

WORKFLOW COLABORATIVO ONLINE PROFESSOR/MONITOR PARA GERAÇÃO DE CONTEÚDO INTERATIVO SOBRE MÉTODOS NUMÉRICOS COM PYTHON E GOOGLE COLAB

Smith Lima da Silva – smithlima@ieee.org

Gustavo Charles Peixoto de Oliveira – gustavo.oliveira@ci.ufpb.br

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Informática

Rua dos Escoteiros, S/N

58055-000 – João Pessoa – Paraíba

Resumo: *Este trabalho relata a experiência de aplicação de um workflow colaborativo online entre professor e monitor para o desenvolvimento de materiais complementares sobre métodos numéricos voltados ao ensino de graduandos em cursos de exatas. A incorporação de tecnologias colaborativas para a geração de conteúdos computacionais e interativos tem se mostrado eficiente e ágil para a construção de uma abordagem sistematizada e de fácil interação entre os agentes de colaboração que se reflete no processo de ensino-aprendizagem dos discentes. Discutimos como a utilização da plataforma colaborativa gratuita de programação interativa Google Colab®, juntamente com as capacidades da linguagem de marcação Markdown e dos módulos de computação numérica da linguagem de programação Python impacta a metodologia de ensino com a confecção de listas de exercícios e materiais complementares que aprimora o nível de qualidade de componentes curriculares de métodos numéricos.*

Palavras-chave: *Métodos numéricos. Trabalho colaborativo. Google Colab. Monitoria. Ferramentas Computacionais.*

1 INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas computacionais no processo de ensino e aprendizagem tem sido cada vez mais debatido nos diversos âmbitos educacionais. Sabe-se que a concretização do aprendizado pela via experimental associada à argumentação teórica, por exemplo, tem sua eficácia amparada por estudos da Psicologia, conforme apontam (NEVES, CABALLERO e MOREIRA, 2016, p. 383-401). Dessa maneira, novas metodologias de ensino são propostas para favorecer o alunado e transmitir-lhe melhor desenvoltura para resolver problemas do cotidiano.

Diversas metodologias, tais como aprendizagem ativa, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem baseada em problemas, têm sido aplicadas em um contexto integrado de disciplinas no eixo *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Para metodologias em cursos universitários de *STEM*, o desenvolvimento de algumas habilidades consideradas essenciais para o discente é prioritário. Entre estas, incluem-se: inovação; pensamento crítico; flexibilidade e capacidade de lidar com diferentes situações. A partir daí, estudantes engajados participam da resolução de problemas reais por meio de projetos e além de aprenderem a se planejar, exercitam a tentativa e erro e a colaboração (SILVA et al., 2015).

No âmbito acadêmico, a demanda por novos modelos de ensino tornou-se algo urgente, haja vista que estilos pedagógicos ancorados em processos estimulantes mostram-se bastante escassos atualmente (Mariania, 2007). NOBRE et al.(2016) relataram casos que identificam disciplina que envolve cálculos como uma "peneira" durante os primeiros períodos de cursos *STEM*, devido que ele produz índices tão altos de desistência que ocorre um verdadeiro êxodo nos cursos. No entanto, em seu estudo, eles afirmam que as principais vantagens obtidas pelo uso de ferramentas computacionais para ensinar cálculos estão relacionadas ao aspecto visual. Em virtude que, as exibições gráficas corrobora os conceitos aprendidos por meio de exercício, tais como, exemplos utilizando funções e derivadas, permitiram que os alunos as visualizassem de uma perspectiva diferente. Por esta razão, faz-se necessária uma reinvenção do modelo de ensino clássico das ciências exatas. Entretanto, a inserção de artifícios provenientes de sistemas computacionais neste processo aclaram a percepção dos estudantes frente ao objeto de estudo. O desenvolvimento de ferramentas capazes de estimular a curiosidade e percepção dos estudantes torna-se, portanto, de suma importância para acelerar o aprendizado.

Este trabalho visa apresentar alguns objetos de aprendizagem (OA) que foram testados para elevar o padrão de qualidade da componente curricular Cálculo Numérico, sob responsabilidade do Departamento de Computação Científica (DCC) do Centro de Informática (CI) da UFPB, a fim de torná-la mais prazerosa para seu público-alvo. Especificamente, mostramos uma estratégia de integração colaborativa entre monitor e professor que foi aplicada ano letivo de 2018 para produzir materiais de estudo para os estudantes. O conteúdo visa a preparação do discente para suas avaliações acadêmicas, além do aprimoramento do raciocínio lógico, bem como das habilidades de programação.

No que segue, resumimos o uso de ferramentas de computação interativa suportadas pela linguagem *Python* e linguagens de marcação para a confecção de listas de exercícios, na qual

contemplam não apenas o conteúdo teórico apresentado na ementa da disciplina, como também excertos de código e algoritmos computacionais manuseáveis para a solução de problemas diversos de interesse do estudantes no escopo *STEM*.

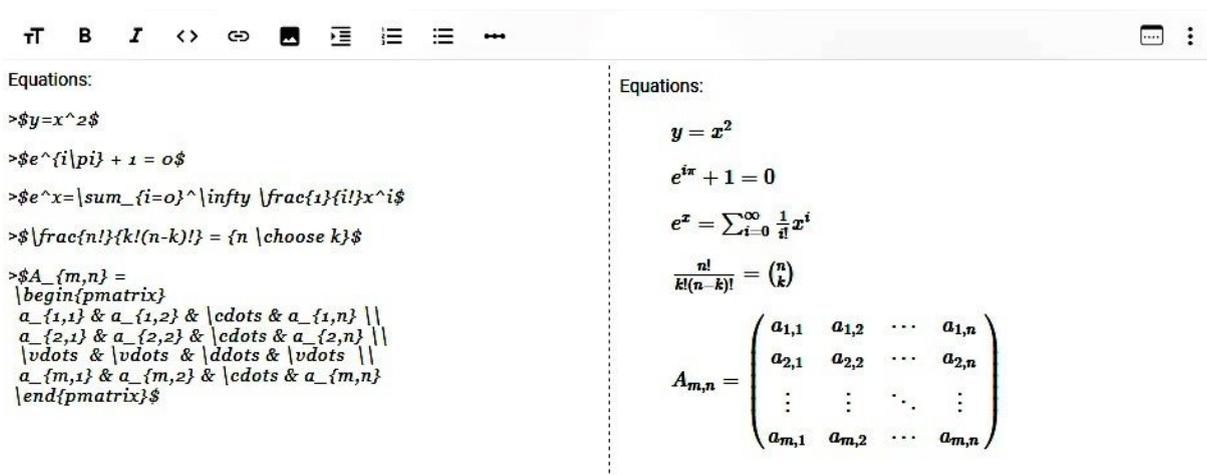
2 METODOLOGIA

Entre as várias ferramentas de ensino utilizadas pelo professor, as listas de exercícios destacam-se como uma das principais formas de fixação e aplicação dos conteúdos estudados (DA SILVA, 2014). Neste trabalho utilizamos o *Google Colab* para a preparação das listas de exercícios, que é uma plataforma colaborativa de programação interativa e gratuita de fácil manipulação através de qualquer navegador. O uso deste ambiente fomentou o desenvolvimento de materiais didáticos para a disciplina de Cálculo Numérico por meio de uma colaboração em tempo real entre o professor e o monitor – embora o mesmo workflow possa ser aplicado por duas ou mais pessoas – em nível de edição ou revisão.

O *Google Colab* oferece funcionalidades avançadas de *Markdown*. *Markdown* é uma linguagem de marcação de texto simples que dispensa o uso de palavras-chaves. Sua filosofia erige-se sob a ideia de formatar textos e documentos a partir de elementos mínimos de modo a estar visualmente próximo da sua apresentação final. Expressões matemáticas podem ser incluídas nesse tipo de documento com o uso da notação *LaTeX*. O *LaTeX* é uma ferramenta básica para compor textos e fórmulas matemáticas com o intuito de elevar o nível de qualidade tipográfica, com um layout profissional pré-definido.

Na Figura 1 pode-se ver um exemplo de sintaxe *Markdown* no *Colab*: texto formatado na linguagem *LaTeX* (à esquerda) e código renderizado (à direita).

Figura 1 - Exemplo de sintaxes *LaTeX* escritas em células de texto no *Google Colab*.



The screenshot shows the Google Colab interface. On the left, there is a code cell containing LaTeX source code for mathematical formulas and a matrix. On the right, the rendered output of these formulas is displayed.

Equations:

```
>$y=x^2$
>$e^{ip} + 1 = 0$
>$e^x = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{i!} x^i$
>$\frac{n!}{k!(n-k)!} = \binom{n}{k}$
>$A_{m,n} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{pmatrix}$
```

Equations:

$$y = x^2$$

$$e^{ip} + 1 = 0$$

$$e^x = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{i!} x^i$$

$$\frac{n!}{k!(n-k)!} = \binom{n}{k}$$

$$A_{m,n} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{pmatrix}$$

Fonte: Autoria própria(2019).

A outra ferramenta utilizada em conjunto com o *Google Colab* foi a linguagem de programação *Python*. De alto nível e aberta, a linguagem *Python* vem se destacando na comunidade acadêmica pelo seu potencial em lidar com computação científica. Por ser

altamente customizável, permite que bibliotecas típicas de outras linguagens sejam interfaceadas com seu código-fonte. Neste sentido, muitos desenvolvedores migram suas bibliotecas antigas para serem integradas em programas mais modernos desenvolvidos em *Python*.

Uma vez que os métodos numéricos existem para mostrar aos alunos as formas de solucionar problemas que não podem ser resolvidos de maneira puramente algébrica, torna-se necessário lançar mão de mecanismos que busquem tais soluções pela via computacional.

O *matplotlib*, por exemplo, é uma biblioteca primordial para a geração de gráficos 2D a partir de arrays com recursos para análise, visualização e interpretação de dados. Gráficos comuns podem ser criados com alta qualidade a partir de comandos simples. Um código para gerar um objeto visual (figura) no qual podemos plotar uma curva matemática é mostrado nas linhas a seguir:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

ax = plt.subplot(111)

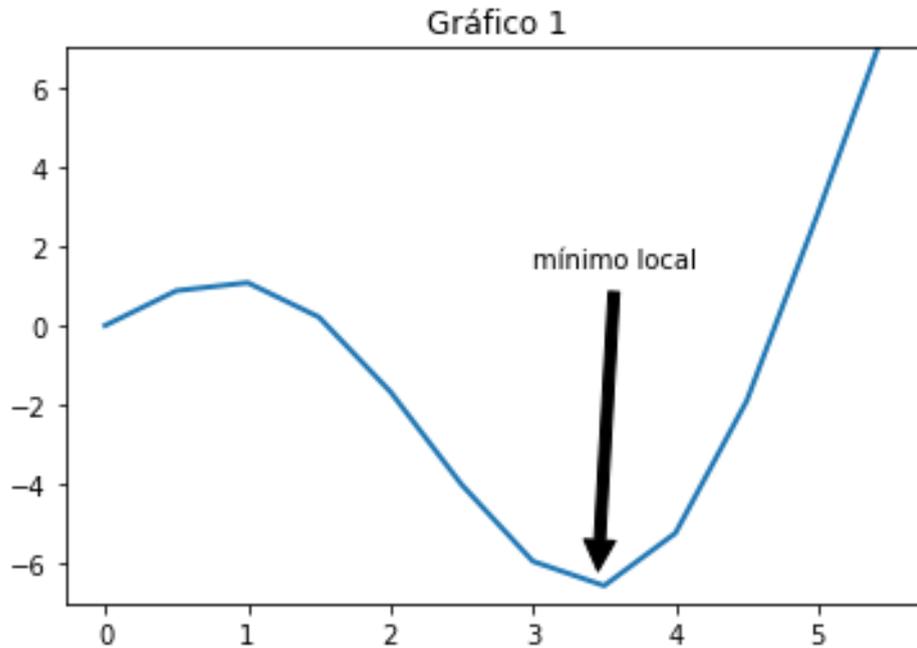
t = np.arange(0.0, 6.0, 0.5)
s = 2*t*np.cos(t)
line, = plt.plot(t, s, lw=2)

plt.annotate('mínimo local', xy=(3.45, -6.58), xytext=(3, 1.5),
            arrowprops=dict(facecolor='black', shrink=0.05),
            )

plt.ylim(-7,7)
plt.title("Gráfico 1")
plt.show()
```

Na Figura 2, pode-se ver o resultado deste código no próprio *Colab*. Com efeito, a visualização do gráfico faz com que a capacidade de compreensão e retenção das informações por parte do estudante salte consideravelmente em termos de qualidade de aprendizagem.

Figura 2 - Gráfico 1 resultante do código implementado no *Google Colab*.



Fonte: Autoria própria (2019).

Os exercícios propostos nas listas interativas enfatizaram a formulação de problemas, implementação no *Google Colab* e interpretação de resultados. Para o uso da linguagem *Python*, não é necessária prévia familiarização com ela, visto que no decurso da disciplina são disponibilizados aos estudantes materiais de introdução à linguagem e uma série de cadernos interativos sobre os assuntos de aula, sequencialmente. Os códigos computacionais dos métodos numéricos apresentados nas listas de exercícios procuram manter uma proposta didática bem definida, cujo objetivo é dissecar as técnicas numéricas apresentadas nas aulas teóricas em sala de aula em porções de código e algoritmos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, discutimos sucintamente como o *workflow* colaborativo entre monitor e professor facilitou a produção do conteúdo a ser levado para os estudantes que compareceram às sessões de monitoria, assim como impactou o processo de ensino-aprendizagem de todos aqueles que cursaram a disciplina de Cálculo Numérico durante o ano letivo de 2018. A estratégia desenvolvida fornece ao estudante a oportunidade de pensar e construir suas habilidades e conhecimento acerca da temática do curso, em vez de apenas recebê-lo passivamente. Assim, ao experimentar os produtos obtidos com a tecnologia *Colab*, o aluno promove o seu próprio aprendizado. Dessa maneira, o estudo e a preparação através da

resolução tradicionais - listas de exercícios - deixa de ser uma atividade autômata e insossa e passa a ser reflexiva e ativa, adaptando-se à capacidade cognitiva de cada um.

A seguir, expomos como o conteúdo é desenvolvido no *Google Colab* para servir a uma multiplicidade de propósitos. Na Figura 3, vemos um recorte que revela a formatação de enunciado de uma questão - Exemplo 1.

Figura 3 - Amostra de código Markdown/LaTeX para edição de enunciado de questão.

```
##Exemplo 1
### Determinar a raiz positiva da equação:

$$\sqrt{x} - 5e^{-x} = 0$$
,
pelo método das secantes, com erro inferior a  $10^{-2}$ .

#Solução:
Novamente, para obtermos os valores iniciais  $x_0$  e  $x_1$  necessários para iniciar o processo iterativo, dividimos a equação original  $f(x) = 0$  em outras duas  $y_1$  e  $y_2$ , com  $y_1 = \sqrt{x}$  e  $y_2 = 5e^{-x}$ , que colocadas no mesmo gráfico, produz a figura abaixo:
```

Fonte: Autoria própria (2019).

Depois de ser executado e renderizado, a saída do código acima é formatada como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Saída formatada do código Markdown/LaTeX para o exemplo dado.

Exemplo 1

Determinar a raiz positiva da equação:

$$\sqrt{x} - 5e^{-x} = 0$$

, pelo método das secantes, com erro inferior a 10^{-2} .

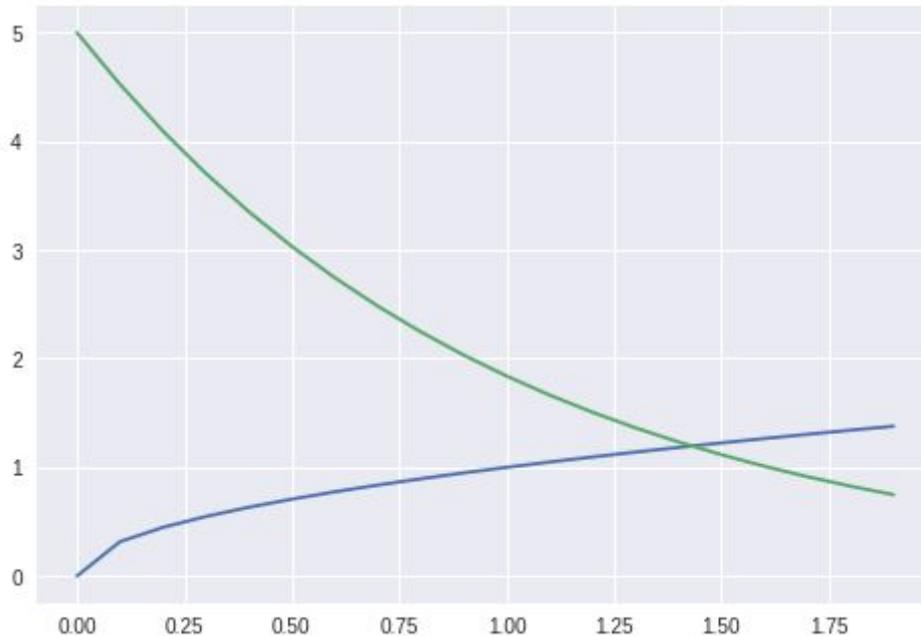
#Solução: Novamente, para obtermos os valores iniciais x_0 e x_1 necessários para iniciar o processo iterativo, dividimos a equação original $f(x) = 0$ em outras duas y_1 e y_2 , com $y_1 = \sqrt{x}$ e $y_2 = 5e^{-x}$, que colocadas no mesmo gráfico, produz a figura abaixo:

Fonte: Autoria própria (2019).

Abaixo, incluímos as linhas de código *Python* necessárias para gerar gráficos relativos à solução do problema abordado pelo **Exemplo 1**, conforme é mostrado na Figura 5.

```
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import arange, sqrt, exp
x = arange(0.0,2.0,0.1)
plt.plot(x, sqrt(x),x,5*exp(-x))
```

Figura 5 - Intersecção das duas funções do Exemplo 1.



Fonte: Autoria própria (2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *workflow* colaborativo proposto neste trabalho é uma iniciativa fundamental para equilibrar a formação dos estudantes na universidade e abrir novas perspectivas para o ensino-aprendizagem em métodos numéricos. A partir de seu desenvolvimento, pode-se perceber, na prática, onde subjazem as dificuldades dos estudantes, as quais, na maior parte dos casos, provêm da escassez de exercícios que ilustram melhor o conteúdo transmitido. Por sua vez, a integração do monitor e professor com os estudantes, bem como a utilização de ferramentas colaborativas e computacionais como recurso e suporte ao aprendizado, a exemplo do *Google Colab*, permite que a monitoria crie uma expectativa maior de aprovação para eles, gerando impacto direto no índice de sucesso da disciplina. Ademais, conclui-se que o uso colaborativo de conteúdo computacional e interativo é indispensável à disciplina de Cálculo Numérico não só para acelerar o processo de aprendizagem, mas também para acrescentar conteúdo ao leque de conhecimentos do estudante.

Agradecimentos

Este trabalho faz parte das atividades desenvolvidas dentro do Programa de Monitoria da Pró-Reitoria de Graduação (PRG) da universidade. Os autores agradecem à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), através do Departamento de Computação Científica (DCC) junto ao Centro de Informática (CI), pelo espaço cedido para a execução de trabalho proposto na disciplina. Agradecemos também aos estudantes da disciplina pelo *feedback*.

REFERÊNCIAS

MARIANA, V.C., MARTIMB, E. **Ferramentas computacionais na sala de aula: minimizando o descompasso entre conhecimento acadêmico e realidade.** Revista de Ensino de Engenharia, v.26, p.19 - 26, 2007.

NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. **Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula: um estudo exploratório. Investigações em Ensino de Ciências,** Porto Alegre, v.11, n.3, p. 383-401, 2006.

DA SILVA, Marcos Noé Pedro. **A Importância das Listas de Exercícios.** Disponível em:<<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/a-importancia-das-listas-exercicios.htm>>. Acesso em: 08 de maio de 2019.

NOBRE, C. N., Rezende, M., & Meireles, G. (2016). **The Use of Geogebra Software as a Calculus Teaching and Learning Tool,** 15(2), 253–267. <https://doi.org/10.15388/infedu.2016.13>

SILVA, S. F. R. et.al. **Estratégia Educacional Baseada em Problemas para Grandes Grupos: Relato de Experiência.** Revista Brasileira de Educação Médica, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v39n4/1981-5271-rbem-39-4-0607.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2017.

ONLINE COLLABORATIVE WORKFLOW FOR GENERATING INTERACTIVE CONTENT ON NUMERICAL METHODS WITH PYTHON AND GOOGLE COLAB

Abstract: *This work narrates the experience of applying an online collaborative workflow, between professor and assistant student for the development of complementary materials on numerical methods focused on STEM undergraduates. Embedding collaborative technologies into teaching practices to produce computational and interactive contents has proved to be efficient and agile for the construction of a systematized and straightforward approach between collaborators that manage the teaching-learning process. We discuss how the usage of Google Colab®, a free collaborative interactive programming platform, together with the Markdown markup language capabilities and the numerical computation modules provided by the Python programming language improves the quality level of exercise lists and complementary materials about numerical methods.*

Key-words: *Numerical methods. Collaborative work. Google Colab. Monitoring. Computer Tools*