

Criação de um ambiente de simulação usando o software livre Scilab para explicar conceitos importantes da disciplina de sistemas lineares

Antonio Leonardo Brito de Souza, Soraia Freire Batista e Francisco José Alves de Aquino

Resumo—No contexto educacional, os *softwares* desempenham um papel fundamental no ensino de disciplinas de engenharia, principalmente aquelas que demandam conhecimentos avançados em matemática e física. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um ambiente de simulação utilizando o *software* Scilab, livre e de código aberto, para auxiliar no ensino de sistemas lineares. A abordagem interativa e visual proporcionada pelo *software* visa complementar o ensino tradicional, facilitando a compreensão dos conceitos com o objetivo de reduzir as taxas de evasão e reprovação na disciplina. Além disso, a utilização de ferramentas profissionais no ambiente acadêmico prepara os estudantes para o mercado de trabalho.

Palavras-Chave—Scilab, *software* livre, simulação, ensino, sistemas lineares.

Abstract—In the educational context, software plays a fundamental role in teaching engineering disciplines, especially those requiring advanced knowledge in mathematics and physics. This work proposes the development of a simulation environment using Scilab, a free and open-source software, to support the teaching of linear systems. The interactive and visual approach provided by the software aims to complement traditional teaching, facilitating the understanding of concepts and reducing dropout and failure rates in the discipline. Additionally, the use of professional tools in the academic environment prepares students for the job market.

Keywords—Scilab, free software, simulation, teaching, linear systems.

I. INTRODUÇÃO

Os estudantes de engenharia se deparam ao longo de seu curso com muitas disciplinas que fazem uso intensivo de matemática. Uma dessas disciplinas é a de sinais e sistemas lineares. A disciplina de sistemas lineares do Curso de Bacharelado em Engenharia de Computação do Campus Fortaleza é uma disciplina do quinto semestre com altas taxas de reprovação e evasão. Na disciplina, é possível incluir atividades extraclasse com uso de simulações em computador para auxiliar os estudantes a compreenderem os conceitos envolvidos, tais como energia, convolução e resposta em frequência e a solução de equações diferenciais ordinárias (EDOs); conceitos esses que podem ser melhor explicados e visualizados com o uso de *softwares* específicos.

Altas taxas de reprovação e evasão não são características exclusivas de uma determinada disciplina ou dos cursos de engenharia, mas afetam todo o sistema de ensino superior

Departamento de Telemática - Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Fortaleza, Brasil. Emails: {leonardo.brito04, freire.soraia06}@aluno.ifce.edu.br, fcoalves_aq@ifce.edu.br. Os autores agradecem à CAPES pelo suporte financeiro na forma de bolsa de IC.

[1]. Por exemplo, em 2022, quase 1,3 milhão de estudantes concluiu cursos de graduação, sendo que ingressaram cerca de 3,4 milhões de estudantes em 2018 [2]. Logo, de forma geral, a taxa de fracasso escolar é bastante alta nos cursos superiores brasileiros. Fatores externos também influenciam nessa situação [3].

Muitos conceitos abstratos de matemática e física podem ser difíceis de entender apenas por meio de texto ou palestras ou com o uso apenas de materiais de graduação como o livro do Lathi (2008). No entanto, com o uso de *softwares*, os alunos podem visualizar gráficos, simulações e modelos tridimensionais que tornam os conceitos mais tangíveis e fáceis de assimilar. Por exemplo, em disciplinas como Cálculo e Álgebra Linear, *softwares* como Mathematica, MATLAB ou GeoGebra permitem que os alunos visualizem funções, gráficos e operações matriciais de uma maneira interativa, facilitando a compreensão dos conceitos. Outro aspecto importante dos *softwares* é a capacidade de personalização e adaptação ao ritmo de aprendizado de cada aluno. Neste projeto, o foco será no uso do *software* Scilab (*Scientific Laboratory*) [4].

Os *softwares* de simulação possibilitam medições sem o uso de qualquer instrumento ou aparato. Por exemplo, é possível simular o comportamento de um circuito eletrônico, como um circuito oscilador, sem a necessidade de implementá-lo e usar uma complexa instrumentação (multímetro digital, osciloscópio, componentes) para observá-lo.

Diversos autores entendem que o uso de *softwares* pode efetivamente melhorar o rendimento acadêmico dos estudantes, em especial nas disciplinas que exigem muita matemática, como a disciplina de sistemas lineares. Como o uso de *softwares* específicos, é possível facilitar o entendimento e a visualização de diversos conceitos que, de outra forma, não são imediatamente acessíveis ao estudante [5, 6, 7, 8, 9].

Desta forma, propomos a criação de um ambiente de simulação usando o *software* livre Scilab para ilustrar conceitos importantes da disciplina de sistemas lineares.

O objetivo geral é apresentar aos professores e alunos da disciplina de sistemas lineares, ao final da execução deste projeto, um ambiente de simulação usando o *software* livre Scilab para ilustrar conceitos importantes (energia e potência, convolução, solução de EDOs, estabilidade, etc.) de sistemas lineares e servir como um apoio pedagógico ao professor e aos estudantes. Os objetivos específicos são desenvolver módulos:

- sobre os conceitos de energia e potência;
- para ilustrar o procedimento de convolução;
- para solução de EDOs;

- para resposta em frequência de sistemas estáveis;

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Evasão universitária

A evasão nos cursos superiores brasileiros representa um desafio significativo para o sistema educacional do país, pois impacta não apenas os estudantes individualmente, mas também a sociedade como um todo. Para entender e abordar esse problema, é essencial examinar suas possíveis causas e considerar estratégias para minimizá-lo.

Uma das principais causas da evasão universitária está relacionada às dificuldades financeiras enfrentadas pelos estudantes. O acesso ao ensino superior no Brasil muitas vezes é limitado por questões econômicas, e mesmo aqueles que conseguem ingressar enfrentam desafios financeiros ao longo do curso, como custos de mensalidade, material didático e despesas com transporte e moradia até mesmo em instituições públicas. Como resultado, muitos alunos se veem obrigados a abandonar seus estudos para trabalhar e ajudar a sustentar suas famílias [3, 10, 11].

Além das questões financeiras, a falta de preparo acadêmico também contribui para a evasão. Muitos estudantes chegam ao ensino superior com deficiências na formação básica, o que dificulta sua adaptação às exigências acadêmicas mais rigorosas. A falta de suporte acadêmico adequado, como tutoria e orientação acadêmica, pode agravar essa situação e levar os alunos a desistir de seus cursos [1].

Para minimizar a evasão nos cursos superiores brasileiros, é necessário adotar uma abordagem multifacetada. Este artigo apresenta como proposta a criação de um ambiente de simulação para auxiliar na disciplina de sistemas lineares.

B. Sobre o Scilab

Conforme o site do *software*, o Scilab possui uma linguagem de programação que permite o acesso a estruturas de dados avançadas e à visualização de funções bidimensionais e tridimensionais. É um programa desenvolvido de forma a dispor, em um só ambiente, ferramentas de cálculo numérico, programação e gráficos. É similar ao MATLAB. Pode ser utilizado em uma variedade de sistemas operacionais, tais como UNIX, Windows, Linux, etc. De forma nativa, o Scilab consegue trabalhar com números reais e complexos, matrizes, solução de equações polinomiais de qualquer grau, funções trigonométricas, exponenciais, entre outras funcionalidades [12].

Em resumo, o Scilab é uma poderosa ferramenta de computação numérica amplamente utilizada em ambientes acadêmicos e profissionais para análise, modelagem e simulação em uma variedade de campos científicos, de engenharia e ensino. Sua origem como uma alternativa de código aberto ao MATLAB e sua ampla gama de funcionalidades o tornam uma escolha popular para aqueles que buscam uma solução gratuita e poderosa para suas necessidades de computação científica [13].

A versão do Scilab usada neste projeto é a 2023.0.0.1678461015 rodando no sistema operacional Windows 10, mas qualquer versão recente do Scilab poderia ser usada igualmente.

C. Conceitos importantes da disciplina de sistemas lineares

Alguns dos conceitos e tópicos importantes da disciplina de sistemas lineares são [14]:

- Sinal e sistema;
- Energia e potência;
- Solução de EDOs;
- Convolução;
- Resposta em frequência de um sistema estável

Esses conceitos serão abordados no ambiente de simulação que está sendo desenvolvido. Uma vantagem do uso de um ambiente de simulação é que a solução de EDOs de maior ordem (terceira, quarta ou ordem superior) pode ser resolvida numericamente de forma muito fácil. Em sala de aula, sem o uso de *softwares*, os sistemas precisam ser limitados basicamente a sistemas de primeira ou segunda ordem.

III. METODOLOGIA

A. Conceitos de Energia e Potência

Para o desenvolvimento no estudo de sinais e sistemas, os conceitos de energia e potência são essenciais para a análise e classificação dos sinais. Eles permitem compreender o comportamento dos sinais no tempo e sua relação com sistemas físicos e eletrônicos. Neste contexto, a energia de um sinal é expressa por $E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} (x(t))^2 dt$, sendo $x(t)$ o sinal no tempo e E_x deve ser finita. A potência do sinal indica energia por unidade de tempo para sinais com energia infinita.

Foi desenvolvida uma interface que espera, do usuário, a expressão do sinal no tempo e exibe o gráfico do sinal e o valor calculado da energia ou a potência do sinal, ver Fig. 1.

B. Ilustrando a convolução

Desenvolver um módulo para a convolução tem como objetivo ilustrar esse processo complexo matematicamente e de difícil compreensão sem auxílio de um recurso visual, ver Fig. 2.

C. Solução de EDOs

Na disciplina de sinais e sistemas lineares, as EDOs são exploradas para descrever a relação de variáveis dependentes (saídas) e independentes (entradas) em função do tempo. Nos módulos solucionam EDOs, o estudante indica o sinal de entrada, os parâmetros do sistema e as condições iniciais.

D. Resposta em frequência de sistemas estáveis

A resposta em frequência de um sistema é importante para a compreensão de filtros e tem muitas aplicações. Isso leva o aluno a dominar o entendimento do sinal no domínio da frequência. Para o cálculo teórico da resposta em frequência é usada a Transformada de Laplace, esse ponto é também contemplado pelo sistema que está sendo desenvolvido. Na Fig. 3 é mostrado um exemplo para a seguinte função de transferência:

$$H(s) = \frac{(s^2 + 9)(s^2 + 16)}{(s^2 + 6s + 16)(s^2 + 8s + 16)}$$

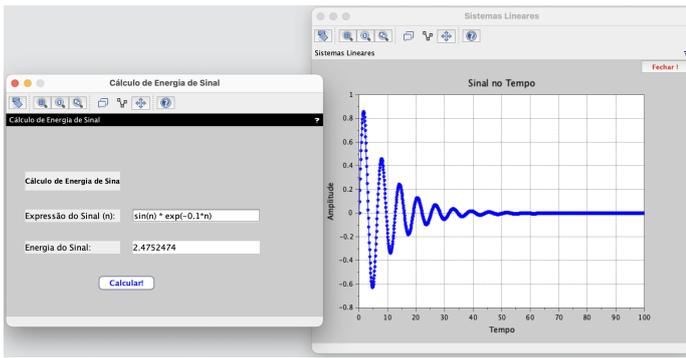


Fig. 1: Interface do Cálculo de Energia do Sinal.

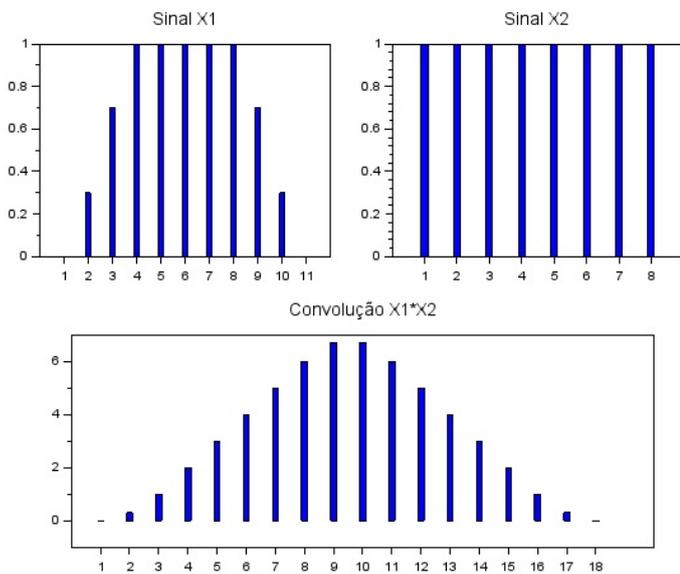


Fig. 2: Gráficos gerados pela convolução discreta.

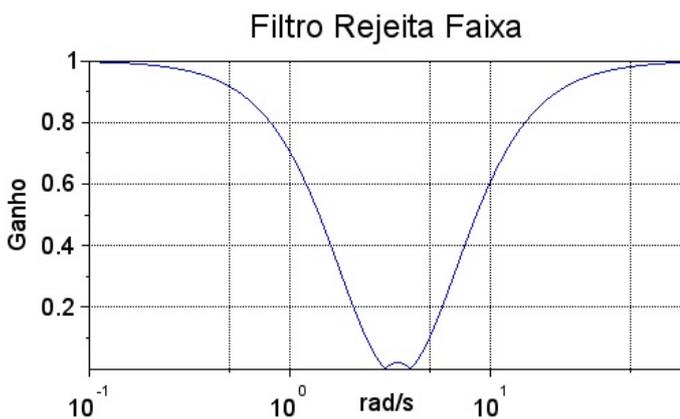


Fig. 3: Exemplos de resposta em frequência

IV. CONCLUSÕES

Neste artigo, apresentamos módulos educacionais desenvolvidos no Scilab para auxiliar no ensino de conceitos fundamentais de Sinais e Sistemas Lineares. O módulo de cálculo de energia, em particular, permite aos alunos inserirem um sinal personalizado e receberem como saída tanto o valor numérico da energia quanto sua representação gráfica, proporcionando

uma aprendizagem ativa e visual. Como perspectiva futura, os módulos serão submetidos a avaliações em ambientes de sala de aula. A partir disso, os resultados orientarão aprimoramentos visando otimizar a abordagem didática para diferentes perfis de aprendizagem. Este processo busca transformar a plataforma numa solução educacional abrangente, onde precisão matemática e eficácia pedagógica se complementam para beneficiar um número cada vez maior de usuários.

REFERÊNCIAS

- [1] SADOYAMA, Adriana et al. *Evasão escolar no ensino superior: um estudo de revisão sistemática*. Revista de Psicologia, Educação e Cultura, v. 24, n. 3, p. 92-103, 2020. Acesso em: 02 de março de 2025.
- [2] BRASIL. *Censo da Educação Superior 2022: notas estatísticas*. Brasília-DF, Inep/MEC, 2023. Disponível: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_escolar_2022.pdf. Acesso em: 02 de março de 2025.
- [3] FEITOZA, A. S. *Fatores de evasão na Educação Profissional Tecnológica: um estudo baseado no olhar do aluno evadido*. 2017. 134 f. *Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional) - Ceeteps, São Paulo, 2017*. Acesso em: 10 de março de 2025.
- [4] SCILAB.ORG. Scilab. Disponível em: <https://www.scilab.org>. Acesso em: 17 jul. 2025.
- [5] AGUIAR, Ítalo A. et al., *Desenvolvimento de um software de simulação para o ensino de modelagem e análise de sistemas lineares*. In: Congresso Brasileiro de Automática-CBA. 2022. Acesso em: 11 de março de 2025.
- [6] FINGER, Alice Fonseca et al. *Avaliação de usabilidade do SofEMN: Software de apoio ao Ensino de Métodos Numéricos*. In: Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. SBC, 2021. p. 103-112. Acesso em: 11 de março de 2025.
- [7] MAIA-AFONSO, Érika Janine; DIAS, Lucas Vinicius. *O uso do software Scilab como ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de métodos numéricos nos cursos de engenharias*. Journal of Exact Sciences, v. 25, n. 1, 2020. Disponível: Acesso em: 15 de março de 2025.
- [8] COSTA, Bruno Valério Everton; DE SOUZA, Valeska Martins. *Aplicações de matrizes e sistemas lineares utilizando o Scilab*. In: *O ensino de matemática no contexto do PROFMAT: experiências e desafios*, p. 43, 2020. ISBN 978-65-86619-29-4. Acesso em: 15 de março de 2025
- [9] DA SILVA, Sérgio Ricardo Xavier. *O uso do Scilab como ferramenta para o ensino de cálculo numérico*. XLI COBENGE, Gramado, Rio Grande do Sul, 2013. Acesso em: 28 de março de 2025.
- [10] CIRNE, Gilton Nunes. *Reprovação e evasão nos cursos de engenharias e de exatas do campus de Campina Grande da UFCG*. *Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Humanidades da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, p. 115, 2021*. Acesso em: 1 de abril de 2025
- [11] FERRARI NETO, Archimedes. *Estudo sobre a evasão nos cursos de graduação na área de tecnologia da informação*. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, p. 89, 2020*. Acesso em: 1 de abril de 2025.
- [12] CAMPOS FILHO, Frederico F. *Fundamentos de SCILAB*. Belo Horizonte: Departamento de Ciências da Computação do ICEx, 2010. Acesso em: 1 de abril de 2025.
- [13] SILVA, Messias Henrique Vieira. *Uma abordagem de sistemas lineares usando o Maxima e o Scilab*. 2017. 85 f. *Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017*. Acesso: 3 de abril de 2025.
- [14] LATHI, B. P. *Sinais e sistemas lineares*. Tradução de Gustavo Guimarães Parma. Revisão técnica de Antônio Pertence Júnior. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 856 p. ISBN 978-85-7780-391-0 Acesso: 3 de abril de 2025.