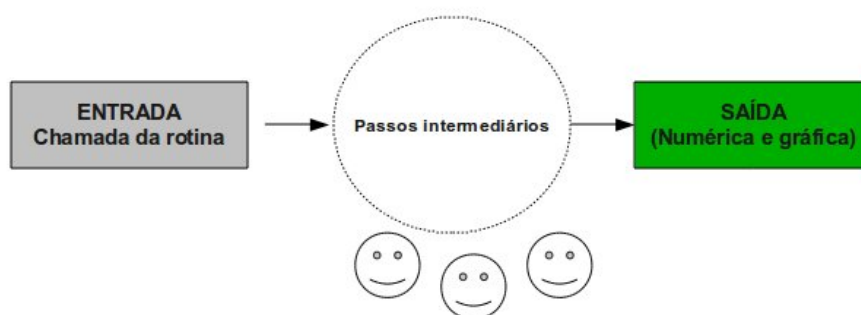
mandos de saída em todos os passos intermediários. Todas as informações mostradas na tela visam simular uma resolução em sala de aula, facilitando assim o treinamento do conteúdo visto em sala com o auxílio do computador.

Para o assunto de Resolução de sistemas lineares foram escolhidos dois métodos diretos (Eliminação de Gauss e Decomposição LU) e dois iterativos (Gauss e Gauss-Seidel) [Gilat e Subramaniam 2000]. A busca de zeros reais de funções reais envolveu três métodos: Bisseção, Newton-raphson e Secante. Finalmente para a interpolação polinomial foram selecionados os métodos de Lagrange e de Newton (diferenças divididas)[Burden e Faires 2008].

Após o desenvolvimento e testes dos códigos criados, várias aulas práticas em laboratório foram aplicadas após a exposição dos conteúdos. Para cada assunto abordado em sala, eram elaboradas listas de exercícios, que deveriam ser resolvidas manualmente e posteriormente em laboratório, utilizando o Scilab juntamente com os códigos desenvolvidos. No final do semestre os estudantes responderam um formulário avaliativo sobre a experiência de utilização do Scilab na disciplina. O formulário foi respondido de forma anônima e subjetiva. Uma única questão deveria ser respondida: *Expresse sua avaliação sobre a utilização das rotinas em Scilab no ensino/aprendizagem de cálculo numérico.*

## 5. Resultados

As rotinas desenvolvidas detalham passo a passo todas as operações necessárias para o aprendizado de cada um dos métodos estudados. Cada passo é calculado simulando uma resolução manual. A saída de cada método visa auxiliar o estudante na resolução de exercícios, pois o mesmo pode conferir a cada passo o andamento da resolução. A Figura 1 apresenta o modelo de funcionamento das rotinas.



**Figura 1. Funcionamento genérico das rotinas**

Em síntese, os estudantes devem inicialmente fazer a identificação dos dados de entrada do problema. Posteriormente devem acompanhar as saídas intermediárias e finalmente verificar a saída. Cada grande problema apresenta saídas diferentes. Problemas de Sistemas lineares apresentam saída numérica com explicações em texto. A utilização das rotinas de zeros de funções devolvem resultados gráficos e numéricos. Já a aplicação de Interpolação devolve os somatórios e o desenvolvimento dos mesmos, através da utilização da linguagem de marcação  $\text{\LaTeX}$ .

A Tabela 1 ilustra as funções desenvolvidas que resolvem sistemas lineares. Os métodos diretos recebem como parâmetros a matriz de coeficientes  $A$  e o vetor de resulta-

dos  $b$  e retornam o vetor  $x$ . A decomposição LU retorna também as matrizes  $L$  e  $U$ . Já os métodos iterativos, além da matriz  $A$  e do vetor  $b$ , recebem o erro e o número máximo de interações permitidas. A Figura 2 mostra uma interação de um exemplo de resolução utilizando-se os métodos iterativos de Jacobi e Gauss-Seidel.

**Tabela 1. Rotinas didáticas para resolução de Sistemas Lineares**

Método	Sintaxe	Retorno
Eliminação de Gauss	gauss(A,b)	Vetor $x$
Decomposição LU	decomposicaoLU(A,b)	Vetor $x$ e matrizes $L$ e $U$
Método de Jacobi	jacobi(A,b,maximo,erro)	Vetor $x$
Método Gauss Seidel	gauss_seidel(A,b,maximo,erro)	Vetor $x$

A Tabela 2 lista os métodos de zeros de funções com suas respectivas sintaxes de utilização. Foram implementados os métodos da Bisseção, Newton-Raphson e Secante. O método de Newton-Raphson recebe  $x_0$  (estimativa inicial), a expressão da função como uma *String*, a expressão da derivada também como uma *String*, o erro permitido assim como o número máximo de interações para impedir que o programa fique em *loop* infinito, ou seja, são exibidas todas as interações do método e um gráfico da função que permite ao estudante visualizar a aproximação da raiz.

**Tabela 2. Rotinas didáticas para resolução de Zeros reais de funções reais**

Método	Sintaxe	Retorno
Método da bisseção	bissecao(a,b,expressao,erro,maximo)	Raiz aproximada $x_i$
Método de newton-raphson	newton_raphson(x0,expressao,derivada,erro,maximo)	Raiz aproximada $x_i$
Método da secante	secante(x0,x1,expressao,erro,maximo)	Raiz aproximada $x_i$

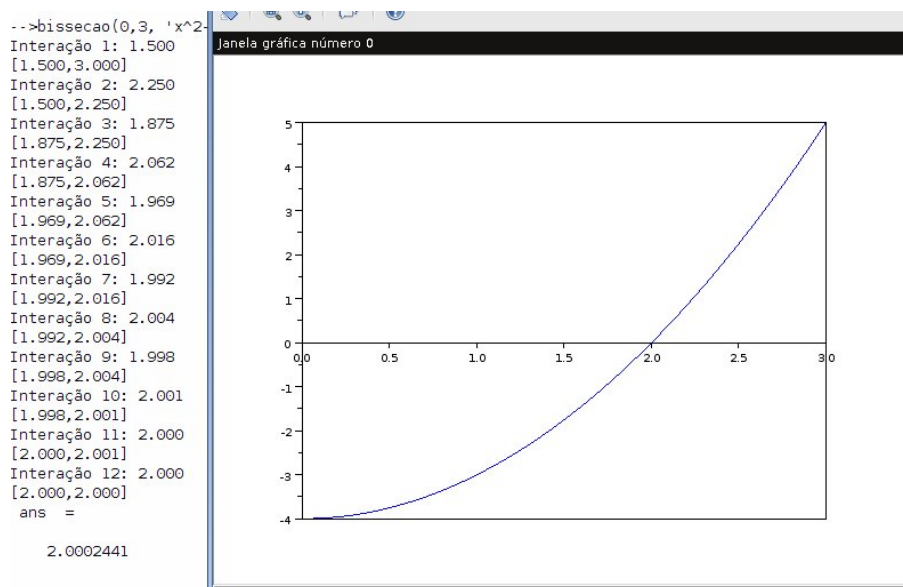
```

Iniciando Interação: (5)
-----
Soma = A(1,2){1.00}*x(2){0.04} + A(1,3){1.00}*x(3){0.05} = 0.10
x(1) = (b(1) - soma)/A(1,1)
      (0.07 - 0.10)/8.00 = -0.00
Soma = A(2,1){1.00}*x(1){-0.00} + A(2,3){3.00}*x(3){0.05} = 0.15
x(2) = (b(2) - soma)/A(2,2)
      (0.56 - 0.15)/9.00 = 0.05
Soma = A(3,1){2.00}*x(1){-0.00} + A(3,2){3.00}*x(2){0.04} + = 0.12
x(3) = (b(3) - soma)/A(3,3)
      (0.66 - 0.12)/10.00 = 0.05
Mostrando |x_5 - x_6|:
0.0009549
0.0014805
0.0016609
Verificando critério de parada:
max|x_5 - x_6| > (0.0010000000000000) ?
SIM! (0.00166) (confira |x_5 - x_6| acima) - Então faremos uma nova interação!

Iniciando Interação: (4)
-----
Soma = A(1,2){1.00}*x(2){0.05} + A(1,3){1.00}*x(3){0.05} = 0.10
x(1) = (b(1) - soma)/A(1,1)
      (0.07 - 0.10)/8.00 = -0.00
Soma = A(2,1){1.00}*x(1){-0.00} + A(2,3){3.00}*x(3){0.05} = 0.16
x(2) = (b(2) - soma)/A(2,2)
      (0.56 - 0.16)/9.00 = 0.04
Soma = A(3,1){2.00}*x(1){-0.00} + A(3,2){3.00}*x(2){0.04} + = 0.13
x(3) = (b(3) - soma)/A(3,3)
      (0.66 - 0.13)/10.00 = 0.05
Mostrando x da interação 4
- 0.0037796
0.0449012
0.0535213
Verificando critério de parada:
max|x_4 - x_5| > (0.0010000000000000) ?
NÃO, então para-se por aqui!!
  
```

**Figura 2. Método de Jacobi e Gauss-Seidel**

O método da Bisseção mostrado na Figura 3 recebe o intervalo  $[a, b]$ , a expressão da função como uma *String*, o erro permitido e o número máximo de interações que podem ser realizadas. Da mesma forma que a implementação do método de Newton-Raphson, um gráfico da função é exibido assim como todos os intervalos parciais das interações.



**Figura 3. Método da bisseção**

Já o método da Secante, recebe as estimativas iniciais  $x_0$  e  $x_1$ , a expressão da função como uma *String*, o erro e o número máximo de interações. Os valores de cada interação também podem ser acompanhados passo a passo.

A Tabela 3 mostra dois métodos para realização de interpolação. Ambos recebem os vetores  $x,y$  e o valor a ser interpolado  $x_i$ . O estudante visualiza o problema como um todo e o início de sua resolução.

**Tabela 3. Rotinas didáticas para Interpolação**

Método	Sintaxe	Retorno
Método de lagrange	lagrange(x,y,xi)	Valor interpolado
Método de newton	newton(x,y,xi)	Valor interpolado

As funções retornam os somatórios e o desenvolvimento dos mesmos em janela gráfica, assim como o resultado da interpolação. A Figura 4 mostra a janela gráfica da resolução de um problema de interpolação através do método de lagrange. Observe que são mostrados os dados iniciais de entrada, a fórmula geral do polinômio interpolador de Lagrange, seu desenvolvimento inicial e o valor do ponto interpolado.

O método das diferenças divididas de newton mostra na janela gráfica os dados iniciais de entrada, a tabela das diferenças divididas assim como o desenvolvimento do somatório explicado em sala de aula. No final o valor do ponto interpolado também é exposto, da mesma forma que o método de Lagrange.

O principal resultado da utilização dos códigos desenvolvidos com a turma de Cálculo Numérico refletiu-se sobre o desempenho final dos estudantes na disciplina. Apenas três de um total de vinte alunos necessitaram fazer avaliação final. Um único aluno não obteve aprovação. Os dezesseis estudantes que passaram por média demonstraram, após o término da disciplina, aprendizado satisfatório dos conteúdos estudados. Quanto à análise dos questionários aplicados com todos os estudantes da turma, 100% das respostas sinalizavam para a grande importância da iniciativa, ou seja, para a importância



Interpolação polinomial: Método de Lagrange

137 1949

$$P_n(x) = \sum_{i=1}^3 y_i \prod_{\substack{j=1, \\ j \neq i}}^3 \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

$$(1) \left( \frac{x - (3)}{1 - (3)} \right) \left( \frac{x - (7)}{1 - (7)} \right) + (9) \left( \frac{x - (1)}{3 - (1)} \right) \left( \frac{x - (7)}{3 - (7)} \right) + (49) \left( \frac{x - (1)}{7 - (1)} \right) \left( \frac{x - (3)}{7 - (3)} \right)$$

$$f(5) = 25$$

**Figura 4. Método de Lagrange**

de mesclar parte teórica com parte prática em laboratório. Percebeu-se que os alunos visualizaram também uma oportunidade para prática do auto-aprendizado mediado por computador, haja visto que um dos objetivos dos códigos era exatamente permitir que o aluno não perdesse o interesse após a primeira dificuldade encontrada fora da sala de aula.

## 6. Conclusões

Este trabalho apresentou códigos didáticos desenvolvidos em linguagem Scilab para apoio ao ensino presencial de cálculo numérico. Sabe-se que disciplinas relacionadas a matemática apresentam elevados índices de desistência e reprovação. O presente estudo justificou e mostrou a importância da aplicação de tecnologias computacionais no ensino de matemática entre outros assuntos. A utilização pelos alunos das rotinas desenvolvidas elevou o grau de interesse dos mesmos, melhorou o desempenho final e tornou o aprendizado menos "traumático". Em resumo, melhorou a qualidade de ensino/aprendizagem dos conteúdos de cálculo numérico.

A partir da experiência, percebeu-se também que o papel do professor de matemática não deve limitar-se apenas à exposição de conteúdos em sala de aula. Cada vez mais os docentes necessitam mesclar técnicas de ensino tradicionais com utilização de novas tecnologias da informação e comunicação, e se possível for, com desenvolvimento de aplicações específicas para as realidades de cada disciplina.

## Referências

- Burden, R. e Faires, J. (2008). *Análise Numérica*. Cengage Learning, 8a edição.
- Campbell, S. L., Chancelier, J.-P., Nikoukhah, R., Campbell, S. L., Chancelier, J.-P., e Nikoukhah, R. (2010). Introduction to scilab. In *Modeling and Simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4*, páginas 9–71. Springer New York. 10.1007/978-1-4419-5527-2\_2.
- Cano, J. e Ospina, M. (2008). Scilab as a tool to increase learning in courses of communication systems. In *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2008. CERMA'08*, páginas 201–205. IEEE.

- Chen, P., Dong, X., e Zhou, X. (2009). Design and implementation of the communication experiments based on open source software scilab/scicos. In *Open-source Software for Scientific Computation (OSSC), 2009 IEEE International Workshop on*, páginas 131–134. IEEE.
- Domingues, M. e Mendes Jr, O. (2003). Introdução ao a programas fisico-matematicos livres. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2).
- Gilat, A. e Subramaniam, V. (2000). *Métodos Numéricos para Engenheiros e cientistas*. Bookman, 1a edição.
- Gomez, C. (1999). *Engineering and scientific computing with Scilab*. Birkhauser.
- Magyar, Z. e Žáková, K. (2010). Using scilab for building of virtual lab. In *Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2010 9th International Conference on*, páginas 280–283. IEEE.
- Mora, A., Galan, J., Aguilera, G., Fernandez, A., Merida, E., e Rodriguez, P. (2010). Scilab and maxima environment: Towards free software in numerical analysis. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 17(2):6.
- Mrkaic, M. (2001). Review: Scilab as an econometric programming system. *Journal of Applied Econometrics*, 16(4):pp. 553–559.
- Notare, P. e Behar, M. R. (2009). Aprendizagem e comunicação matemática em ambientes virtuais: Uma experiência com o cálculo diferencial. In *XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Quadros, T. e Martins, J. (2005). A prática interdisciplinar em programas de educação a distância num cenário de novas tecnologias da informação e comunicação. In *XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Rocha, R., Murata, V., e Oliveira-Lopes, C. (2009). Implementação e avaliação de técnicas de identificação de sistemas não lineares usando o código livre scilab. In *VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*.
- Santos, R. (2004). *Álgebra Linear e Aplicações*. Reginaldo J. Santos.
- Serres, F. F. e Basso, M. (2009). Diários virtuais – uma ferramenta de comunicação social para a autoria e aprendizagem de matemática. In *XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Silva, E. e Cunha, J. (2006). Scilab, scicos e rlttool: Softwares livres no ensino de engenharia elétrica. In *Anais do Congresso Brasileiro de Automática*, páginas 1620–1625.
- Tona, P. (2006). Teaching process control with scilab and scicos. In *American Control Conference, 2006*, páginas 6–pp. IEEE.
- Wenjiang, L., Dong, N., e Fan, T. (2009). Application of scilab in teaching of engineering numerical computations. In *Open-source Software for Scientific Computation (OSSC), 2009 IEEE International Workshop on*, páginas 88–90. IEEE.
- Xia, F., Ma, L., e Peng, Z. (2008). Programming scilab in arm linux. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 33:10:1–10:5.