

UTILIZAÇÃO DE CÓDIGOS LIVRES E DIDÁTICOS EM LINGUAGEM SCILAB COMO APOIO AO ENSINO DE CÁLCULO NUMÉRICO EM CURSOS DE ENGENHARIA

Sérgio Ricardo Xavier da Silva – srxsilva@uneb.br
Universidade do Estado da Bahia (UNEB).
Departamento de Ciências Exatas e da Terra I (DCET I).
Rua Silveira Martins, 2555, Cabula.
41150-000 – Salvador – Bahia

Resumo: As mudanças no setor tecnológico provocam modificações constantes nas metodologias de ensino e nos projetos pedagógicos, a modernização das disciplinas é necessária para acompanhar o desenvolvimento tecnológico atual. As consequências dessas mudanças no setor acadêmico são maiores nas disciplinas diretamente relacionadas com a Computação, como é o caso de Cálculo Numérico, disciplina comum nos cursos de Engenharia. Este artigo apresenta uma avaliação da utilização de algoritmos no ambiente Scilab para resolução de listas de exercícios com o objetivo de tornar o aprendizado mais estimulante e eficiente dessa disciplina na Universidade do Estado da Bahia - UNEB, em particular para as turmas dos alunos do Curso de Engenharia de Produção Civil. As rotinas elaboradas geraram saídas intermediárias seguindo fielmente o método de resolução manual ministrado em sala de aula.

Palavras-chave: Cálculo numérico, Ensino na engenharia, Softwares de ensino.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Chapra e Canale (2016), os métodos numéricos são técnicas matemáticas utilizadas que podem ser utilizadas para a obtenção de soluções numéricas de diversos problemas, por exemplo, de Engenharia, quando por qualquer razão não podem ser obtidas por métodos analíticos. A solução analítica é uma resposta exata na forma de uma expressão matemática associada às variáveis do problema em questão. Já a solução numérica é um valor numérico aproximado para a solução do problema (BURDEN, FAIRES e BURDEN, 2016).

Segundo Filho (2016), atualmente, os métodos numéricos são utilizados em computadores, que possibilitam a execução de enorme número de operações lógicas e aritméticas repetitivos, em um curto intervalo de tempo, produzindo soluções cada vez mais precisas por conta da constante evolução da computação.

Manipulações abrangentes de matrizes e vetores, raízes de equações algébricas e transcendentais, interpolação, integração, equações diferenciais ordinárias e ajuste de curvas são alguns dos conteúdos presentes em programas de disciplinas de Cálculo Numérico e por este motivo, estudantes de Engenharia necessitam dominar vários métodos numéricos para solução de diversos tipos de problemas.

Observa-se que a aprendizagem destes conteúdos tem se mostrado deficiente e desestimulante para muitos estudantes quando não são utilizadas tecnologias computacionais no apoio ao ensino em sala de aula. Uma vez que as dificuldades de aprendizagem em

Matemática são vivenciadas por alunos desde a Educação Básica até a Educação Superior (NOTARE e BEHAR, 2009).

De acordo com Serres e Basso (2009), faz-se necessário auxiliar os estudantes na construção de estratégias de aprendizagem. No caso específico de Cálculo Numérico, o computador deve possuir um papel fundamental para auxiliar os estudantes no processo de aprendizagem do conteúdo. Segundo Quadros e Martins (2005), a utilização das novas tecnologias não é suficiente por si só, uma vez que as ferramentas podem ser utilizadas sem que sejam explorados seus diferenciais. Por exemplo, o Scilab e outros *softwares* numéricos podem não ter utilidade se o uso dos mesmos não for pedagogicamente planejado. É indispensável que o uso das novas tecnologias da informação e comunicação (TIC's) seja adaptado de acordo com os objetivos a serem alcançados.

Como ensinar Cálculo Numérico de forma eficiente com o auxílio do computador? Como aumentar o interesse dos alunos pelo conteúdo estudado? A partir destes questionamentos, surgiu a ideia de desenvolver códigos no Scilab direcionadas ao ensino de Cálculo Numérico.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é avaliar a utilização de códigos livres e didáticos desenvolvidos em linguagem Scilab no apoio à aprendizagem dos conteúdos de Cálculo Numérico.

O presente trabalho está organizado da seguinte maneira. A seção 2 traça uma breve descrição sobre os principais *softwares* livres para o ensino de Cálculo Numérico: MAXIMA, Octave e Scilab. A seção 3 apresenta a pesquisa realizada com o uso do Scilab nas aulas de Cálculo Numérico. A seção 4 apresenta os resultados da pesquisa. Por fim, a seção 5 conclui o artigo apresentando as considerações e perspectivas futuras.

2 SOFTWARES LIVRES PARA O ENSINO DE CÁLCULO NUMÉRICO

Os *softwares* proprietários tem se mostrado muito inacessíveis, especialmente para instituições públicas de ensino. As licenças geralmente são vendidas por computador, aumentando ainda mais os custos para utilização de softwares deste tipo. MATLAB, MAPLE e Wolfram Mathematica são exemplos destes *softwares*.

Os *softwares* livres constituem ferramentas que oferecem recursos tão poderosos e uteis quanto os concorrentes proprietários. Entre os principais softwares livres para o ensino de Cálculo Numérico podem-se citar o MAXIMA, Octave e Scilab.

2.1 GNU/MAXIMA

O GNU¹ MAXIMA é uma aplicação livre, que utiliza recursos de computação matemática simbólica. William F. Shelter desenvolveu este programa em LISP (*List Processing*) baseado na implementação original do Macsyma no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). O *software* MAXIMA pode ser utilizado para cálculos matemáticos, manipulação simbólica, computação numérica e construção de gráficos bi e tridimensionais (KADRY e AWAD, 2019).

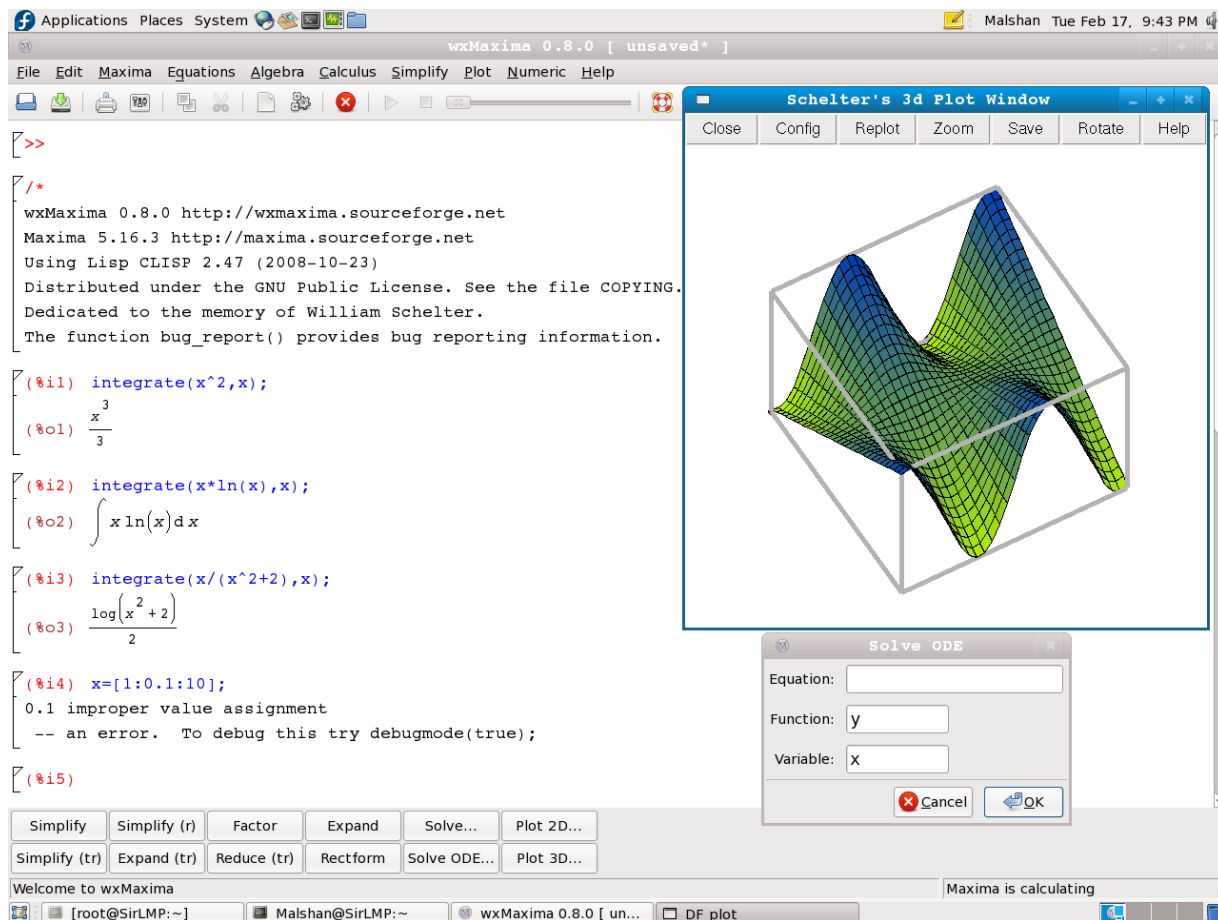
Para cálculos que usem ponto flutuante e matrizes em grande quantidade, o MAXIMA oferece a possibilidade de gerar código em outras linguagens de programação, como Fortran, que podem ser executados de modo mais eficiente. O MAXIMA produz resultados precisos

¹ Projeto iniciado em 1984 para desenvolvimento de um sistema operacional, estilo UNIX, baseado na filosofia de *software* livre. Foi concebido por Richard Stallman em 1983, como um sistema operacional que seria montado por pessoas que trabalhavam juntas pela liberdade de todos os usuários de *software* para controlar sua computação (MENDONÇA, 2009).

usando seu sistema especial de "floating" e pode trabalhar com funções e dados em duas ou três dimensões.

Em geral, todas as funções numéricas disponíveis no GNU/Octave e Scilab existem no GNU/MAXIMA. Por outro lado, o MAXIMA (Figura 1) 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, 2003).

Figura 1: GNU/MAXIMA.



Fonte: https://farm4.static.flickr.com/3494/3289719291_3e392125d5_o.png

2.2 GNU/Octave

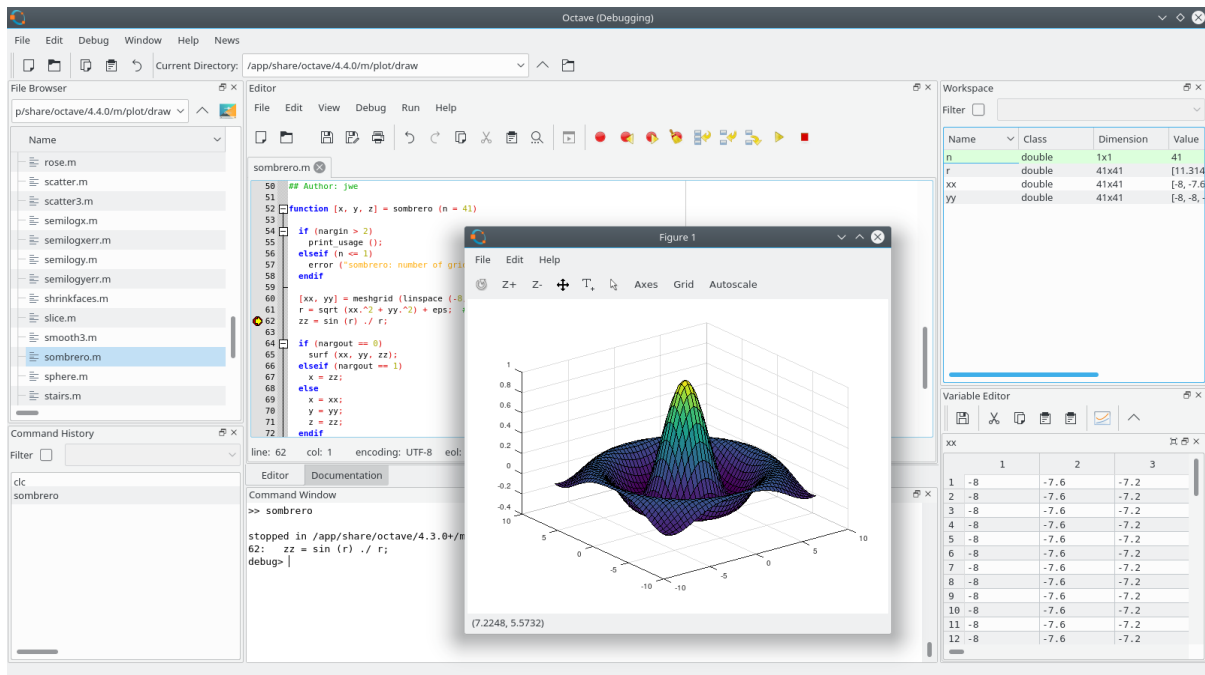
A alternativa livre chamada GNU Octave consiste em uma linguagem interpretada de alto nível direcionada principalmente para Computação Numérica (DOMINGUES e MENDES, 2003). Embora seja um *software* rico em recursos, o mesmo não é muito difundido na academia.

O Octave é uma linguagem de alto nível basicamente voltada para computação numérica, esse *software* apresenta uma interface por linha de comandos para solução numérica de problemas lineares e não lineares utilizando uma linguagem compatível com o MATLAB. O *software* pode ser utilizado também em modo script (textos de programação) e permite incorporar módulos escritos nas linguagens C++, C, Fortran dentre outras. Foi escrito por

John W. Eaton e muitos outros programadores, estando disponível na forma GPL² (EATON, BATEMAN, *et al.*, 2019).

O Octave (Figura 2) tem ferramentas amplas para soluções numéricas de problemas comuns de Álgebra Linear, para a determinação de raízes de equações não lineares, integração de equações diferenciais ordinárias e equações diferenciais algébricas.

Figura 2: GNU/Octave.



Fonte: <https://www.ubuntupit.com/gnu-octave-a-free-scientific-programming-language-for-ubuntu/>

2.3 Scilab

O Scilab (Figura 3) é um *software* para cálculo numérico desenvolvido desde 1990 por pesquisadores do INRIA³ e da ENPC⁴ na França e mantido pelo Scilab Consortium desde 2003 (CANALE e CHAPRA, 2016). O Scilab é distribuído livremente para diversos sistemas operacionais em versões 32 e 64 bits.

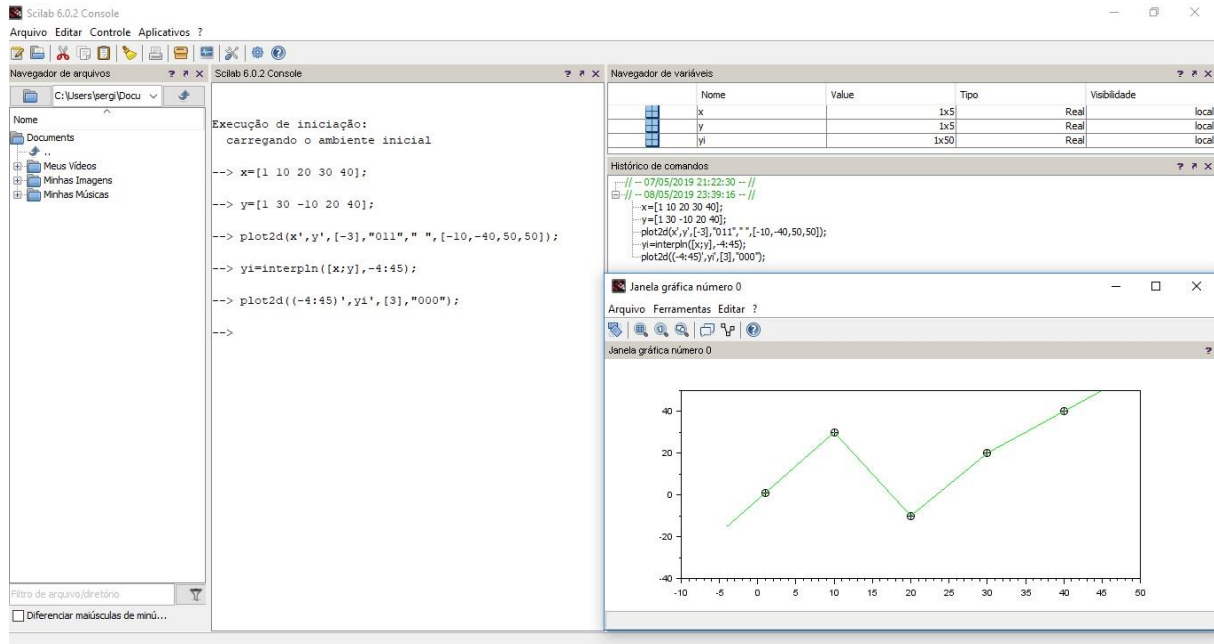
O Scilab inclui muitas bibliotecas (toolboxes) que englobam funções gráficas, integração numérica, álgebra linear, dentre outras. Existem, também, bibliotecas específicas para Engenharia, como: Controle, Robótica, Teoria de Grafos, Estatística, Processamento de Sinais etc. O Scilab possui uma linguagem de programação própria que permite a criação de programas numéricos, seu kernel consiste de uma linguagem de alto nível baseada em matrizes e um interpretador (PIRES e ROGERS, 2002).

² GNU *General Public License* (Licença Pública Geral GNU), GNU GPL ou simplesmente GPL, é a designação da licença para *software* livre idealizada por Richard Matthew Stallman em 1989, no âmbito do projeto GNU da *Free Software Foundation* (FSF) (MENDONÇA, 2009).

³ *Institut National de Recherche en Informatique et en Automatic.*

⁴ *École des Ponts ParisTech.*

Figura 3: Scilab.



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

3 SCILAB NAS AULAS DE CÁLCULO NUMÉRICO

A pesquisa teve como finalidade o desenvolvimento de algoritmos computacionais no Scilab, aplicado às aulas de Cálculo Numérico do curso de Engenharia de Produção Civil da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). A disciplina Cálculo Numérico tem como pré-requisitos: Cálculo I, Cálculo II e Computação Aplicada a Engenharia.

A pesquisa ocorreu em três etapas. A primeira etapa consistiu na apresentação do *software* Scilab aos alunos, esclarecendo as dúvidas pertinentes à utilização elementar do mesmo, evitando possíveis dificuldades na utilização do *software*, a versão escolhida do software foi a 6.0.2. Vale salientar que todas as aulas da disciplina são ministradas em um dos laboratórios de informática do Departamento.

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 Universidade; b) similar ao *software* proprietário Matlab; c) linguagem de programação de alto nível, bem documentada; d) funções numéricas que atendem ao conteúdo trabalhado na disciplina.

A segunda etapa do trabalho consistiu inicialmente na definição do conteúdo que seria abordado no desenvolvimento dos códigos. O conteúdo escolhido foi: Interpolação Polinomial.

A terceira etapa foi realizada após a definição do conteúdo, sendo modelados os algoritmos dos métodos: Diferenças divididas de Newton, Polinômios de Lagrange, Aproximação de funções reais por polinômios interpoladores, Interpolação linear segmentada, Interpolação cúbica segmentada - spline. A modelagem visou apresentar os métodos de forma

clara, objetiva e organizada, o que facilitou a posterior implementação utilizando a linguagem de programação do Scilab. Arquivos (.sce) foram criados, um para cada método, contendo as implementações dos métodos escolhidos.

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

Após o desenvolvimento e testes dos códigos criados, aulas práticas foram realizadas após a exposição dos conteúdos. Para cada assunto abordado em sala, foram elaboradas listas de exercícios, que deveriam ser resolvidas manualmente e posteriormente no computador, utilizando o Scilab juntamente com os códigos desenvolvidos.

No final do semestre os estudantes responderam uma pesquisa online. Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos a partir de duas entrevistas estruturadas, cujo objetivo foi levantar o máximo de informações dos alunos, tendo o objetivo de mensurar o grau de motivação quanto ao uso do Scilab em sala de aula. Foi utilizada a ferramenta de formulário eletrônico online do Google Drive.

Participaram da pesquisa, todos os 18 alunos matriculados 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 processo de ensino-aprendizagem de Cálculo Numérico.

4 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 do problema.

Em resumo, os estudantes devem inicialmente fazer a identificação dos dados de entrada do problema. Posteriormente devem acompanhar as saídas intermediárias e finalmente verificar a saída final.

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 dois de um total de dezoito alunos necessitaram fazer avaliação final. 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 de mesclar parte teórica com parte prática usando o Scilab. Percebeu-se que os alunos visualizaram também uma oportunidade para prática da autoaprendizagem mediada por computador, uma vez que um dos objetivos dos algoritmos era exatamente permitir que o aluno não perdesse o interesse após a primeira dificuldade encontrada fora da sala de aula.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de algoritmos didáticos em linguagem Scilab para apoio ao ensino presencial de Cálculo Numérico. Sabe-se que disciplinas relacionadas à Matemática apresentam elevados índices de desistência e reprovação. O presente estudo justificou e demonstrou a importância da aplicação de tecnologias computacionais no ensino

de Cálculo Numérico. O desenvolvimento das rotinas pelos alunos elevou o grau de interesse dos mesmos, melhorou o desempenho final e tornou o ambiente de aprendizagem mais lúdico e motivador. Em síntese, melhorou a qualidade de ensino/aprendizagem dos conteúdos de Cálculo Numérico.

A partir da experiência, percebe-se que o papel do professor de Cálculo Numérico não deve limitar-se apenas à exposição de conteúdos em sala de aula. Atualmente estão sendo realizados estudos na disciplina Cálculo Numérico do curso de Engenharia de Produção Civil da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), para que seja apresentada, em uma futura publicação, com o máximo de detalhes uma série de atividades experimentais que comprovem a aplicabilidade do *software* Scilab trabalhando os conteúdos: Integração e Equações Diferenciais Ordinárias (temas não contemplados nesta pesquisa).

REFERÊNCIAS

BURDEN, R. L.; FAIRES, D. J.; BURDEN, A. M. **Análise Numérica - Tradução da 10ª Edição Norte-Americana**. Cengage Learning, 2016.

CANALE, R. P.; CHAPRA, S. C. **Métodos Numéricos Para Engenharia**. 7ª. ed. Amgh Editora, 2016.

DOMINGUES, M.; MENDES, O. Introdução a programas físico-matemáticos livres. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. XXV, 2003.

EATON, J. W. et al. GNU Octave. **A high-level interactive language for numerical computations (Free Your Numbers)**, Fevereiro 2019. Disponível em: <<https://octave.org/octave.pdf>>. Acesso em: 30 Abril 2019.

FILHO, A. A. D. **Fundamentos de Cálculo Numérico**. Bookman, 2016.

KADRY, S.; AWAD, P. **Mathematics for Engineers and Science Labs Using Maxima**. 1ª. ed. Apple Academic Press, 2019.

MENDONÇA, T. A. **GNU LINUX - Aprenda a Operar o Sistema na Prática**. Editora Viena, 2009.

NOTARE, P.; BEHAR, M. R. Aprendizagem e comunicação matemática em ambientes virtuais: Uma experiência com o cálculo diferencial. **XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Florianópolis, 2009.

PIRES, P. S. M.; ROGERS, D. A. Free/open source software: an alternative for engineering students. **32nd Annual Frontiers in Education**, Boston, 2002.

QUADROS, T.; MARTINS, J. A prática interdisciplinar em programas de educação a distância num cenário de novas tecnologias da informação e comunicação. **XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2005.

SERRES, F. F.; BASSO, M. V. A. Diários virtuais – Uma ferramenta de comunicação social para a autoria e aprendizagem de Matemática. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, 2009.

USING OF FREE AND DIDACTIC CODES IN SCILAB LANGUAGE AS SUPPORT OF TEACHING NUMERICAL CALCULUS IN ENGINEERING COURSES

Abstract. *The changes in the technological sector cause constant changes in teaching methodologies and pedagogical projects; the modernization of the disciplines is necessary to accompany the current technological development. The consequences of these changes in the academic sector are higher in the disciplines directly related to Computer Science, as is the case of Numerical Calculus, traditional discipline in the Engineering courses. This paper presents an evaluation about the use of algorithms in the Scilab environment for the resolution of lists containing exercises with the objective of making the learning more stimulating and efficient of this discipline in the University of the State of Bahia - UNEB, in particular for the classes with the students in the Course of Civil Production Engineering. The elaborate routines generated intermediate outputs following the manual resolution method taught in the classroom.*

Keywords: *Numerical calculus, Engineering education, Educational software.*