



ARTIGOS LIVRES

06 *Análise comparativa de plataformas computacionais on-line no ensino de engenharia*

(Comparative analysis of online computing platforms in engineering education)

Djalma Demasi¹ Rafael Silva Alves²

1. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Bacharelado em Matemática pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com Mestrado em Engenharia Mecânica e Tecnologia de Materiais pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). Atualmente, é professor do curso de Engenharia Mecânica do CEFET/RJ campus Nova Iguaçu. Áreas de interesse: modelagens dinâmicas e simulações numéricas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1548861358694844>. ORCID: ORCID do Prof. Djalma: <https://orcid.org/0009-0001-4118-9132>.

2. Técnico em Programação de Jogos pelo SENAI/RJ e aluno de Engenharia Mecânica do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), campus Nova Iguaçu. Atualmente é estagiário de Manutenção Mecânica na Casa Granado. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7784497113058174>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8423-4706>.



Resumo – A pandemia de COVID-19 provocou um aumento significativo do uso das tecnologias digitais da informação. As novas tecnologias têm proporcionado muitas alterações na sociedade e na educação, e seu uso correto fortalece o processo de aprendizagem. A sala de aula tradicional se tornou pouco atraente. A utilização de plataformas *on-line* flexibiliza o ensino e permite maior engajamento. Este trabalho tem como objetivo oferecer uma análise comparativa na solução de problemas do ciclo profissional de engenharia através de plataformas gratuitas e *on-line*, que trabalham com computação simbólica e numérica, visando uma abordagem mais interdisciplinar e integrada. A metodologia se baseou em pesquisa bibliográfica a respeito do tema, buscando estudar os diferentes tipos de aplicações e os problemas relatados. As plataformas escolhidas foram Wolfram|Alpha e Scilab on Cloud por trabalharem com computação simbólica e numérica, respectivamente. Alguns problemas foram selecionados e revisitados. As práticas propostas se mostraram compatíveis e viáveis, porém, houve a necessidade de uma curva de aprendizado.

Palavras Chave: Tecnologia na educação, computação simbólica e numérica, Plataformas computacionais

Abstract – The COVID-19 pandemic has caused a significant increase in the use of digital information technologies. New technologies have brought about many changes in society and education, and their correct use strengthens the learning process. The traditional classroom has become unattractive. The use of online platforms makes teaching more flexible and allows for greater engagement. This work aims to offer a comparative analysis in solving problems in the professional engineering cycle through free and on-line platforms that work with symbolic and numerical computing, aiming for a more interdisciplinary and integrated approach. The methodology was based on bibliographical research on the topic, seeking to study the different types of applications and reported problems. The platforms chosen were Wolfram|Alpha and Scilab on Cloud because they work with symbolic and numerical computing, respectively. Some problems were selected and revisited. The proposed practices proved to be compatible and viable, however, there was a need for a learning curve.

Keywords: Technology in education, symbolic and numerical mathematics, Computational platforms.



Introdução

A sociedade moderna vem passando por inúmeras transformações, tendo como fator propulsor as inovações tecnológicas. Com a pandemia de COVID-19 as atividades presenciais na educação, com algumas exceções, passaram a ser 100% remotas. Houve uma intensificação na busca por metodologias alternativas de ensino e um aumento significativo no uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) e das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) nos cursos superiores (Palácio *et al*, 2021).

Por agregar um conjunto de recursos como softwares e hardwares, o uso de ferramentas tecnológicas no processo ensino-aprendizagem ganhou importância. Além de fomentar os recursos didáticos, auxiliam na inclusão digital e social, e possibilitam o compartilhamento de informações e experiências entre os discentes (Farias, 2013).

Segundo Moran (2017), enquanto a sociedade muda e experimenta desafios mais complexos, a educação tradicional continua previsível e pouco atraente. Durante a pandemia houve um aumento significativo na busca por atividades educacionais inovadoras e na revisão de práticas pedagógicas. É fundamental

que se continue a incluir novas práticas de ensino na educação.

Porém, para que essa inclusão seja feita, de forma positiva, é necessário vencer algumas barreiras, como, por exemplo, rever o papel e as funções do professor. Também é necessário que se tenha a consciência de que a utilização dessas novas tecnologias visa à aprendizagem dos alunos, e não apenas um meio para transmitir informações. Também é importante que o professor seja incentivado a se atualizar. Por fim, é fundamental que a escola disponha de uma infraestrutura que possibilite a utilização dessas tecnologias durante as aulas (Soares-Leite e Nascimento-Ribeiro, 2012).

É de amplo conhecimento a falta de base em matemática dos alunos que ingressam em um curso de exatas. O uso correto das TDICs fortalece o processo de aprendizagem, garantindo mais motivação, satisfação e confiança ao discente, além de diminuir a sua ansiedade em relação às disciplinas que envolvem cálculo (Campuzano e Gonzabay, 2022). Plataformas computacionais, como Wolfram|Alpha, têm vasto potencial de aplicações. São inúmeros os artigos que apresentam contribuições e benefícios dessas ferramentas nas várias esferas da educação.

No ensino superior, predominam artigos relacio-



nados às disciplinas iniciais dos cursos de exatas. Segundo Dimiceli, Lang e Locke (2010), nas disciplinas de Cálculo I e II, os alunos não precisam usar todos os recursos de um Sistema de Computação Algébrica (CAS) como o software Mathematica®. Por isso, é razoável admitir que o uso dessas plataformas computacionais seja suficiente para as disciplinas iniciais. No entanto, os autores ponderam que para disciplinas além do Cálculo II essas plataformas já não conseguem suprir algumas demandas.

Por outro lado, Necesal e Pospisil (2012) argumentam que a utilização dessas ferramentas fomenta a oportunidade do professor formular problemas de caráter mais complexo, deixando para as plataformas os cálculos manuais extensos.

Seguindo essa linha de pensamento, este trabalho tem como objetivo oferecer uma análise comparativa na solução de problemas do ciclo profissional de engenharia através de plataformas gratuitas e *on-line* que trabalham com computação simbólica e numérica, visando uma abordagem mais interdisciplinar e integrada.

Metodologia

A metodologia se baseou em pesquisa bibliográfica a respeito do uso de plataformas computacionais *on-line* nos cursos de exatas, visando, identificar as mais utilizadas e as diferenças entre elas, estudar os tipos de aplicações, verificar a aderência com o tema e conhecer os problemas relatados. A escolha das plataformas seguiu os seguintes critérios: acesso *on-line*, gratuito e sem a necessidade de instalação de aplicativos.

As plataformas escolhidas foram o Wolfram|Alpha e o Scilab on Cloud. A primeira foi a que mais esteve presente nos artigos pesquisados e utiliza computação simbólica. A segunda, tem familiaridade com o Matlab®, utiliza computação numérica e permite o desenvolvimento de códigos mais elaborados. Para embasar o trabalho, foram selecionados problemas de livros tradicionais de um curso de engenharia para serem revisitados.

Por que utilizar plataformas computacionais?

É comum que disciplinas de engenharia necessitem de recursos pedagógicos que vão além do qua-

dro, e o uso de softwares pagos ou gratuitos já é uma realidade no meio universitário. É sabido, porém, que muitos dos produtos e soluções mais inovadores da atualidade vêm sendo desenvolvidos com base em software livre e de código aberto (EBERT, 2008), e estão cada vez mais presentes nas indústrias, instituições de pesquisa e empresas. Por outro lado, o uso de plataformas *on-line* não necessita de licença, instalação de aplicativos, nem de um espaço físico para laboratórios de computação, pois basta ter acesso à internet que os seus recursos podem ser utilizados por celulares e tablets dos alunos.

Não é de hoje que artigos são publicados relatando experiências bem-sucedidas com auxílio de computadores e softwares na educação. Porém, o recente desenvolvimento de mecanismos de resposta, como Wolfram|Alpha, trouxe um enorme poder computacional para dispositivos móveis e, como consequência, os alunos podem executar muitas tarefas de cálculo com mais facilidade (Necosal e Pospisil, 2012).

Dentre os múltiplos benefícios que essas plataformas podem proporcionar, destacam-se: o ensino mais prático e dinâmico, complementação pedagógica diante de interfaces gráficas, maior engajamento do aluno, facilidade para absorção de conteúdo e aprimoramento no desenvolvimento de competências

matemáticas (Campuzano e Gonzabay, 2022; Campuzano e Crisanto, 2022).

1. Wolfram|Alpha

É um mecanismo de conhecimento computacional desenvolvido pela Wolfram Research desde 2009, que calcula, dinamicamente, através de computação simbólica, os resultados para consultas mediante o processamento da resposta extraída de sua base de dados estruturados (Wolfram, 2023). Embora exista uma versão paga, este trabalho está limitado à versão gratuita, que pode ser acessada *on-line*, sem necessidade de instalação.

O Wolfram|Alpha tem algumas vantagens, como por exemplo, a simplificação da sintaxe e o uso da linguagem natural. A sintaxe é simplificada, pois não necessita do tradicional símbolo $*$ para indicar produto, nem de parênteses, em alguns casos. O uso da linguagem natural permite que se resolvam questões apenas questionando a plataforma em linguagem textual, proporcionando uma forma mais natural de interação. Para equações mais complexas, é possível usar um editor de fórmulas com símbolos e expressões matemáticas.

A plataforma também estimula a criação de *wid-gets*, que são interfaces gráficas mais amigáveis. Embora seja uma plataforma de muitos recursos, o desenvolvimento de linhas de códigos é limitado. Outro problema relatado é que muitas respostas são dadas no conjunto dos complexos, o que pode gerar uma interpretação equivocada dos resultados.

2. Scilab on Cloud

O Scilab é um programa de código aberto, com linguagem de alto nível, voltado para a computação numérica e tem muita similaridade com o Matlab® (Scilab, 2023). Não realiza cálculos simbólicos e necessita de alguma familiaridade em computação. O Scilab on Cloud é a sua plataforma *on-line*.

Desenvolvimento e resultados

1.0 Sistemas Lineares

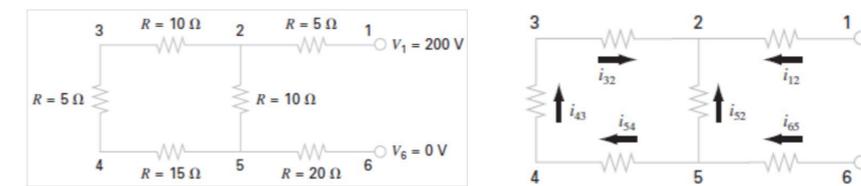
Sistemas lineares, de equações algébricas ou diferenciais, costumam aparecer com relativa frequência em problemas e modelagens de engenharia, como

em circuitos elétricos, treliças, leis de conservação, entre outros. Dependendo da ordem, a solução do sistema se torna pouco prática manualmente.

1.2.1. Circuito de resistores

O exemplo apresentado na Figura 1 consiste em calcular as correntes de um circuito elétrico.

Figura 1: Análise das correntes em um circuito de resistores



Fonte: Chapra (2013).

A solução necessita da aplicação das leis de Kirchhoff, a saber:

(1) A soma algébrica de todas as correntes em qualquer nó de um circuito é igual a zero;

(2) A soma algébrica de todas as tensões ao longo de qualquer caminho fechado em um circuito é igual a zero.

Para os quatro nós (2, 3, 4 e 5), e para as duas



malhas, o sistema resultante tem ordem 6x6, e, na forma matricial, é dado por:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 10 & -10 & 0 & -15 & -5 \\ 5 & -10 & 0 & -20 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{12} \\ i_{52} \\ i_{32} \\ i_{65} \\ i_{54} \\ i_{43} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 200 \end{bmatrix}$$

Como todo sistema linear da forma $Ax=b$ tem sua solução dada de forma única por $x=A^{-1}b$, o modo mais tradicional para resolver este problema é utilizando as ferramentas de Métodos Numéricos.

No Scilab on Cloud é necessário que se implementem, tanto a matriz A , quanto o vetor b , sendo este último na forma de coluna, e a solução é obtida com o comando $\text{inv}(A)*b$. A plataforma utiliza algoritmos próprios de inversão de matrizes, produzindo resultados numéricos aproximados, porém acurados, pois não se trata de uma matriz mal condicionada.

Figura 2: Solução numérica de um sistema linear 6x6

```
Scilab code:
1 clear
2 clc
3
4 A = [1 1 1 0 0 0;...
5      0 -1 0 1 -1 0;...
6      0 0 -1 0 0 1;...
7      0 0 0 0 1 -1;...
8      0 10 -10 0 -15 -5;...
9      5 -10 0 -20 0 0];
10
11 b = [0;0;0;0;0;200];
12
13 x = inv(A)*b

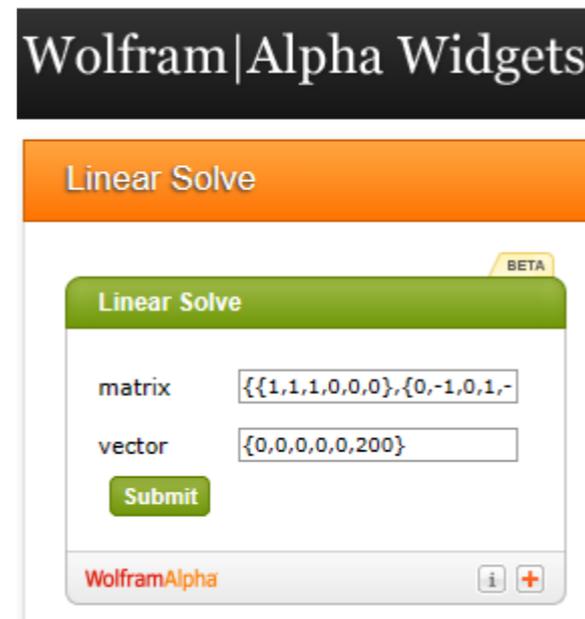
Result:
x =
 6.1538462
-4.6153846
-1.5384615
-6.1538462
-1.5384615
-1.5384615
```

Fonte: Autores

Para a solução no Wolfram|Alpha, a opção padrão consiste em inserir as equações do sistema, incluindo as variáveis, o que pode ser um pouco tedioso para sistemas de ordens elevadas. Uma forma mais prática consiste na utilização de um *widget*, que são aplicativos que ficam armazenados dentro da plataforma do Wolfram e podem ser encontrados por um mecanismo simples de busca. Os resultados são apresentados com uma sucinta descrição, permitindo maior facilidade na identificação do aplicativo desejado. Não há necessidade de instalação. Um dos problemas encontrados é a vasta quantidade de aplicativos que realizam a mesma operação, enquanto outros, com o mesmo nome, desenvolvem soluções diferentes.



Figura 3. Solução simbólica de um sistema 6x6.



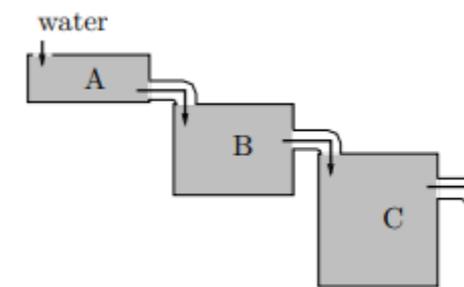
Fonte: Autores

Foi utilizado o *widget* “Linear Solve” que permite que as equações sejam implementadas na forma matricial, entre chaves (Figura 3). Como a plataforma opera com computação simbólica, a solução é exibida na forma de fração, e, portanto, mais acurada do que os algoritmos numéricos. Os resultados também podem ser exibidos na forma decimal clicando no botão *approximate form*.

1.2.3. Tanques em cascata

Os tanques A, B , e C da Figura 4 têm volumes de $10L$, $20L$ e $30L$ respectivamente. Considere que $x(t)$, $y(t)$ e $z(t)$ sejam a quantidade de sal nos tanques, em um instante t .

Figura 4: Tanques em cascata



Fonte: GUSTAFSON (2022).

No tanque A , a vazão de entrada é de $10L/min$ e corresponde a somente água pura (sem sal). Todos os tanques são drenados a uma vazão constante $r = 10L/min$, de forma que o volume deles permanece inalterado. O objetivo do problema é determinar a evolução temporal da concentração de sal nos tanques.

Esse é um típico exercício de balanço de massa, onde é válida a relação

$$\text{Taxa de variação} = \text{Taxa de entrada} - \text{Taxa de saída} \quad (3)$$

onde, $\text{concentração} = \text{massa} / \text{volume}$, $\text{vazão} = \text{volume} / \text{tempo}$ e $\text{taxa de variação} = \text{concentração} \times \text{vazão}$.

A modelagem resulta em um sistema de equações diferenciais de ordem 3x3, apresentado na Equação (4).

$$\begin{cases} x' = -\frac{x}{2} \\ y' = \frac{x}{2} - \frac{y}{4} \\ z' = \frac{y}{4} - \frac{z}{6} \end{cases} \quad (4)$$

As condições iniciais são: $x(0)=10, y(0)=20$ e $z(0)=30$. Implementando no Wolfram|Alpha, o resultado obtido foi:

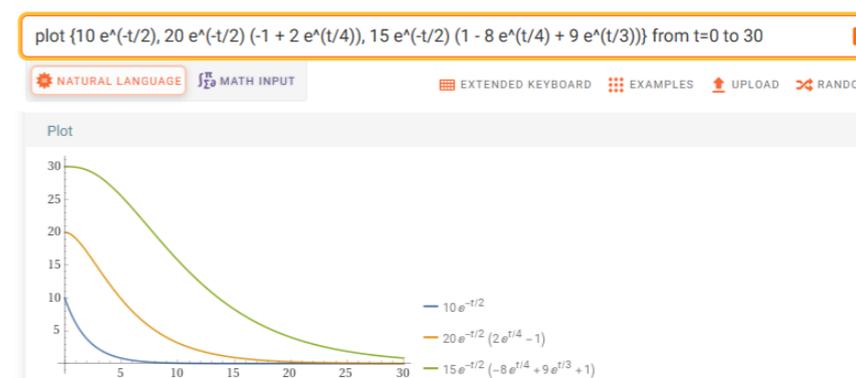
Figura 5: Solução simbólica do problema dos tanques em cascata.



Fonte: Autores

Para uma análise mais completa, é desejável que os gráficos sejam plotados.

Figura 6: Gráfico das três soluções.



Fonte: Autores

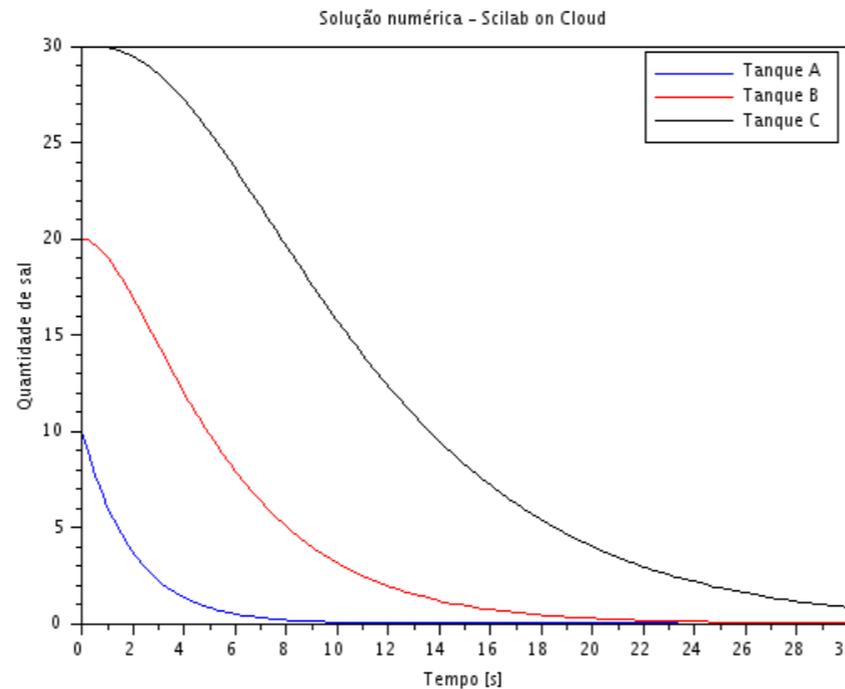
As soluções da Figura 5 podem ser exportadas para um novo ambiente, mas para plotar o gráfico elas devem estar entre chaves e um intervalo de tempo precisa ser definido. Foi empregado o comando plot (Figura 6).

Soluções numéricas de sistemas de equações diferenciais são, em geral, um pouco mais trabalhosas de se implementar, mas é possível apresentar gráficos com títulos, salvar como figura, inserir legendas e informações nos eixos. Em compensação, não se têm os resultados analíticos.



Figura 7. Solução numérica do problema dos tanques em cascata.

```
Scilab code:
1 clear
2 clc
3
4 // Condições iniciais
5 x0 = 10; y0 = 20; z0 = 30;
6
7 function df = f(t,x)
8     df = [-x(1)/2; x(1)/2 - x(2)/4; x(2)/4 - x(3)/6];
9 endfunction
10
11 t = linspace(0,30); // Tempo de simulação
12
13 sol = ode([x0;y0;z0],0,t,f);
14
15 plot(t,sol(1,:), 'b'); plot(t,sol(2,:), 'r'); plot(t,sol(3,:), 'k')
16
17 title('Solução numérica - Scilab on Cloud')
18 legend('Tanque A', 'Tanque B', 'Tanque C')
19 xlabel('Tempo [s]'); ylabel('Quantidade de sal')
```



Fonte: Autores

2.0 Drenagem de um tanque

Um problema clássico de Mecânica dos Fluidos, abordado em Fox (2008), propõe o estudo do escoamento de um líquido em um tanque com um furo no fundo. A otimização do tempo com os recursos computacionais permite um foco maior na modelagem, permitindo abordagens que envolvam os conceitos da Equação de Bernoulli e o Teorema de Transporte de Reynolds. O PVI resultante e a respectiva solução analítica são:

$$y' = -\left(\frac{d}{D}\right)^2 \sqrt{2gy}; y(0) = y_0 \quad (5)$$

$$y(t) = \left[\sqrt{y_0} - \sqrt{\frac{g}{2}} \left(\frac{d}{D}\right)^2 t \right]^2 \quad (6)$$

onde $d = 2\text{mm}$ e $D = 250\text{mm}$ são os diâmetros do tubo por onde a água escoava e do tanque, $g = 9,81\text{m/s}^2$ é o valor da gravidade, e $y_0 = 1\text{m}$ é a altura inicial do líquido.

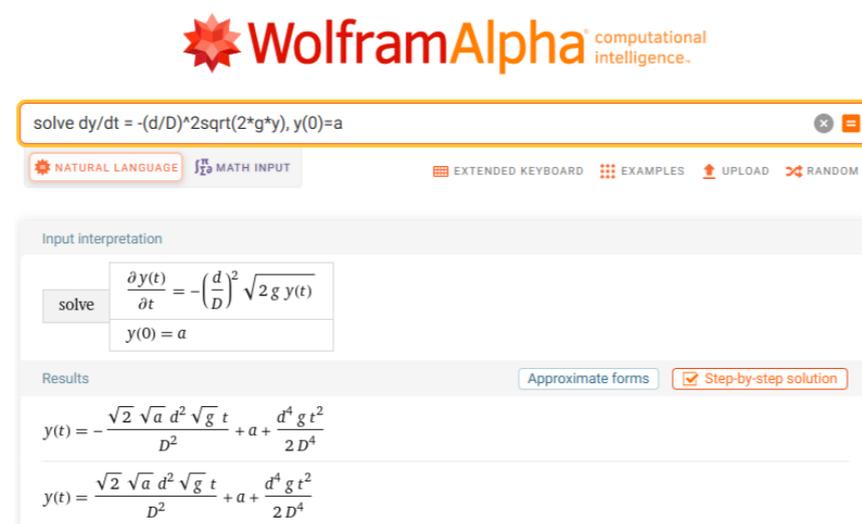
Para contextualizar, o docente pode aplicar o problema ao ambiente de uma indústria, sendo desejável saber quanto tempo levaria para esse tanque esvaziar.

O comando *solve* do Wolfram|Alpha é útil tanto para equações algébricas, quanto equações diferenciais, e uma vantagem da computação simbólica é



permitir soluções literais. Ao aplicá-lo, a plataforma exibe duas respostas. Como se trata da versão gratuita, sem acesso ao passo-a-passo, fica difícil entender o motivo, visto que a solução analítica não apresenta duas soluções. Além disso, a resposta não está simplificada. O comando *simplify* também não gera o resultado esperado.

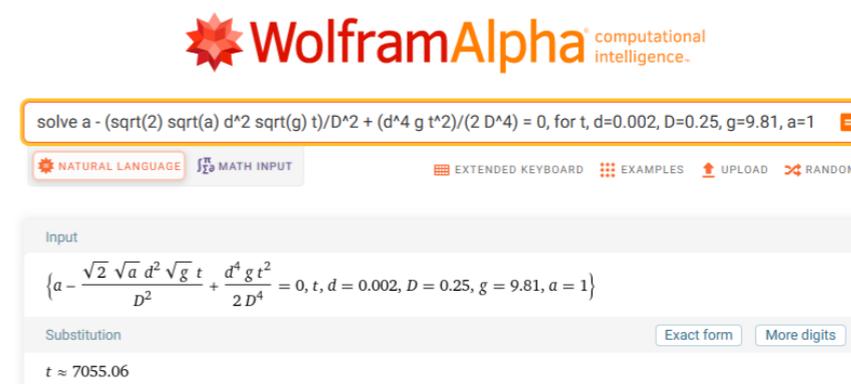
Figura 8: Solução analítica para o problema do tanque



Fonte: Autores

Neste ponto, é necessário um nível maior de maturidade do aluno para discernir as soluções apresentadas. Sabendo que a primeira resposta é a solução desejada, ela pode ser exportada para uma nova tela. Novamente, usando o comando *solve*, porém, adicionando os valores numéricos das variáveis, o tempo de esvaziamento é calculado.

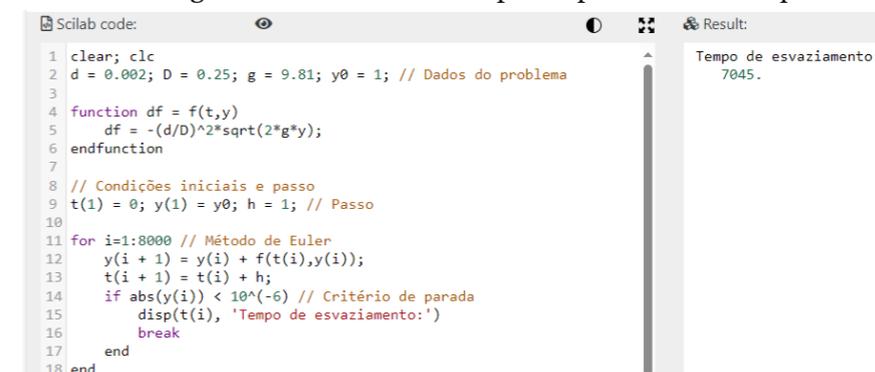
Figura 9: Tempo total de esvaziamento do tanque.



Fonte: Autores

Para resolver este tipo de problema numericamente é necessário ter conhecimento de métodos numéricos para busca de raízes. Aplicando o método de Euler, com passo $h=1$, o resultado obtido foi de 7.045 segundos para uma tolerância de 10^{-6} , que é um resultado bem próximo do analítico.

Figura 10: Método de Euler para o problema do tanque.

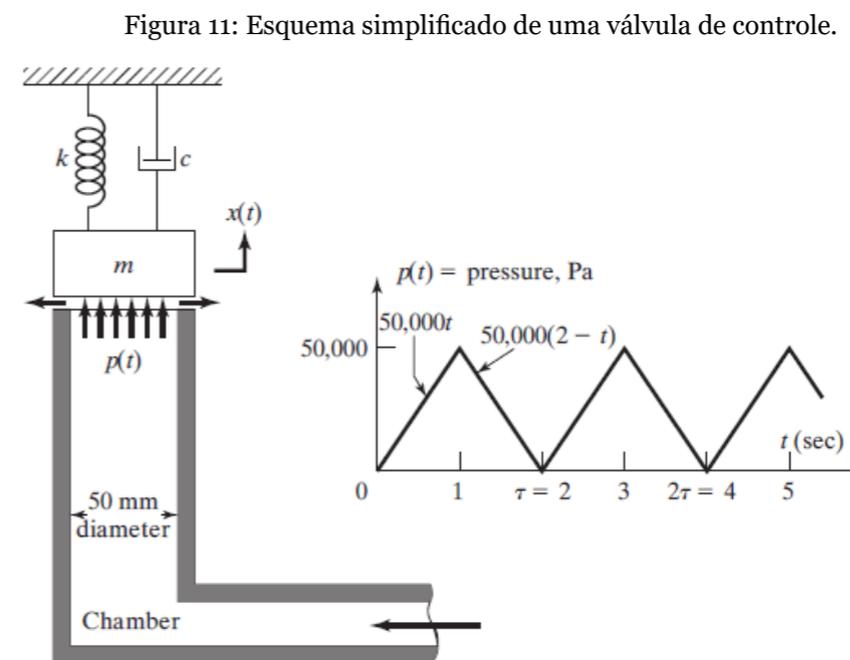


Fonte: Autores

3.0. Sistemas de controle hidráulico

Segundo Rao (2011), válvulas utilizadas em sistemas de controle hidráulico podem ser modeladas como um sistema massa-mola, com amortecimento. Além das forças restauradoras da mola e do amortecedor, há uma força de pressão exercida pelo fluido que varia com a abertura da válvula. Neste exemplo, podem ser abordadas questões interdisciplinares relativas às disciplinas de Hidráulica e Sistemas Lineares.

Os dados do problema para massa, m , coeficiente de amortecimento, c , e rigidez da mola, k , são, no Sistema Internacional (SI), respectivamente, $m=0,25\text{ kg}$, $c=10\text{ N.s/m}$ e $k=2.500\text{ N/m}$. Um esquema simplificado do sistema de tubulação e da variação da pressão são apresentados na Figura 11.



Fonte: RAO (2011).

A variação de pressão pode ser representada como uma função periódica, de período 2 segundos, definida por sentenças:

$$p(t) = \begin{cases} 50.000t; & 0 \leq t \leq 1 \\ 50.000(2-t); & 1 \leq t \leq 2 \end{cases} \quad (7)$$

E o sistema resultante dado por:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t); x(0) = 0; \dot{x}(0) = 0 \quad (8)$$

onde $f(t) = Ap(t)$, sendo $A = \pi D^2/4 = 0,000625\pi\text{ m}^2$, a área da seção reta da tubulação.

Sabe-se que, pelo Princípio da Superposição, a solução geral é a soma do regime transiente (solução homogênea), com o regime permanente (so-

solução particular). Para o regime permanente, a solução tem que ser pela Série de Fourier da função periódica. O comando *Fourier Series Calculator* do Wolfram|Alpha não é válido para funções definidas por sentenças. Os autores não encontraram um *widget* para calcular a Série de Fourier de funções periódicas definidas por sentenças, mas apenas para funções definidas por sentenças. Restou, então, a possibilidade de calcular os coeficientes de Fourier pela definição.

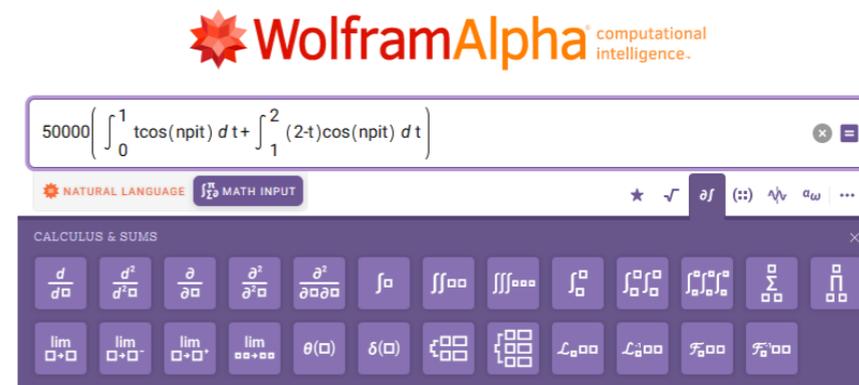
$$F(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[a_n \cos\left(\frac{2\pi nt}{T}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi nt}{T}\right) \right] \quad (10)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos\left(\frac{2\pi nt}{T}\right) dt; n=0,1,2,\dots \quad (11)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin\left(\frac{2\pi nt}{T}\right) dt, n=1,2,\dots \quad (12)$$

O período é representado pela letra T , ($T=2$), e por se tratar de uma função par, o coeficiente b_n é nulo. Para o cálculo de a_n foi utilizado o recurso do teclado matemático do Wolfram.

Figura 12: Cálculo de a_n pelo teclado matemático.

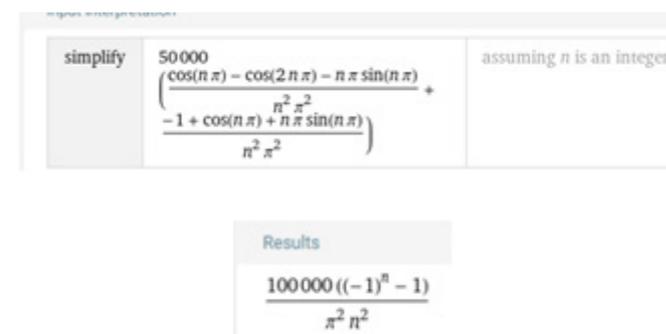


Fonte: Autores

Um fato interessante, é que a plataforma entende que n é uma constante, mas não sabe, *a priori*, que é um inteiro e, portanto, a solução não é simplificada. No entanto, o resultado pode ser exportado para aplicar o comando *simplify*. Também é preciso informar que n é inteiro.

Figura 13: Simplificando o coeficiente de Fourier assumindo n inteiro.

`simplify 50000 ((cos(n pi) - cos(2 n pi) - n pi sin(n pi))/(n^2 pi^2) + (-1 + cos(n pi) + n pi sin(n pi))/(n^2 pi^2)), assuming n integer`



Fonte: Autores

A Série de Fourier da pressão fica, então, expressa por:

$$p(t) = 25000 + \frac{100.000}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[(-1)^n - 1]}{n^2} \cos(n\pi t) \quad (13)$$

É necessário truncar a função para implementar nos algoritmos. Calculando os três primeiros termos, e lembrando que $f(t) = Ap(t)$, o sistema tem a seguinte forma:

$$0,25 \ddot{x} + 10 \dot{x} + 2.500 x = 15,625 \pi - \frac{125}{\pi} \left[\cos(\pi t) + \frac{\cos(3\pi t)}{9} \right] \quad (14)$$

Infelizmente, a solução do Wolfram|Alpha para este sistema está nos complexos, e não é nada simples. A plataforma não permite exportar o resultado, impossibilitando a manipulação deles. Também não é exibida uma forma trigonométrica alternativa. No entanto, ela gera um gráfico no qual é possível perceber, sem ordem de grandeza, que o formato da curva é bem parecido com a pressão de entrada, que é o que acontece na prática.

Como alternativa, resta resolver numericamente a Equação (14) via Scilab. Por se tratar de uma equação diferencial de 2ª ordem, o comando *ode* precisa ser vetorizado. A solução numérica, em ver-

melho, foi confrontada com a analítica, em azul, desenvolvida em Rao (2011). O símbolo de π é inserido com o comando `%pi`.

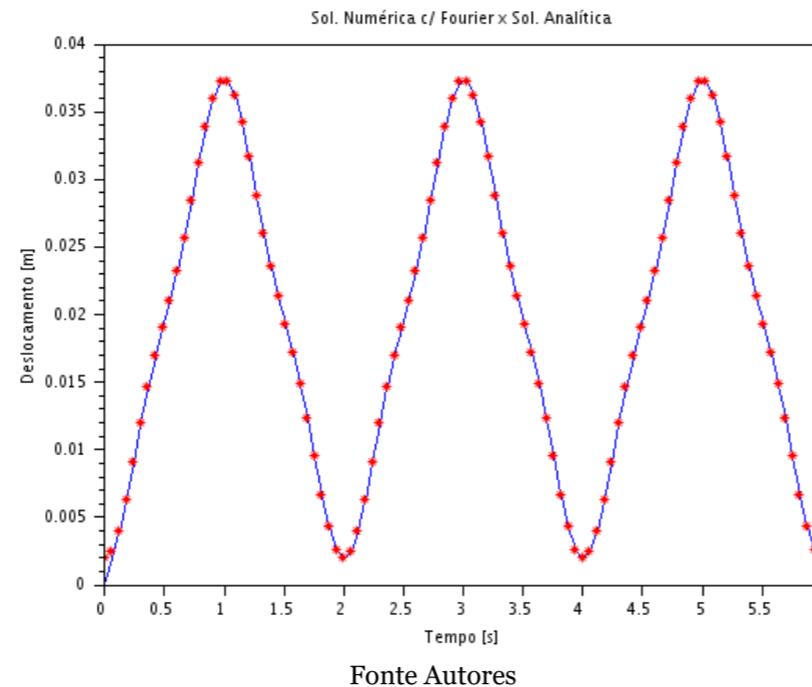
Figura 14: Solução numérica da Equação (14).

```

Scilab on cloud
Main Category: Select Main Category

Scilab code:
1 function y=g(x)
2   y = 15.625*pi - 125*( cos(%pi*x) + cos(3*pi*x)/9 )/%pi
3 endfunction
4
5 function dx=f(t, x)
6   dx=[x(2);(g(t)-2500*x(1)-10*x(2))/0.25]
7 endfunction
8
9 t=linspace(0,6);
10
11 x=ode([0;0],0,t,f);
12 plot(t,x(1,:), 'b')
13
14 xp = 0.019635 - 0.01593*cos(%pi*t - 0.0125664) - 0.0017828*...
15 cos(3*pi*t - 0.0380483);
16 plot(t,xp, 'r')
17 title('Sol. Numérica c/ Fourier x Sol. Analítica')
18 xlabel('Tempo [s]')
19 ylabel('Deslocamento [m]')

Execute
Reset
    
```



Conclusão

As novas tecnologias têm proporcionado muitas alterações e novidades, tanto na sociedade, quanto na educação. A sala de aula tradicional se tornou pouco atraente. A utilização de plataformas *on-line* permite maior engajamento, troca de conhecimento e mais interesse do discente. Neste artigo, foram propostos temas interdisciplinares capazes de explorar vários recursos disponíveis, como a linguagem natural e o teclado matemático, a solução simbólica e numérica de sistemas de equações algébricas e diferenciais, aplicação de métodos numéricos para busca de raí-

zes e solução vetorizada de uma EDO de 2^a ordem. A aplicação dentro das práticas propostas se mostrou viável, porém, com relação à computação simbólica houve a necessidade de uma curva de aprendizado. A facilidade na sintaxe pode gerar resultados errôneos quando se tem muitas constantes envolvidas. É comum respostas serem exibidas no conjunto dos complexos, podendo gerar uma interpretação equivocada dos resultados. O conhecimento em programação tradicional não foi suficiente para encontrar todas as soluções aqui apresentadas de forma rápida. Acredita-se que um maior estímulo ao uso de computação simbólica seja necessário visando uma otimização de tempo e recursos.



Referências

CAMPUZANO, Gabriela; GONZABAY, Esther. Evaluating the Use of Wolfram Alpha for Linear Algebra Learning in Teleducation, **Sinergias Educativas**, v. 7, n. 3, 2022.

CAMPUZANO Maria G.; CRISANTO T.; Learning Analytic Geometry with the Aid of Wolfram Alpha, **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, v. 7, n.1, 2022.

CONCEIÇÃO, Ana C.; Dynamic and Interactive Tools to Support Teaching and Learning, **Mathematical and Computational Applications**, 2022.

CHAPRA, Steven, C.; **Métodos Numéricos Aplicados com Matlab® para Engenheiros e Cientistas**, Mc Graw Hill Bookman, 3 ed. 2013.

DIMICELI, Vincent A.; LANG, Andrew S.I.D.; LOCKE, LeighAnne; Teaching Calculus With Wolfram|Alpha, **International Journal of Mathematical Education in: Science and Technology**, Vol. 41, No. 8, 1061–1071, 2010.

EBERT Christof; Open Source Software in Industry, **IEEE Software**, 25(3), 52–53, 2008.

FARIAS, S. C. Os benefícios das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Processo de Educação a Distância (EaD). RDBCI: **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 11, n. 3, p. 15–29, 2013.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; PRITCHARD Philip J.; **Introdução à Mecânica dos Fluidos**.



LTC Editora, 8 ed. 2010.

GUSTAFSON, G. B.; **Differential Equations and Linear Algebra: A Course for Science and Engineering**, 2022.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5 ed. Campinas, Papirus Editora, 2014.

MORAN, José Emanuel; MASETTO, Marcos, T.; BEHRENS, Marilda A.; **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**, Papirus Editora, 2017.

NECESAL, Petr; POSPISIL, Jan; Experience with Teaching Mathematics for Engineers with the Aid of Wolfram Alpha; In: **Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science**, v. 1, San Francisco, USA, 2012

OGATA, K.; **Engenharia de Controle Moderno**, Pearson, 4 ed. São Paulo, 2008.

PALÁCIO, Maria Augusta V. et al. Integração de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação por Docentes do Ensino Superior Durante a Pandemia da COVID-19, **Revista EaD em foco**, V.1, 2021.

RAO, Singiresu S.; **Mechanical Vibrations**, 5 ed. Prentice Hall, 2011.

SCILAB, disponível em Open Source | Scilab, acesso em 30/06/2023.

SOARES-LEITE, W. S.; NASCIMENTO-RIBEIRO, C. A.; Inclusão das TICs na Educação Brasileira: Problemas e Desafios. **Revista Internacional de Investigación en Educación**, V. 5, n. 10, pp.173-187, Bogotá,



DJALMA DEMASI E RAFAEL SILVA ALVES

Colômbia, 2012

WOLFRAM, disponível em: <https://www.wolframalpha.com/>, acesso em: 03/06/2023.

