

O USO DO SOFTWARE SCILAB COMO FERRAMENTA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE MÉTODOS NUMÉRICOS NOS CURSOS DE ENGENHARIAS

THE USE OF SCILAB SOFTWARE AS A TOOL FOR THE NUMBER METHODS TEACHING LEARNING PROCESS IN ENGINEERING COURSES

ÉRIKA JANINE MAIA-AFONSO^{1*}, LUCAS VINICIUS DIAS²

1. Professora Mestra em Educação para a Ciência e a Matemática (Universidade Estadual de Maringá), da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional (FEITEP). 2. Discente do curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional (FEITEP).

*Avenida Paranavaí, 1164, Parque Industrial Bandeirantes, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87070-130. prof.erika@feitep.edu.br

Recebido em 18/03/2020. Aceito para publicação em 22/04/2020

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar quais são as potencialidades do uso do *software* Scilab na disciplina de Métodos Numéricos para o cálculo de raízes de equações, a fim de contribuir para que essa disciplina se torne mais dinâmica e aplicável a situações práticas do cotidiano de um futuro engenheiro. Para tanto, foi elaborada e ministrada uma aula para 97 acadêmicos matriculados no quarto semestre dos cursos de Engenharias de uma IES selecionada. Para a coleta de dados, utilizamos um questionário informativo e uma lista de problemas. Os resultados mostraram que a maior dificuldade encontrada pelos acadêmicos para desenvolver as atividades propostas estava relacionada a digitação das equações no *software*, correspondendo a 54,31% do total de participantes, o que revela que eles não estão familiarizados a trabalhar com *softwares* matemáticos. Ao analisar os questionários, verificamos que 96,55% dos participantes afirmaram não conhecer a ferramenta e que quando comparado com a resolução manual, os acadêmicos destacaram que a ferramenta proporciona agilidade para determinar raízes de equações. Por fim, constatamos que durante todo o processo para a utilização do *software* na resolução das atividades os acadêmicos se mostraram animados com a proposta e participativos.

PALAVRAS-CHAVE: Raízes de equações, ferramenta computacional, ensino de matemática.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the potentialities of using Scilab software in the discipline of numerical methods for the calculation of equation roots, in order to contribute to make this discipline more dynamic and applicable to practical everyday situations of a future engineer. To therefore, a class was prepared and given to 97 students enrolled in the fourth semester of the Engineering courses of a selected IES. For data collection, we used an informative questionnaire and a list of problems. The results showed that the greatest

difficulty encountered by academics in developing the proposed activities was related to typing the equations in the software, corresponding to 54.31% of the total participants, which reveals that they are not familiar with working with mathematical software. Analyzing the questionnaires, we found that 96.55% of participants said they did not know the tool and that when compared to manual resolution, the academics highlighted that the tool provides agility to determine roots of equations. Finally, we found that throughout the process for using the software to solve activities, the students were excited about the proposal and participative.

KEYWORDS: Roots of equations, computational tool, mathematics teaching.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo da Educação Superior realizado pelo Ministério da Educação* em 2015, que traçou o perfil dos estudantes em relação a permanência, conclusão e desistência nos cursos superiores, foi possível identificar um acréscimo desordenado na taxa de desistência dos estudantes que ingressam nas faculdades, pois revelou que na trajetória dos acadêmicos no ano de 2014, 49% dos ingressantes abandonaram o curso que haviam iniciado. Mais especificamente, este índice de abandono também pode ser verificado nos cursos de Engenharia, em que, segundo Ikeda (2012)¹ estima-se que 40% dos estudantes que escolhem Engenharia não se formam pois desistem ao longo dos primeiros anos da graduação.

Ao buscar na literatura sobre a desistência de acadêmicos que frequentam cursos de Engenharia,

* Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/212-educacao-superior-1690610854/40111-altos-indices-de-evasao-na-graduacao-revelam-fragilidade-do-ensino-medio-avalia-ministro>>. Acesso em 20 ago. 2019.

encontramos o trabalho de Almeida & Godoy (2016)² que realizou uma investigação nos anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) entre os anos de 2000 a 2014 (período que, segundo os autores, representa a expansão do ensino superior no Brasil com investimentos políticos e econômicos na área), e evidenciou as causas e as possíveis soluções para a evasão dos acadêmicos dos cursos de Engenharia com base na análise de 119 artigos. Desta forma, dentre as causas que foram apontadas, os autores constataram que 55% das justificativas desta evasão está relacionada à categoria denominada como pedagógica, que se refere a expressões encontradas nos artigos pesquisados, tais como “Reprovações sucessivas nas disciplinas, principalmente, de Cálculo Diferencial e Integral” (34%) e “Deficiências na formação da educação básica dos estudantes.” (22%). Sobre as possíveis soluções para diminuir esta evasão. A categoria pedagógica também predominou, sendo que 82% das categorias elaboradas estavam associadas a expressões tais como “Melhoria das ferramentas computacionais no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas do Ciclo Básico” (11%), e “Programas de monitoria, tutoria e nivelamento para as disciplinas do Ciclo Básico” que correspondeu a 20,5%.

Nesta perspectiva, preocupados com o cenário atual da evasão nos cursos de Engenharias, concordamos com Canto *et al.* (2013)³ que ela consiste em uma área que está em constante evolução, e que requer a implantação e gestão de processos educativos que se adequem a esse cenário de transformação. Sendo assim, na busca por técnicas que possam ser utilizadas para resolverem situações e problemas que emergem do cotidiano do aluno, ou até mesmo da sala de aula, destacamos o uso das tecnologias no ensino como ferramentas que possam auxiliar o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Canto *et al.* (2013)³ tais tecnologias também chamadas de objetos de aprendizagem, são materiais pedagógicos que levam os estudantes a vivenciar melhor o processo de aprender, podendo “[...] observar, analisar, identificar, levantar e testar hipóteses, interpretar linguagens de múltiplos formatos e simular situações, dentre outros”. Além disso, os objetos digitais consistem em ferramentas que podem levar o acadêmico a utilizar seus diversos recursos como “[...] desenhos, textos, imagens, gráficos, simulações ou jogos, propondo aos estudantes relacionar determinado conteúdo ao seu significado ou aplicação”³. Assim, os objetos como vídeos, *internet*, simuladores, aplicativos, jogos eletrônicos, cursos *online*, *softwares* educacionais entre outros, são ferramentas atuais que proporcionam uma aprendizagem considerada motivadora e significativa.

Desta forma, neste artigo, que apresenta resultados de um projeto de iniciação científica, utilizamos o computador como um recurso tecnológico e mediador didático em sala de aula para introduzir o *software* educacional Scilab no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Métodos Numéricos que

consta na grade curricular do 4º semestre dos cursos de Engenharia da Instituição de Ensino Superior investigada. Ressaltamos que a escolha pela disciplina de Métodos Numéricos para implementação da proposta se deu com base na experiência de um dos autores deste trabalho, que como aluno de um curso de Engenharia Civil, pode perceber que quando a disciplina é desenvolvida apenas com o uso de uma calculadora, os cálculos exigidos geram pilhas de folhas para serem solucionados e muito tempo é destinado para este processo, o que pode se tornar cansativo e mecânico, causando desinteresse pela matéria. Assim, temos por objetivo neste trabalho, verificar quais são as potencialidades do uso do *software* Scilab na disciplina de Métodos Numéricos para o cálculo de raízes de equações, a fim de contribuir para que essa disciplina se torne mais dinâmica e aplicável a situações práticas do cotidiano de um futuro engenheiro.

A importância do uso de *softwares* no ensino da matemática

A matemática é uma disciplina, apontada por diversas pesquisas, como aquela em que os alunos apresentam grandes dificuldades para a sua aprendizagem^{4,5,6}. Para tentar diminuir esses índices, o professor pode buscar na tecnologia uma aliada que ajude a sanar as dúvidas frequentes relacionadas a essa matéria. Segundo Walle (2009)⁷ “o termo tecnologia no contexto de matemática escolar se refere principalmente às calculadoras de qualquer tipo e aos computadores, incluindo o acesso à *internet* e outros recursos disponíveis para uso com esses dispositivos”. Dentre esses recursos disponíveis é que se apresentam os *softwares* educacionais como uma ferramenta para a execução de dados.

Sobre os tipos de *softwares* existentes, estes podem ser encontrados como tutoriais, para ensino por tópicos; como exercício ou prática, quando trazem problemas para serem resolvidos, detectando seus possíveis erros; de demonstração, quando tem a finalidade de demonstrar conceitos; simulação, quando quer se modelar uma situação real, tendo desta forma, maior entendimento por parte de quem quer aprender; monitoramento, quando se quer acompanhar o desenvolvimento do aluno; e ainda como jogos, que tem a função de divertir e ensinar, com ambientes e regras que prendem a atenção dos alunos⁸.

Existem diversos aplicativos (*softwares* de ferramentas) que podem ser utilizados para o ensino de diferentes campos da matemática devido as suas inúmeras aplicações, como por exemplo: o *software* de geometria dinâmica que permite ao aluno manipular as formas na tela, medindo e arrastando os vértices das figuras geradas; as planilhas eletrônicas que permitem a entrada de dados para a criação de gráficos, bases estatísticas e de probabilidades, além da manipulação de linhas e colunas de dados numéricos (listas e matrizes) que poderão ser utilizados em fórmulas para outras determinações matemáticas; *Softwares* de plotagem que criam gráficos de diversas funções com

rapidez e facilidade, dentre tantos outros.⁷

Os *softwares* em geral com sua base de visualização conseguem trazer situações de caráter real para serem estudados em sala de aula, ou seja, situações contextualizadas, fornecendo recursos para a resolução de problemas matemáticos, pois “os programas de computadores acrescentam velocidade, cor, clareza visual e uma variedade de outras características interessantes para ajudar os estudantes a analisar funções”⁴. Além disso, o uso desses *softwares* pode estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico do aluno, consequentemente, da autonomia do indivíduo, a medida em que os envolvidos passam a levantar hipóteses, fazer interferências e tirar conclusões a partir dos resultados apresentados.⁹

O software Scilab aplicado na disciplina de métodos/cálculo numérico: o que apontam as pesquisas?

De acordo com o site Scilab^{**} o *software* foi desenvolvido na França na década de 90, por pesquisadores do INRIA (*Institut National de Recherche en Informatique et en Automatic*) e do ENPC (*École des Ponts ParisTech*). Ele consiste em um *software* que foi desenvolvido e disponibilizado pelo instituto como um *software* livre, sendo acessível a todos pela internet.

O Scilab é um *software* de alto rendimento com a capacidade de resolver problemas matemáticos, com linguagens de programação mais simples que as convencionais como FOLTRAN, PASCAL ou C¹⁰. O *software* livre pode ser utilizado para resolução de cálculos de certa complexidade, podendo ser manipulado com iterações ou realizada programação, pois apresenta uma variedade de funções, realiza cálculos de álgebra linear, plotagem de gráficos e em 2D e 3D, manipulação e confecção de vetores e matrizes entre outros.¹¹

Amaral *et al.* (2013)¹⁰, ainda discorrem que em sua pesquisa analisaram a funcionalidade do Scilab aplicado a disciplina de Cálculo numérico com o intuito de implementar técnicas numéricas já disponíveis, para desta forma modernizar a disciplina e motivar a aprendizagem dos alunos. Os mesmos realizaram minicursos periódicos na comunidade acadêmica do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, dos quais participaram alunos da Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Física, Engenharia Agrícola e Ambiental e Tecnólogo em Administração e Desenvolvimento de Sistemas, além da participação de professores da área de Matemática. Assim sendo, revelaram satisfação com a ferramenta, que ao ser inserida em uma matéria de integração matemática e computacional, auxilia na aprendizagem do acadêmico que apresenta dificuldade na mesma e pode utilizar a ferramenta como um recurso para melhoria no rendimento. Desta forma, o Scilab com seu ambiente

de programação, funções matemáticas e recursos gráficos, atendeu ao objetivo de modernizar e motivar a aprendizagem dos alunos que foi proposta pelos pesquisadores.

A fim de verificar o que tem sido produzido sobre o assunto, realizamos uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)^{***}, utilizando como palavra-chave ‘scilab AND engenharia’, encontramos 72 trabalhos e após a leitura do título/resumo/metodologia destes trabalhos, três dissertações se destacaram pela aplicação do *software* em sala de aula^{12,13,14}. A seguir, apresentamos uma síntese desses trabalhos.

A pesquisa de Andrade (2014)¹² buscou construir um ambiente de ensino aprendizagem onde os estudantes de Engenharia pudessem a partir da análise de modelos matemáticos, realizar a aplicação de conceitos de métodos numéricos como interpolação polinomial e ajuste de curvas, o mesmo aplicou atividades relacionadas aos conceitos citados a 56 acadêmicos do 4º período de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Formiga - MG. O autor vendo a necessidade de articulação e interação entre as disciplinas dos cursos de engenharia que lecionava e o Cálculo numérico, percebeu que nas aulas os acadêmicos assimilavam os conteúdos matemáticos como receitas práticas de resolução de problemas, não conseguindo assim fazer ligação entre a teoria e a prática, e suas respectivas aplicações, muitos também não apresentavam esforços para compreender o comportamento de amostras mesmo com interpretações gráficas. No início do ano de 2012, o pesquisador, em seu projeto de pesquisa, optou por trabalhar com modelos matemáticos aplicados a interpolação de dados discretos e ajustes de curvas como uma estratégia para ensino e aprendizagem de métodos numéricos, para tanto foi viável e ideal a utilização de *softwares* matemáticos, como Scilab, que promovessem maior acessibilidade, e otimizassem o processo de trabalho para assim obter uma maior tempo para análise do conteúdo e dos resultados, com o *software* foi possível uma análise gráfica dos modelos matemáticos utilizados, considerado desde o início como de vital importância para o pesquisador, sua importância foi constatada já na primeira atividade, quando a recorrência da mesma se tornou natural aos alunos.

Pereira (2016)¹³ com o intuito de desenvolver atividades voltadas aos conceitos de matrizes, propôs uma intervenção pedagógica utilizando-se do ambiente numérico do Scilab, para desta forma demonstrar o apoio que a ferramenta pode dar ao professor e ao aluno na construção destes conceitos. O autor aplicou a 26 alunos do terceiro ano da Escola Técnica Estadual Fernando Prestes, atividades voltadas aos conceitos e manipulações de matrizes e visualiza que a utilização de recursos tecnológicos permite uma interação entre o

^{**} Disponível em: < <https://www.scilab.org/about/company/history>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

^{***} Disponível em: < <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>>.

acadêmico e as disciplinas a que é submetido, uma vez que se torna um atrativo diferencial para a mesma, para a pesquisadora é essencial ao professor ter o domínio e saber escolher qual recurso tecnológico utilizar a fim de atender os objetivos propostos, e assim ocorrer uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. O professor deve aprender e conhecer os novos procedimentos metodológicos, podendo assim enriquecer suas aulas. Para a pesquisa a escolha nesse trabalho foi o estudo do conceito de matriz e a escolha do *software* Scilab se deu pelo fato de o mesmo ter uma utilidade relevante para o trabalho com matrizes, além de certa facilidade para a compreensão de seus comandos. Foi criado um algoritmo dentro do ambiente virtual do *software* e realizada diversas simulações. Durante a aplicação das atividades propostas, os alunos apresentaram empenho e entusiasmo para a busca da solução dos problemas, e interação durante o aparecimento de problemas e erros. Os resultados obtidos foram bem satisfatórios em relação a assimilação dos conceitos, do desenvolvimento do aluno e a reação dos mesmo com o contato com a ferramenta. Um fato constatado pela pesquisadora é o de os alunos utilizarem diferentes tipos de tecnologias no seu dia a dia, o que pode incentivar os professores a planejar aulas alternativas e diferenciadas que os utilize.

Arias (2017)¹⁴, em sua pesquisa buscou melhorar o desempenho acadêmico na disciplina de vibrações mecânicas, com a utilização de simulações computacionais no Scilab e Matlab, a experiência foi realizada com a participação de 22 acadêmicos na fase experimental e 29 na fase de controle, todos da turma de Engenharia Mecânica da Universidade do Vale do Itajaí. Com a utilização de ambientes computacionais, é possível através de um tópico de conteúdo específicos realizar simulações que ampliem o estudo e a análise de problemas em sala de aula. Percebe-se que os alunos possuem dificuldades de aprendizado, desmotivação e desistência na disciplina de Sistemas Dinâmicos, que de certo modo, acarreta a dificuldade de compreensão nos conceitos relacionados as vibrações mecânicas, para tanto apoiado nos *softwares* Scilab e Matlab, foram estabelecidas simulações aplicadas em aula, para incentivar os alunos e facilitar a aprendizagem dos conceitos de vibrações mecânicas. A utilização da simulação computacional, apoiada nas ferramentas, produziu uma melhora significativa no desempenho acadêmico dos alunos expostos a este método, nos procedimentos efetuados na disciplina de Sistemas Dinâmicos. Tal abordagem no tratamento e resolução de problemas, desenvolve com base na tecnologia, várias disciplinas do ramo científico.

Após a busca realizada no banco de dados da CAPES verificamos que são poucos os trabalhos que estão relacionados a aplicação do *software* Scilab como uma ferramenta auxiliadora para o ensino da disciplina de métodos numéricos, mesmo apesar das suas potencialidades que foram destacadas nos trabalhos citados acima. Dessa forma, é preciso que, pesquisas

que realizem implementações em sala de aula sejam realizadas para ter desta forma uma visão mais elaborada de como o *software* pode otimizar a disciplina de forma prática.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho propõe uma pesquisa de natureza qualitativa pois “[...] o pesquisador vai a campo buscando ‘captar’ o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes”¹⁵, uma vez que o objetivo deste trabalho não é somente quantificar ou ainda descrever os dados obtidos, mas sim interpretá-los. Além disso, no que se refere aos seus objetivos, é classificada como uma pesquisa exploratória, que traz uma proximidade com o problema, podendo assim esclarecê-lo ou construir hipóteses acerca do mesmo¹⁶. Por fim, quanto aos seus procedimentos técnicos, é classificada como um estudo de campo, que consiste em uma modalidade de pesquisa que “[...] caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa”¹⁷.

Para a elaboração da proposta desta pesquisa, primeiramente realizamos uma revisão bibliográfica sobre o assunto, recurso que serve “[...] para delinear melhor o problema de pesquisa, permitindo, também, que o pesquisador se aproprie de conhecimentos para a compreensão mais aprofundada do assunto e do tema”¹⁸. Dessa forma, inicialmente, fizemos um levantamento sobre os trabalhos publicados nos anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE****) de 1998 até 2017, a fim de verificar como os pesquisadores tem utilizado os *softwares* no processo de ensino-aprendizagem da matemática nos cursos de engenharia, e com base nos resultados obtidos, elaboramos um artigo científico, intitulado ‘O uso de *softwares* no ensino-aprendizagem da matemática: análise dos trabalhos publicados nos anais do COBENGE de 1998 A 2017’,***** que foi publicado e apresentado no Congresso de 2018 em Salvador.

Além disso, realizamos uma busca no Catalogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utilizando como as palavras ‘*software* AND calculo numérico’ e posteriormente ‘scilab AND engenharia’. Em ambos os casos, selecionamos trabalhos que evidenciavam o uso desses *softwares* aplicados em sala de aula nos cursos de Engenharia.

Em seguida, a fim de desenvolver (em parceria com o professor da disciplina de métodos numéricos) materiais que envolvam o uso de um *software* educacional Scilab, como uma ferramenta motivadora

****Considerado pela ABENGE como o mais importante fórum de discussão sobre a formação e o exercício profissional em Engenharia no Brasil.

*****Disponível em:< http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php>. Acesso em 29 out. 2019.

para o processo de ensino-aprendizagem, analisamos a ementa e o conteúdo programático da disciplina de Métodos Numéricos da IES participante e, por conveniência, selecionamos para esta pesquisa os conteúdos que envolvem o cálculo de raízes de uma equação, mais especificamente os conteúdos de: Métodos do Meio Intervalo ou Método da Bissecção (MMI), Método da Secante (MSC), e Método de Newton-Raphson (MNR). Sendo assim, desenvolvemos os algoritmos (Anexo 1) para a execução destes métodos no *software* Scilab, que foram testados por meio da solução de problemas propostos em livros didáticos.

Desta forma, após elaboração dos algoritmos, aplicamos uma aula para as quatro turmas que haviam na IES cursando no período 2/2019 a disciplina de Métodos Numéricos. Participaram da pesquisa 97 acadêmicos do período matutino e noturno, dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Química e Engenharia da Computação. Destacamos que estes alunos participantes da pesquisa já haviam aprendido a aplicar esses métodos em sala de aula apenas com o auxílio da calculadora a partir das aulas ministradas pela professora regente da disciplina.

A aula de cada turma com a utilização do Scilab para o cálculo de raízes de equações ocorreu no laboratório de informática da IES durante um período de 2 horas aulas e para a sua realização, elaboramos uma lista composta por quatro situações-problemas (Anexo 2) que deveriam ser solucionadas pelos alunos após explanação do conteúdo. Além disso, elaboramos uma apostila que foi entregue aos participantes, composta por exemplos específicos dos Métodos Numéricos aplicados em ambiente computacional, bem com as funções utilizadas, as programações, os algoritmos desenvolvidos e os comandos que devem ser aplicados no Scilab.

Por fim, elaboramos e aplicamos um questionário informativo com perguntas abertas sobre as impressões dos acadêmicos quanto ao uso do *software*, que constam no Quadro 1, a fim de verificar quais são as potencialidades do uso do Scilab para a resolução das situações propostas.

Quadro 1. Questionário informativo entregue aos alunos.

1. Você já conhecia o *software* Scilab? O que achou da sua interface?
2. Quais as vantagens do uso do *software* Scilab para determinar as raízes numéricas de uma equação? E as desvantagens?
3. Qual dos métodos estudados torna-se mais vantajoso para determinar raízes de equações? Explique.
4. Em relação ao tempo de execução para cada método no Scilab, faça suas considerações.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Após a realização das atividades, os acadêmicos enviaram toda a execução do console que continham a solução das situações propostas via portal acadêmico, para análise dos resultados obtidos, e nos entregaram o

questionário respondido ao final da aula.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos participantes da pesquisa

Para a identificação dos acadêmicos de acordo com os dados coletados, os classificamos de acordo com o curso que estão matriculados, (CIV (Engenharia Civil), COMP (Engenharia da Computação), ELET (Engenharia Elétrica), MEC (Engenharia Mecânica) ou QUIM (Engenharia Química)), seguido de um número em sequência aleatória, e seu respectivo turno M (Matutino) ou N (Noturno). Participaram da pesquisa 97 acadêmicos, que foram distribuídos por cursos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Acadêmicos participantes da pesquisa distribuídos por curso e por turno.

Curso	M	N	T	%
Civil	15	19	34	35,05%
Computação	8	3	11	11,34%
Elétrica	8	9	17	17,53%
Mecânica	5	12	17	17,53%
Química	7	11	18	18,56%

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

É possível observar que o curso de Engenharia Civil correspondeu ao maior número de participantes (35,05%), seguido da Engenharia Química com 18,56%. Destacamos que do total de participantes, 79 eram do gênero masculino (81,44%) e 18 do gênero feminino (18,56%), o que revela uma predominância de acadêmicos do gênero masculino nos cursos de Engenharia. Esta predominância também foi constatada no trabalho de Dias & Maia (2019)¹⁹ que ao realizar a aplicação de um questionário informativo para 87 acadêmicos matriculados no quinto semestre dos cursos de Engenharia Civil, Elétrica, Química e da Computação de uma IES, verificaram uma predominância do sexo masculinos nesses cursos.

Das dificuldades dos alunos na resolução das situações-problemas

A partir das respostas apresentadas pelos acadêmicos nas soluções entregues via portal do aluno, foi possível analisar quais foram as principais dificuldades que eles apresentaram para desenvolver o processo de solução de cada uma das situações propostas. Dessa forma, construímos o Quadro 2 em termos das principais dificuldades que foram categorizadas em três grupos, a saber: Digitação, Interpretação do problema e desenvolver o método numérico no computador. Além disso, destacamos que do total de participantes, apenas 4 (4,12%) não apresentaram dificuldades e solucionaram todas as questões corretamente.

Quadro 2. Descrição das dificuldades encontradas pelos acadêmicos na resolução dos problemas.

Dificuldades	Descrição
a) Digitação da equação	Erros de digitação (utilização de vírgula ao invés de ponto para separar casas decimais, uso incorreto (a mais ou a menos) de parênteses para separação dos componentes da equação, e digitação incorreta de números e variáveis).
b) Interpretação do problema	Atribuir o valor de uma constante a uma variável; selecionar o intervalo inicial incorretamente; igualar a função a zero para poder determinar a sua raiz.
c) Desenvolver o método numérico no computador	Compreender o funcionamento do algoritmo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Na tabela 2, apresentamos as dificuldades dos acadêmicos que foram descritas no Quadro 2 de acordo com cada um dos 4 problemas que foram solucionados por eles.

Tabela 2. Dificuldades apresentadas por problemas.

Problema	Dificuldades					
	a	%	b	%	c	%
1	23	23,71	0	0,00	16	16,49
2	36	37,11	3	3,09	21	21,65
3	28	28,87	59	60,82	4	4,12
4	58	59,79	18	18,56	1	1,03

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Como os acadêmicos apresentaram mais de uma dificuldade durante a solução das situações-problemas, as categorias elencadas apresentaram intersecção de grupos.

Na categoria “Digitação da equação”, o problema 4 foi o que apresentou o maior índice de dificuldades, correspondendo a 59,79%. Essas dificuldades estavam relacionadas a erros de digitação de parêntesis na equação, ou ainda, a atribuição de valores incorretos na equação como pode ser observado na Figura 1.

Na figura 1, por exemplo, o acadêmico CIV12M ao solucionar o problema 4 deveria ter atribuído o valor 2200 na equação, porém colocou o valor de 220, o que fez com que o algoritmo não encontrasse raízes reais para a função.

```

-3->aproximar_raizes
f(x) = 220*log(160000/(160000-2680*x))-(9.8*x)-1000
Limitante inferior: 0
Limitante superior: 200
Casas decimais corretas (0-16): 0
Não há raízes reais para a função neste intervalo.

```

Figura 1. Atribuído valor de 220 em vez de 2200. Fonte: Resposta apresentada pelo sujeito CIV12M (2019).

Já na Figura 2, o acadêmico MEC5N atribuiu a vírgula para representar o número 0,075, ao invés de utilizar o ponto que é o símbolo atribuído no *software* para marcar a casa decimal, no problema 3, que também corresponde a categoria digitação da equação.

```

-->aproximar_raizes
f(x) = (70*exp(-1.5*x))+(2.5*exp(-0,075*x))
Limitante inferior: 0
Limitante superior: 100
Casas decimais corretas (0-16): 0
!-error 42
Argumento de entrada incompatível.
at line 2 of function f called by :
at line 46 of function aproximar_raizes called by :
aproximar_raizes

```

Figura 2. Uso da vírgula para separar casa decimal. Fonte: Resposta apresentada pelo sujeito MEC5N (2019).

Se tratando de *softwares* e linguagem de programação, a escrita e a digitação devem acontecer de forma a seguir os parâmetros de leitura do programa e do algoritmo utilizado, desta forma ao se manusear ferramentas deste tipo deve-se estar atento a digitação incorreta que acarreta erros a todo o funcionamento da programação. Assim como foi apontado em nossa pesquisa, o trabalho de Rocha (2010)²⁰ também evidenciou que ao utilizar o *software* Geogebra para visualização gráfica dos conceitos de limites, derivadas e integrais, os participantes de sua pesquisa apresentaram erros ocasionados pela digitação incorreta de equações, gerando assim gráficos que não correspondiam a função que havia sido solicitada.

Na categoria “Interpretação do problema”, o maior número de dificuldades estava concentrado no problema 3 (60,82%), como pode ser observado na Figura 3, em que o acadêmico QUIM8M ao solucionar a equação do problema 4 deveria ter atribuído o valor da velocidade a 1000, desta forma igualando a equação a zero para descobrir as raízes da mesma, a velocidade iria para o outro lado da equação com valor negativo.

```

-->aproximar_raizes
f(x) = 2200 * log(1.6*10^5/(1.6*10^5 - 2680*x)) - 9.8*x -1000
Limitante inferior: 0
Limitante superior: 1000
Casas decimais corretas (0-16): 0
Não há raízes reais para a função neste intervalo.

```

Figura 3. Erro de interpretação do exercício que não atribuiu -1000 a equação. Fonte: Resposta apresentada pelo sujeito QUIM8M (2019).

Ainda sobre a categoria Interpretação do problema, no que diz respeito ao item selecionar o intervalo inicial incorretamente, na figura 4 é possível ver o erro de associação dos valores possíveis que o acadêmico poderia utilizar no problema 2, pois o enunciado solicitava a quantidade mínima de material a ser utilizada para construir o recipiente, ou seja, deve ser considerado um positivo. Assim sendo, ao utilizar o intervalo negativo o acadêmico COMP3N, chega a um resultado incoerente com o que foi solicitado pela

situação problema.

```
-->mssc
f(x) = 4*(%pi)*(x^4) + (%pi)*(x^3) - 2000*(x) - (500/(%pi))
x(0): -1
x(1): 0
Casas decimais corretas (0-16): 8

n      x_n      x_n-1      f(x_n)      f(x_n-1)x_n+1
1      -1.000000  0.000000  1850.269835  -159.154943  -0.079204
2      0.000000  -0.079204  -159.154943  -0.747549  -0.079578
3      -0.079204  -0.079578  -0.747549  -0.000008  -0.079578
4      -0.079578  -0.079578  -0.000008  -0.000000

x converge para -0.07957801
```

Figura 4. Atribui um intervalo negativo para determinar a quantidade mínima de material a ser utilizada para construir o recipiente no problema 2. **Fonte:** Resposta apresentada pelo sujeito COMP3N (2019).

O problema de interpretação por parte dos acadêmicos também foi apontado na pesquisa de Rosa & Maia (2019)²¹, em que os alunos ingressantes nos cursos de Engenharia de uma IES solucionaram uma prova escrita, como um teste diagnóstico, afim de detectar as possíveis dificuldades dos acadêmicos na resolução dos oito problemas propostos de natureza geométrica, algébrica e trigonométrica. Como resultados, as autoras apontaram que a maior dificuldade apresentada pelos acadêmicos investigados estava relacionada a compreensão e interpretação destes (79,07%).

Por fim, a categoria “Desenvolver o método numérico no computador” apareceu com maior frequência no problema 2 (21,65%) como mostra a Figura 5, em que o acadêmico MEC10N não seguiu os procedimentos para utilizar de forma correta o método no *software*, pois o mesmo deveria digitar o código aproxima_raizes para executar o algoritmo que localiza as raízes na equação do problema 2, seguido dos intervalos desejados, e o número de casas decimais, que no caso deveria ser atribuído zero, encontrando assim raízes inteiras, e posteriormente dentro dos métodos aumentar o número de casas decimais. Porém como pode ser observado o acadêmico não localizou as raízes antes de jogar no método, encontrando somente um valor inteiro sem a precisão necessária.

```
-->mimi
f(x) = (4*pi*x^4)+(pi*x^3)-(2000*x)-(500/pi)
Limitante inferior: 0
Limitante superior: 100
Casas decimais corretas (0-16): 0
k      a_k      b_k      m_k
f(a)*f(m)
0      0.000000  100.000000  50.000000 -12546559175.394899
1      0.000000  50.000000  25.000000 -781079422.549495
2      0.000000  25.000000  12.500000 -45800483.626792
3      0.000000  12.500000  6.250000 -1159061.040441
4      0.000000  6.250000  3.125000 814055.037891
5      3.125000  6.250000  4.687500 16078900.935187
6      4.687500  6.250000  5.468750 -2065514.927412
7      4.687500  5.468750  5.078125 4864758.977754

x converge para 5
O valor de f(m_7) é -1547.5283201228326000
```

Figura 5. Procedimento de procura de raízes direto no MMI. **Fonte:** Resposta apresentada pelo sujeito MEC10N (2019).

Análise do questionário

Do total de participantes (n=97), dez não entregaram o questionário ao final da aula, dessa forma para essa análise passamos a trabalhar com um total n=87.

A primeira pergunta buscava identificar se o acadêmico já conhecia ou teve contato com o *software* antes da aula ministrada. Das respostas obtidas, 84 (96,55%) acadêmicos afirmaram não conhecer/não utilizar o *software* e somente 3 (3,45%) afirmaram conhece-lo.

Dentre os acadêmicos que afirmaram não conhecer o Scilab, com base na categorização da opinião dos acadêmicos sobre a interface, foi possível confeccionar o Gráfico representado na Figura 6.

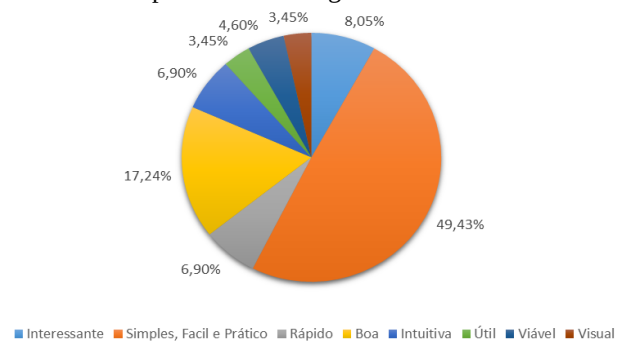


Figura 6. Opinião dos acadêmicos a respeito da interface do programa. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

A opinião que predominou é que o *software* apresenta uma interface simples, fácil e prática com 49,43%, seguindo de Boa (17,24%) e interessante (8,05%). Tais atributos também aparecem na pesquisa de Arias¹⁴ que ao trabalhar com simulações no Scilab/Matlab evidenciou que os acadêmicos participantes de sua pesquisa afirmaram estar satisfeitos com o uso de ferramentas computacionais.

A segunda pergunta do questionário buscava refletir a opinião dos acadêmicos quanto as vantagens e desvantagens encontradas ao manusear a ferramenta. Para tanto foi possível categorizar as respostas apresentadas por eles nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Vantagens apresentadas do uso do software

Justificativas	Quantidade	%
Rápido e fácil	51	58,62
Permite a busca por uma quantidade maior de intervalos iniciais que contenham a raiz de uma função	15	17,24
Fácil visualização	6	6,90
Facilidade para trabalhar com precisões maiores	10	11,49
Auxilia na conferência das situações propostas em listas que foram resolvidas manualmente	5	5,75
Total	87	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Dentre as vantagens apresentadas, observamos na Tabela 3 que predominou a categoria “Rápido e fácil” com 58,62%, precedida de “Permite a busca por uma quantidade maior de intervalos iniciais que contenham a raiz de uma função” (17,24%). A resposta fornecida pelo acadêmico ELET3M exemplifica os itens agrupados nessa categoria: “*Proporciona encontrar as raízes em um maior intervalo*”.

Quando questionados sobre as desvantagens do uso do software, 48 (55,17%) acadêmicos responderam que não há desvantagens. Na tabela 4, categorizamos as respostas dos 39 acadêmicos que elencaram desvantagens (44,83%).

Tabela 4. Desvantagens apresentadas do uso do software pelos acadêmicos

Justificativas	Quantidade	%
Ao errar a digitação é preciso abortar a execução e recomençar	19	48,72
Entender o básico de linguagem de programação/algoritmos	10	25,64
Poderia ocasionar comodismo ou má influência	5	12,82
Outros	5	12,82
Total	39	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Dentre as desvantagens apresentadas a que predominou foi “Ao errar deve abortar a execução e recomençar” com 48,72%, que pode ser exemplificada pela resposta do acadêmico CIV13M “*Quando se digita algo errado no meio do processo do exercício, deve-se reescrever tudo de novo*”. Em seguida a desvantagem precedida foi “Entender o básico de linguagem de programação/algoritmos” (25,64%). Na categoria “Outros” (12,82%), adentraram respostas como “*utilizar o software durante provas*” e “*utilizar notebook*”. As desvantagens apresentadas estão relacionadas com uma certa defasagem vinda de disciplinas de tronco comum para as Engenharias como algoritmos e linguagem de programação, que são pré-requisitos básicos para programação, de tal forma que sugere que deve ser investigado como os acadêmicos das Engenharias relacionam a programação, com as outras disciplinas que fazem parte de sua grade curricular.

Ao serem questionados em relação ao tempo destinado para a realização do cálculo de uma raiz de uma equação, 95,40% das respostas dos acadêmicos, elencaram que em comparação ao realizar o processo de forma manual, a ferramenta torna o processo mais rápido, poupando tempo na execução de problemas, sendo caracterizado com uma ferramenta de ensino adequada, como pode ser visto na resposta do sujeito QUIM7M na Figura 7.

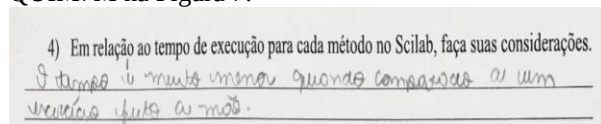


Figura 7. Resposta dada a questão 4. **Fonte:** Resposta apresentada pelo sujeito QUIM7M (2019).

4. CONCLUSÃO

Historicamente, as disciplinas que envolvem a matemática nos semestres iniciais dos cursos de Engenharias têm apresentando altos índices de desistências que por vezes, estão relacionadas às dificuldades que os alunos possuem. Pensando nisso, desenvolver uma sequência de aulas que utilizem ferramentas computacionais como auxiliaadoras do processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para diminuir estas dificuldades e tornar a disciplina mais motivadora para o acadêmico. Sendo assim, este trabalho buscou verificar quais são as potencialidades do uso do software de acesso livre Scilab na disciplina de Métodos Numéricos para o cálculo de raízes de equações, a fim de contribuir para que essa disciplina se torne mais dinâmica e aplicável a situações práticas do cotidiano de um futuro engenheiro.

Com base na análise dos dados, constatamos que a maior dificuldade encontrada pelos acadêmicos para desenvolver as atividades propostas estava relacionada a digitação das equações no software, correspondendo a 54,31% do total de participantes. Este fato indica que mesmo já estando matriculados no quarto semestre de cursos de Engenharias, os acadêmicos participantes dessa pesquisa não estavam familiarizados a trabalhar com softwares matemáticos, pois apresentaram dificuldades para digitar funções que exigiam comandos simples tais como raiz quadrada ($\sqrt{x}$) e exponencial ($\exp$).

Na análise dos questionários aplicados aos acadêmicos ao final da aula, acerca das impressões que os mesmos tiveram em relação ao uso do software, verificamos que 96,55% afirmaram não conhecer a ferramenta. Das vantagens apresentadas para seu uso, 58,62% elencaram que ele é um software rápido e fácil de operar, e apontaram que a ferramenta proporciona agilidade para determinar raízes de equações quando comparadas com a resolução dos mesmo de forma manual, o que acaba poupando tempo na execução de problemas e tornando a disciplina mais dinâmica.

Por fim, constatamos que durante todo o processo para a utilização do software na resolução das atividades os acadêmicos se mostraram animados com a proposta e participativos. Além disso, com a explanação dos algoritmos que foram desenvolvidos neste trabalho, acreditamos que possibilitamos uma ferramenta a mais para auxiliar os acadêmicos em seu processo de aprendizagem, e também contribuir para que os professores possam visualizar e incorporar o uso dessa ferramenta em suas disciplinas.

REFERÊNCIAS

- [1] Ikeda P. A Falta Que Bons Engenheiros Fazem. Revista Exame. Editora Abril. Setembro, 2012. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-falta-que-eles-fazem/>>. Acesso em 11/08/2019.
- [2] Almeida E, Godoy EV. A Evasão Nos Cursos De Engenharia: Uma Análise A Partir Do COBENGE. In: XLIV Congresso Brasileiro de Educação em

- Engenharia, 2016, UFRN, Natal – RN. Anais. 2016.
- [3] Canto A, Sauer LZ, Bezerra Junior AG, Lieban DE, Amaral EMH, Leite EDS, *et al.* Objetos de Aprendizagem na Educação em Engenharia. P.311-358. In Freire Junior JC, Tonini AM, Colombo CR, Loder LL, Campos LC, Canto A. Desafio da Educação em Engenharia – Formação em Engenharia, Internacionalização, Experiências Metodológicas e Proposições. Brasília: ABENGE 2013.
- [4] Teixeira LRM. Dificuldades e erros na Aprendizagem da Matemática. Encontro Paulista de Educação Matemática, v. 7, p. 1-14, 2004.
- [5] Corso L, Dorneles B. Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na matemática. 2010.
- [6] Santos JA, França KV, Santos LD. Dificuldades na aprendizagem de matemática. *Monografia de Graduação em Matemática. São Paulo: UNASP.* 2007.
- [7] Walle JAV. Matemática no Ensino Fundamental. Artmed, cap. 8, p.130-43, 2009.
- [8] Jucá SCS. A relevância dos *softwares* educativos na educação profissional. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 8, p. 22-28, 2006.
- [9] Borges Neto H. Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola. Educação em Debate, Fortaleza, v. 21, nº 37, p. 135-138. 1999.
- [10] Amaral TR., Leite NMG, Silva AO. O Ensino de Cálculo Numérico utilizando o Scilab. In: VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 2013, Canoas. Anais. 2013.
- [11] Leite M. SciLab: Uma abordagem Prática e Didática. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2015.
- [12] Andrade JLG. Modelos numéricos de interpolação e ajuste de curvas como método de cálculo, aproximação e caracterização de tendências de dados experimentais. Mestrado Profissional em ENSINO Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte Biblioteca Depositária: Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi da PUC Minas. 2014.
- [13] Pereira NMO. Uma proposta para o ensino do conceito de matrizes em ambiente computacional. São Carlos: UFSCar, 2016. 117 p.
- [14] Arias R. Ensino de conceitos de vibrações mecânicas utilizando a simulação computacional, apoiada na plataforma SCILAB/MATLAB: uma aplicação no curso de engenharia mecânica. Mestrado em COMPUTAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ, Itajaí Biblioteca Depositária: Biblioteca Central Comunitária. 2017.
- [15] Godoy AS. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29. Mai./Jun. 1995.
- [16] Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [17] Fonseca JJS. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.
- [18] Tozoni-Reis MFC. A pesquisa e a produção de conhecimentos. In: PINHO, S.Z.. (Org.). Cadernos de Formação: Formação de Professores. Educação, Cultura e Desenvolvimento. Volume 3. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010, v. 3, p. 111-148.
- [19] Dias LV, Maia ÉJ. Análise Das Percepções Dos Acadêmicos De Engenharia Sobre A Contextualização Das Disciplinas De Núcleo Comum. Journal of Exact Sciences 2013 JES, v. 22, p. 5-9, 2019.
- [20] Rocha MD. Desenvolvendo atividades computacionais na disciplina cálculo diferencial e integral I: estudo de uma proposta de ensino pautada na articulação entre a visualização e a experimentação. Profissionalizante em EDUCAÇÃO MATEMÁTICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO, OURO PRETO Biblioteca Depositária: SISBIN .2010.
- [21] Rosa AZ, Maia ÉJ. Análise Das Dificuldades Apresentadas Por Acadêmicos De Cursos De Engenharias Nas Etapas Da Resolução De Problemas. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e 2º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE, 2019, Fortaleza. XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e 2º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE, 2019.