

EXPERIÊNCIA DE ENSINO, PESQUISA E APRENDIZAGEM DE MÉTODOS NUMÉRICOS POR MEIO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4447

Flávio Kieckow - fkieckow@santoangelo.uri.br

URI

Rosangela Ferreira Prestes - ro.fprestes@san.uri.br

URi

Eliani Retzlaff - elianir@san.uri.br

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Vitor Batista Noro - vitorbatisonoro@gmail.com

Cooperativa de distribuição e geração de energia das missões

José Vitor Calegari - josevcalegari@aluno.santoangelo.uri.br

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Resumo: Este trabalho tem por objetivo apresentar uma Proposta Educacional para o ensino de métodos numéricos em Engenharias e Ciência da Computação, utilizando uma sequência de atividades que envolve o estudo de cabos fixos catenários em redes de transmissão de energia. A metodologia de ensino segue a aprendizagem por resolução de problemas, estabelecendo conexões próximas a situações reais da engenharia. Esta dinâmica busca integrar diferentes áreas do conhecimento, estimular o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional e promover a aprendizagem por resolução de problemas. Utiliza-se como ferramenta o software Mathcad Prime 3.0. A Sequência Didática é desenvolvida no componente curricular de Cálculo Numérico Computacional e tem como proposta proporcionar aos estudantes de Engenharias e Ciência da Computação a oportunidade de aplicar conhecimentos de diferentes áreas, desenvolver habilidades de pesquisa, análise de dados, seleção e aplicação de métodos numéricos, sequenciamento da resolução de problemas, comunicar e apresentar resultados. A utilização do Mathcad Prime para desenvolver a resolução do problema proposto, facilitou o processo, pois permitiu a implementação e visualização de forma sequencial da solução, e possibilitou o desenvolvimento do

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

pensamento computacional para a engenharia. Observou-se um ganho de aprendizagem dos estudantes na habilidade de resolução de problemas, na análise de dados

Palavras-chave: *Métodos Numéricos, Ensino de Engenharia, Resolução de Problemas, Mathcad Prime, Pensamento Computacional*

Realização:



Organização:



EXPERIÊNCIA DE ENSINO, PESQUISA E APRENDIZAGEM DE MÉTODOS NUMÉRICOS POR MEIO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

1 INTRODUÇÃO

De acordo com os pesquisadores Ribeiro, Passos e Salgado (2020) as investigações desenvolvidas ao longo da última década, apontam que um Problema Eficaz deve contextualizar a temática à realidade do aluno, suscitar a reflexão crítica acerca do assunto abordado, motivar o estudante e tornar a proposição passível de ser pesquisada.

Segundo Vergnaud (1996), é por intermédio das situações e dos problemas contextualizados a resolver que um conceito adquire sentido para o aprendiz, e esse processo é fundamental do ponto de vista psicológico, didático e em especial com referência às aprendizagens científicas e técnicas. A resolução de problemas não só contextualiza o conteúdo estudado, mas também, proporciona o estudante a pensar produtivamente, construir sua percepção dentro do seu cotidiano e da sua futura realidade profissional.

Nesse contexto, a formação de estudantes de Engenharias e Ciência da Computação pode ser focada na contínua busca de inovação, criatividade e resolução de problemas complexos. Para isso, é fundamental que o ensino seja pensado de forma a integrar as diversas áreas do conhecimento e estimular a utilização de ferramentas tecnológicas.

Modelos matemáticos são utilizados em diversas áreas do conhecimento para descrever e resolver problemas complexos. No entanto, muitas vezes esses modelos matemáticos não possuem soluções analíticas ou estas são muito difíceis de se obter, o que exige a utilização de análise numérica e computacional para encontrar soluções aproximadas. Nessas situações o *software Mathcad Prime* apresenta-se como uma ferramenta de grande utilidade para a resolução de problemas de engenharia.

O *Mathcad Prime* é um *software* que permite a implementação e resolução de métodos numéricos para problemas que envolvem modelos matemáticos. Sendo assim, seu uso pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional, já que essa ferramenta permite também a visualização e validação dos resultados obtidos passo a passo, incentivando a reflexão sobre o processo de organização de informações, bem como dos cálculos sendo implementados, e as possíveis variações e condições de aplicação dos modelos matemáticos de forma mais geral. Além disso, oferece recursos para a análise de dados e gráficos, o que possibilita uma abordagem mais completa e interdisciplinar dos problemas, estimulando a capacidade analítica e crítica dos alunos em relação aos modelos matemáticos e sua aplicação em diversas áreas do conhecimento.

Neste artigo, será apresentado uma sequência didática (SD) para o ensino de métodos numéricos para Engenharias e Ciência da Computação por meio do estudo de cabos flexíveis catenários, em redes de transmissão de energia. A proposta estimula a interdisciplinaridade, o trabalho em equipe e o pensamento computacional.

Os cabos flexíveis são elementos importantes em sistemas mecânicos, elétricos e civis, e sua utilização é comum em diversas áreas das engenharias. A resolução para esses problemas requer a busca do conhecimento de matemática e física, além da utilização de ferramentas tecnológicas para a análise dos dados.

O estudo aqui apresentado é uma proposta educacional para o ensino de métodos numéricos para Engenharias e Ciência da Computação, mostrando a aplicação prática desses métodos em problemas reais e complexos, e que pode contribuir para uma aprendizagem significativa do educando por meio da SD.

2 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

2.1 A importância dos Métodos Numéricos na resolução de problemas de engenharia

O estudo dos métodos numéricos é importante para a resolução dos mais diversos problemas, de diferentes áreas do conhecimento. No que tange a engenharia, em função do progresso de computadores, os métodos complexos e exaustivos tornam-se de fácil uso e são capazes de organizar a sequência de passos para resolver problemas.

Os métodos numéricos são ferramentas matemáticas que permitem aos engenheiros modelar e simular o comportamento de sistemas complexos, em que não têm soluções analíticas simples ou, em alguns casos, não têm soluções analíticas disponíveis. Portanto, é necessário conhecer esses métodos para obter soluções numéricas que sejam aceitáveis para a prática da engenharia.

Nessa perspectiva, os métodos numéricos geralmente estudados para a resolução de problemas abrangem entre outros, Zeros de Funções, Sistemas Lineares, Interpolação Polinomial, Integrais Definidas e Equações Diferenciais.

Para o cálculo de zeros de funções polinomiais e transcendentais, são estudados métodos como da Bisseção, Newton-Raphson, Secantes e Iteração Linear. Esses métodos são aplicados quando não é possível encontrar uma solução analítica para uma equação ou quando a solução analítica é muito complexa ou impraticável de se obter. Essas técnicas podem ser aplicadas em várias situações, como análise de circuitos elétricos, modelagem de fenômenos físicos e cálculos de taxas de retorno financeiro. Esses métodos citados também possibilitam resolver problemas de otimização, como por exemplo, os que envolvem a busca pelos zeros de uma função derivada. A eficácia e a escolha do método dependem da natureza do problema em questão e das características da função a ser analisada.

Os métodos numéricos que envolvem a resolução de sistemas de ordens maiores, como o Métodos diretos de Eliminação de Gauss e Gauss-Jordan e ainda os Métodos iterativos, como Gauss-Jacobi e Gauss-Seidel, podem ser utilizados para análise de sistemas de equações. Em muitas situações, é necessário resolver sistemas de equações simultâneas, utilizados em problemas de modelagem complexa, como simulações de circuitos, sistemas de equilíbrio químico e análise de redes de distribuição de energia.

Já para o ajuste de curvas, em problemas nos quais é necessário obter uma função que se ajuste a um conjunto de pontos, são utilizados os métodos de sistemas lineares algébricos (onde encontram-se os coeficientes de uma função polinomial via resolução de sistemas), interpolação por Lagrange e por Newton. Esses métodos encontram uma função que passa pelos pontos conhecidos, podendo ser usado em áreas como modelagem matemática, previsão de dados e geração de curvas em gráficos. Também são estudados métodos numéricos desenvolvidos para aproximar o valor de uma integral definida quando não é possível encontrar uma solução analítica.

A resolução de integrais definidas é uma tarefa comum em várias áreas da ciência e da engenharia. Sua resolução se faz necessária para resolver integrais de funções complexas ou sem solução analítica, determinar a área sob a curva de uma função, também

pode ser enfatizada a necessidade de sua utilização em problemas de dinâmica de fluidos, eletromagnetismo, termodinâmica e muitos outros campos. A Regra do Trapézio, é um método simples que aproxima a área sob a curva de uma função dividindo-a em trapézios. A Regra de Simpson utiliza uma abordagem mais sofisticada ao dividir a área sob a curva em segmentos de parábola. A função é aproximada por polinômios de segundo grau, e a soma desses segmentos é calculada para estimar o valor da integral. Ambos os métodos citados podem utilizar pontos que envolvem grandezas como integrandos, ou seja, não é necessário ter a função especificada. Como exemplo pode-se citar um conjunto de pontos que representam um determinado período de tempo e a velocidade e por integração numérica encontrar o deslocamento, por meio da integração numérica. Ao considerar a Quadratura de Gauss-Legendre como outro método para cálculo de integral definida, é necessário que se conheça a função, pois utiliza uma fórmula específica para aproximar a integral definida. Essa técnica envolve a seleção de pontos e pesos para obter uma alta precisão na aproximação.

Ainda no contexto do estudo dos métodos numéricos, para a resolução de equações diferenciais de forma numérica, são abordados: o Método de Euler, como um método simples e de fácil implementação. Ele aproxima a solução da equação diferencial por meio de iterações sucessivas, avançando passo a passo ao longo da curva de solução. Esse método é amplamente utilizado em problemas simples de primeira ordem e serve como base para métodos mais avançados. Os Métodos de Runge-Kutta são mais precisos, pois utilizam uma combinação ponderada de gradientes em diferentes pontos para estimar a solução da equação diferencial. O método de Runge-Kutta de quarta ordem é bastante conhecido e é adequado para grande maioria de problemas. Dessa forma, a escolha do método depende da natureza da equação diferencial, da precisão desejada e das restrições computacionais.

Ao estudar os métodos citados, podemos constatar que os avanços na computação oferecem novas potencialidades para sua aplicação na engenharia. A máquina aliada aos potentes softwares matemáticos torna possível realizar cálculos mais complexos e precisos, lidar com grandes conjuntos de dados e executar algoritmos sofisticados. Isso permite simulações em tempo real, visualização e análise de dados mais detalhados, abordagens de modelagem e simulação mais realistas, e otimização automatizada de projetos de engenharia. Essas capacidades ampliadas permitem aos engenheiros tomar decisões, contribuindo para o desenvolvimento de soluções mais eficientes e avançadas. A utilização de softwares com interfaces educacionais com a potencialidade de linguagens próprias de programação, podem desenvolver nos acadêmicos habilidades como de resolução de problemas, pensamento crítico e analítico, habilidades de colaboração, competência tecnológica, criatividade e inovação, autonomia e aprendizagem autodirigida.

Considerando todas essas habilidades como essenciais para os desafios do mundo atual, em seguida é apresentado o Software Mathcad Prime como ferramenta de auxílio no estudo de métodos numéricos. A utilização da versão 3.0 do Mathcad Prime se justifica por ter sido adquirida de forma vitalícia na universidade.

2.2 Mathcad Prime como potencial para a resolução de problemas de engenharia e o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional

O Mathcad Prime é um software que permite a utilização de notações matemáticas e físicas em uma plataforma integrada. Com ele, é possível realizar cálculos complexos de forma precisa e visualizar os resultados de forma clara e objetiva; sua capacidade de

trabalhar com unidades físicas, reconhecendo automaticamente unidades das grandezas envolvidas torna essa funcionalidade importante na engenharia, onde as unidades físicas desempenham um papel fundamental na precisão e na interpretação dos resultados. Sua facilidade de uso e sua interface intuitiva, torna-o uma ferramenta acessível mesmo para aqueles que não possuem uma formação especializada em programação ou em matemática avançada. Em decorrência disso, nesse ambiente de trabalho os usuários podem se concentrar na resolução do problema em si, em vez de gastar tempo e esforço para aprender uma nova linguagem de programação ou uma ferramenta mais complexa.

Nessa perspectiva, o Mathcad pode ser utilizado em diversas áreas, desde a análise estrutural até a simulação de processos físicos e químicos, assim como por profissionais das engenharias ou outras áreas do conhecimento que utilizam a matemática para resolução de problemas reais. Sendo assim, pode colaborar na realização de cálculos complexos de forma mais eficiente, precisa e organizada.

Trabalhar a resolução de problemas reais em sala de aula, é uma forma de contextualizar e dar significado à matemática, de relacionar os conceitos matemáticos e físicos com a prática. No entanto, problemas reais normalmente são multidisciplinares devido a sua complexidade, então, é fundamental que os professores de diferentes áreas trabalhem de forma colaborativa na construção do conhecimento. Isso permite a troca de experiências e a integração de diferentes áreas do conhecimento, o que é essencial para uma formação mais completa e abrangente dos acadêmicos e uma aprendizagem significativa.

A resolução de problemas utilizando ferramentas computacionais como o Mathcad Prime pode ser uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional. De acordo com Sengupta et al. (2013), o pensamento computacional pode ser definido como "uma habilidade de formular problemas de forma que seus solucionadores possam usar um computador e outras ferramentas para ajudá-los a resolver esses problemas de forma eficiente e eficaz".

De acordo com Kampff et al. (2016), o pensamento computacional envolve a decomposição de problemas em elementos menores e a busca por algoritmos que os resolvam. No Mathcad, a decomposição divide problemas maiores em etapas menores, facilitando uma abordagem sistemática para resolvê-los. O reconhecimento de padrões no Mathcad ajuda a identificar semelhanças e repetições nos conjuntos de dados, fornecendo insights valiosos. A abstração no Mathcad envolve eliminar informações desnecessárias para se concentrar nos elementos essenciais do problema.

Além disso, a utilização do Mathcad Prime também pode ajudar os acadêmicos a desenvolver habilidades do pensamento crítico e analítico, uma vez que a ferramenta permite a visualização passo a passo dos resultados obtidos, incentivando a reflexão e o questionamento sobre as soluções encontradas. Segundo Adams et al. (2016), o uso do Mathcad Prime no ensino pode ajudar os alunos a desenvolver habilidades de avaliar a validade dos resultados obtidos e identificar e corrigir possíveis erros ou imprecisões nos cálculos.

Para uma boa avaliação da utilização do Mathcad Prime na resolução de problemas de engenharia como uma estratégia para o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional, crítico e analítico, abordar-se-á por meio da SD o problema de cabos fixos catenários, onde os acadêmicos utilizaram-se de modelos matemáticos, escolheram métodos numéricos adequados e interpretaram e comunicaram resultados por meio da visualização e validação passo a passo dos resultados, incentivando a reflexão e o questionamento sobre as soluções encontradas.

2.3 Sequência Didática aplicada a um problema de cabos flexíveis catenários em redes de transmissão de energia elétrica

A Sequência Didática (SD), segundo Zabala (2007, p.18) é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. Com o objetivo de engajar os acadêmicos na pesquisa e resolução de problemas e apresentar a eles desafios que envolvam conhecimentos multidisciplinares abordados em outros componentes curriculares, e que exijam o uso de métodos numéricos, foi desenvolvida a SD a seguir.

As atividades da SD fazem parte do componente curricular de Cálculo Numérico Computacional, e tem como intuito proporcionar aos estudantes de Engenharias e Ciência da Computação a oportunidade de aplicar conhecimentos de diferentes áreas, e desenvolver habilidades de pesquisa, análise de dados, seleção e aplicação de métodos numéricos, resolução de problemas e comunicação.

1ª Atividade:

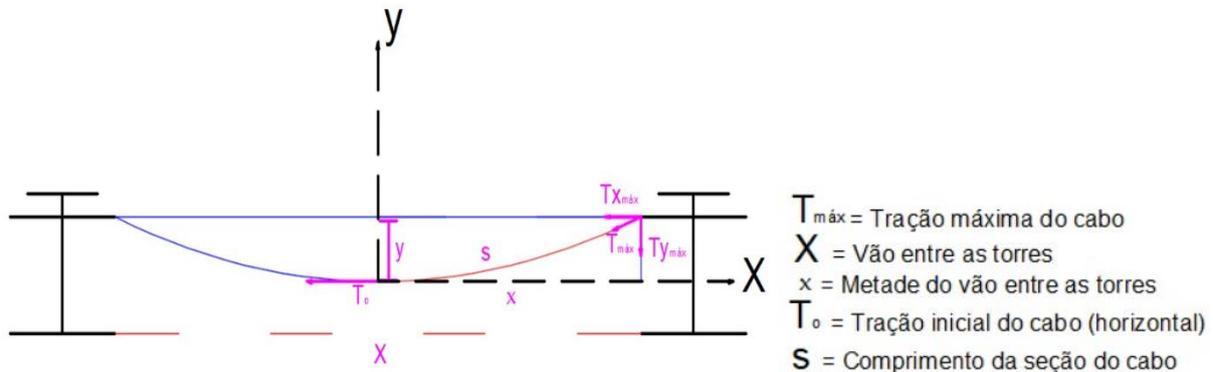
- Apresentar aos acadêmicos exemplos de problemas práticos que requerem a aplicação de conhecimentos de diferentes disciplinas e que podem ser abordados com o uso de métodos numéricos. Discutir a importância de integrar diferentes áreas (Engenharias e Ciência da Computação) de conhecimento para a resolução efetiva desses problemas.
- Discutir com os acadêmicos e pedir que identifiquem problemas específicos que envolvam a interseção de conhecimentos de diferentes disciplinas. Isso pode ser feito por meio de pesquisas individuais ou em grupo, incentivando-os a explorar tópicos de seu interesse e buscar problemas reais que possam ser abordados com métodos numéricos.
- Incentivar os acadêmicos a realizar pesquisas e coletar dados relevantes para cada problema identificado. Eles devem explorar fontes confiáveis e aplicar técnicas de coleta e análise de dados adequadas para obter informações necessárias à resolução dos problemas.

Os acadêmicos e bolsistas de iniciação científica realizaram uma pesquisa sobre cabos flexíveis, utilizando livros como fonte de informações e também visitaram uma concessionária de energia elétrica. Durante o processo, foram avaliadas informações relevantes sobre cabos fixos e suas condições. Para embasar essa atividade, foram utilizados conhecimentos específicos adquiridos por meio de bibliografias e também foram consultados professores de outros componentes curriculares.

Os cabos flexíveis em redes de transmissão de energia são estruturas compostas por fios condutores que levam eletricidade de um lugar para outro. Esse conjunto de fios formam o cabo, que tem como característica a flexibilidade e capacidade de se adaptar a diferentes terrenos e condições climáticas. Os materiais utilizados conseguem suportar cargas pesadas e são ótimos para conduzir eletricidade em longas distâncias. É importante analisar como esses cabos se comportam em diferentes situações para garantir que a transmissão de energia seja segura e eficiente.

No problema foram consideradas as informações identificadas na Figura 1.

Figura 1 - Ilustração do problema dos cabos catenários.



Fonte: Autor (2023).

A equação (1), envolve o cálculo do peso do cabo (μ) em kN/m, o qual é definido como o produto da densidade específica (ρ) em Kg/m, pela gravidade (g) em m/s².

$$\mu = \rho \cdot g \quad (1)$$

A equação (2) para o cálculo do tamanho da flecha do cabo catenário considera a relação entre a tração inicial do cabo (T_0) em kN, o peso do cabo (μ) e a metade do vão entre as torres em m.

$$y(x) = \frac{T_0}{\mu} \left(\cosh \frac{\mu \cdot x}{T_0} - 1 \right) \quad (2)$$

Já a equação (3), reflete a ideia de que a tração final do cabo é igual à tração inicial acrescida do efeito do peso do cabo, que aumenta à medida que a flecha aumenta.

$$T = T_0 + \mu \cdot y \quad (3)$$

A equação (4), para calcular o tamanho do cabo fixo $s(x)$ em m, em função da distância horizontal x (metade do vão) em um cabo catenário é dada por:

$$s(x) = \frac{T_0}{\mu} \left(\sinh \frac{\mu \cdot x}{T_0} \right) \quad (4)$$

2ª Atividade:

Com base em um dos problemas identificados (cabos flexíveis catenários) e nos dados coletados, os acadêmicos devem selecionar os métodos numéricos mais apropriados para a resolução de cada problema (ou parte do problema). Isso pode envolver o uso de técnicas como resolução de equações, interpolação, resolução de sistemas de equações, integração numérica, entre outros.

Nesta atividade, optamos por um problema considerado relativamente simples. Os estudantes reconheceram a necessidade de aplicar equações e métodos numéricos para resolvê-lo, seguindo uma sequência de atividades. Esse problema em particular foi retirado do livro "Mecânica para Engenharia: Estática" de Meriam et al. (2011).

Problema trabalhado: Com uma carga distribuída ao longo do cabo, o qual tem uma massa de 12 kg por metro do seu próprio comprimento. O cabo está suspenso entre dois pontos distantes de 300m e situados no mesmo

nível do terreno, tendo uma deflexão de 60m. Elaborar um algoritmo no Mathcad.

- Inserir os valores de entrada: definir quais são as variáveis, as constantes e as equações envolvidas e suas atribuições.
- Determine a força trativa na metade do comprimento;
- Determine a força trativa máxima;
- Determine o comprimento total do cabo.

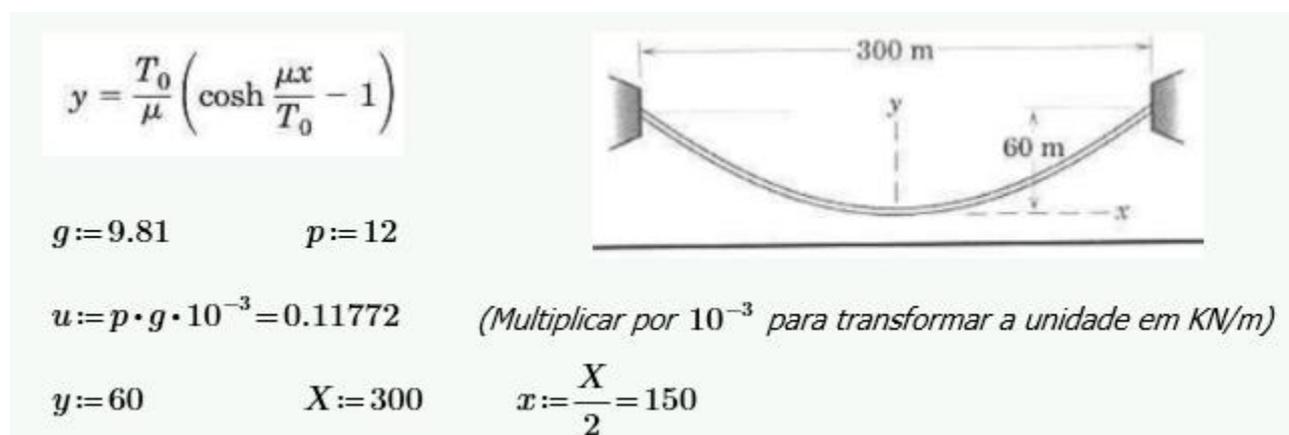
3ª Atividade:

Os acadêmicos devem aplicar os métodos numéricos selecionados para resolver os problemas identificados. Eles devem realizar os cálculos necessários, interpretar os resultados obtidos e analisar as implicações das soluções encontradas.

Os estudantes utilizaram a interface do Mathcad para organizar todo o processo de resolução do problema. Segue desenvolvimento:

Na figura 2, foram definidas como constante a gravidade e como variáveis de entrada: o tamanho total do vão, metade do vão, a densidade e o peso do cabo, bem como a equação do tamanho da fecha.

Figura 2 - Ilustração do problema dos cabos catenários.



Fonte: Autor (2023).

Como podemos observar a figura 3, com as variáveis e constantes corretamente definidas foi possível encontrar a tração inicial T_0 por meio do método numérico da Bisseção para encontrar zeros de funções.

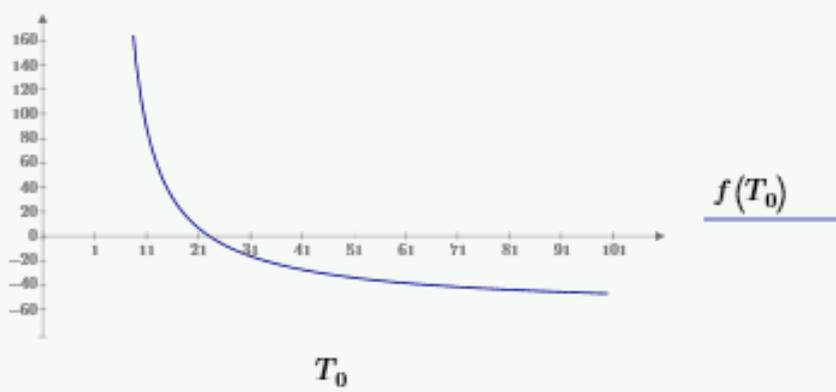
Figura 3 - Ilustração do Método Numérico – Bisseção

Igualando a zero a equação temos um problema de zero de função, onde podemos calcular a Tração na metade do comprimento do vão:

$$f(T_0) = \frac{T_0}{u} \cdot \left(\cosh\left(\frac{u}{T_0} \cdot x\right) - 1 \right) - y \rightarrow 8.4947332653754672103 \cdot T_0 \cdot \left(\cosh\left(\frac{17.658}{T_0}\right) - 1.0 \right) - 60.0$$

$$T_0 := 1, 2 \dots 100$$

(intervalo para tração inicial)



Achar T_0 por um dos métodos estudados para cálculo de zeros de funções e validar com; lembrar de chamar as variáveis de entrada sem unidades.

$$u := 0.118$$

$$x := 150$$

$$y := 60$$

Utilizando o Método da Bisseção:

```

Bisseção(a, b, erro) :=
    if f(a) * f(b) < 0
        T0 ← (a + b) / 2
        while |f(T0)| > erro
            T0 ← (a + b) / 2
            if f(a) * f(T0) > 0
                a ← T0
            else
                b ← T0
    T0
    
```

$T_0 := \text{Bisseção}(1, 100, 0.0000001) = 23.162$

Validação do método utilizado:

$T_0 := \text{root}(f(T_0), T_0, 1, 100) = 23.162$

Fonte: Autor (2023).

Na sequência a figura 4 apresenta o cálculo dinâmico da força trativa máxima e o comprimento total do cabo fixo por meio das equações analíticas.

Figura 4 - Ilustração do problema dos cabos catenários.

Força trativa máxima:

$$T := T_0 + u \cdot y = 30.281$$

Comprimento total do cabo:

$$s = \frac{T_0}{\mu} \sinh \frac{\mu x}{T_0} \quad (\text{Comprimento da metade do cabo})$$

$$s := \frac{T_0}{u} \cdot \sinh \left(\frac{u \cdot x}{T_0} \right) = 164.885$$

$$S := 2 \cdot s = 329.77 \quad (\text{Comprimento total do cabo})$$

Fonte: Autor (2023).

4ª Atividade:

Incentivar os acadêmicos a comunicar e apresentar seus resultados de forma clara. Eles podem utilizar a própria interface do Mathcad para as apresentações, bem como outra linguagem de programação a qual podem oferecer como produto, demonstrações práticas para compartilhar suas descobertas com a turma. Isso promove a habilidade de comunicação e permite que os acadêmicos compartilhem suas experiências e aprendizados com os colegas.

Nesta atividade, observou-se que os acadêmicos estruturaram de forma lógica e sequencial, com explicações detalhadas de cada passo, incluindo fórmulas, equações e algoritmos. O que colabora para seguir o raciocínio por trás de cada cálculo e a entender a aplicação dos conceitos. A interatividade e experimentação também foram incorporadas, permitindo que variáveis fossem manipuladas, observassem resultados em tempo real e realizassem experimentos para explorar diferentes cenários (testando alguns parâmetros) e sua influência nos resultados. Essa abordagem certamente contribui para uma aprendizagem mais significativa e uma melhor compreensão dos cabos fixos e dos métodos numéricos empregados em sua análise e dimensionamento.

Acredita-se que essas atividades envolvem ativamente os acadêmicos na aprendizagem, estimulando seu interesse e proporcionando uma compreensão mais abrangente e integrada dos conhecimentos adquiridos no componente Cálculo Numérico Computacional.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de métodos numéricos é fundamental para a resolução de problemas em cabos flexíveis, uma vez que envolve cálculos complexos que podem ser difíceis de realizar manualmente. À medida que foram feitos estudos sobre os cabos flexíveis, tornou-se

possível a análise de diversas situações que podem ocorrer na prática, como entre outros, o efeito da temperatura, do vento, do tamanho do vão, do desnível do terreno, tamanho do cabo e variação da carga aplicada.

Observou-se que o uso do Mathcad para organizar a resolução de problemas em sala de aula com acadêmicos de Engenharias e Ciência da Computação tornou-se uma experiência desafiadora e estimulante. A colaboração entre os dois grupos foi impactada por diferenças de conhecimento específicos em relação à pré-requisitos, bem como de habilidades ao tratar da programação com auxílio do software e às técnicas de resolução de problemas.

Foi necessário estabelecer uma comunicação clara e promover um ambiente de aprendizado colaborativo, permitindo que os acadêmicos compartilhassem seus conhecimentos e experiências para construir soluções conjuntas. Além disso, após a organização do algoritmo foi proposto o uso de outra linguagem de programação pelos acadêmicos da Ciência da Computação para que relacionassem as linguagens e pudessem fornecer um produto aos futuros engenheiros, o que requereu a integração de conhecimentos técnicos e criatividade, exigindo uma abordagem interdisciplinar e a capacidade de traduzir requisitos de engenharia em funcionalidades de software.

Dessa forma, no desenvolvimento da última etapa, a criação de um aplicativo que atenda às necessidades específicas da engenharia, foi fundamental que o grupo trabalhasse em conjunto, combinando as habilidades de programação dos acadêmicos da computação com o conhecimento de engenharia, visando eficiência e usabilidade validada.

Então, estudar métodos numéricos por meio da resolução de problemas, utilizando-se de recursos de softwares, com dois grupos de acadêmicos juntos requer colaboração interdisciplinar e comunicação eficaz, resultando em soluções inovadoras e aplicáveis que combinam o conhecimento técnico associado a atividades profissionais de engenharia, preparando os acadêmicos para enfrentar desafios reais com sucesso.

Como professores, nosso papel foi de orientar e facilitar a colaboração entre os acadêmicos, fornecendo suporte técnico e pedagógico no uso do software Mathcad Prime 3.0 e dos métodos numéricos, bem como promover a integração entre os grupos para estimular a criação de soluções para o problema. É importante salientar que o estudo dos métodos numéricos com softwares, como o Mathcad, promove competências em matemática aplicada, permitindo aos acadêmicos aplicar conceitos matemáticos em contextos práticos e resolver problemas do mundo real. Em relação ao desenvolvimento de habilidades pelos acadêmicos podem ser elencadas: a resolução de problemas, pois o uso do software exige a aplicação de conceitos matemáticos para solucionar problemas de forma estruturada; de programação, uma vez que o software utiliza linguagem própria para expressar equações e algoritmos; e a comunicação dos resultados.

Para finalizar, o estudo do problema de cabos flexíveis sem desnível no terreno foi um exercício inicialmente fácil. No entanto, ele serviu como uma base sólida para compreender a estruturação do programa e também como um ponto de partida para uma análise mais aprofundada dos cabos flexíveis. Esse estudo está se desenvolvendo dentro do componente de Cálculo Numérico Computacional, e a sequência didática segue com estudo mais avançado sobre cabos flexíveis, levando em consideração variáveis e parâmetros adicionais, proporcionando uma compreensão mais abrangente e detalhada desse problema e envolvendo o estudo de outros métodos numéricos, conforme questões levantadas. Espera-se que essa experiência incentive acadêmicos e professores a buscar estudos mais avançados e a explorar soluções inovadoras para desafios similares às atividades profissionais desses estudantes no futuro próximo.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio recebido do grupo de pesquisa GEMEP, ao bolsista de iniciação científica e a URI pelo patrocínio da bolsa.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R., et al. Incorporando o Mathcad Prime no Ensino de Engenharia. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 17, n. 4, pág. 44-50, 2016.

MERIAM, J. L. et al. **Mecânica para Engenharia: Estática**. Rio de Janeiro: LTC, 2011

KAMPPFF, Adriana Justin Cerveira. LOPES, Tiago Ricciardi Correa. ALVES, Isa Mara da Rosa. SOUZA, Vinicius Costa de. MARSON, Fernando Pinho. RIGO, Sandro José. **Pensamento Computacional no Ensino Superior: Relato de uma oficina com professores da Universidade do Vale do Rio dos Sinos**. Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016).

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T.D. M. Metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências: as características de um problema eficaz. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. 2020; 22:e24006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172020210137>

SENGUPTA, S., et al. Integrando o pensamento computacional com a educação científica K-12 usando computação baseada em agente: uma estrutura teórica. **Educação e Tecnologias da Informação**, v. 18, n. 2, pág. 351-380, 2013.

VERGNAUD, G. A. Teoria dos Campos Conceituais. In BRUN, J. (Ed.) **Didáctica das Matemáticas**. Tradução de Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, pág. 155-191, 1996.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2007

TEACHING, RESEARCH, AND LEARNING EXPERIENCE OF NUMERICAL METHODS THROUGH PROBLEM SOLVING.

Abstract: *This work aims to present an Educational Proposal for teaching numerical methods in Engineering and Computer Science, using a sequence of activities that involve the study of catenary fixed cables in power transmission networks. The teaching methodology follows problem-solving learning, establishing close connections to real engineering situations. This dynamic seeks to integrate different areas of knowledge, stimulate the development of computational thinking skills, and promote problem-solving learning. The software Mathcad Prime 3.0 is used as a tool. The Didactic Sequence is developed in the Computational Numerical Calculus curricular component and aims to provide students in Engineering and Computer Science with the opportunity to apply knowledge from different areas, develop research skills, data analysis, selection and application of numerical methods, problem-solving sequencing, and communicate and present results. The use of Mathcad Prime to develop the proposed problem resolution facilitated the process as it allowed the implementation and sequential visualization of the solution, and enabled the development of computational thinking for engineering. An improvement in students' learning was observed in problem-solving skills, data analysis, collaborative work (in pairs and teams), the use of technology, creativity, and innovation.*

Keywords: *Numerical Methods, Engineering Education, Problem Solving, Mathcad Prime, Computational Thinking*

Resumo: Este trabalho tem por objetivo apresentar uma Proposta Educacional para o ensino de métodos numéricos em Engenharias e Ciência da Computação, utilizando uma sequência de atividades que envolve o estudo de cabos fixos catenários em redes de transmissão de energia. A metodologia de ensino segue a aprendizagem por resolução de problemas, estabelecendo conexões próximas a situações reais da engenharia. Esta dinâmica busca integrar diferentes áreas do conhecimento, estimular o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional e promover a aprendizagem por resolução de problemas. Utiliza-se como ferramenta o software Mathcad Prime 3.0. A Sequência Didática é desenvolvida no componente curricular de Cálculo Numérico Computacional e tem como proposta proporcionar aos estudantes de Engenharias e Ciência da Computação a oportunidade de aplicar conhecimentos de diferentes áreas, desenvolver habilidades de pesquisa, análise de dados, seleção e aplicação de métodos numéricos, sequenciamento da resolução de problemas, comunicar e apresentar resultados. A utilização do Mathcad Prime para desenvolver a resolução do problema proposto, facilitou o processo, pois permitiu a implementação e visualização de forma sequencial da solução, e possibilitou o desenvolvimento do pensamento computacional para a engenharia. Observou-se um ganho de aprendizagem dos estudantes na habilidade de resolução de problemas, na análise de dados, no trabalho colaborativo (por pares e em equipes), no uso das tecnologias, criatividade e inovação.

Palavras-chave: Métodos Numéricos, Ensino de Engenharia, Resolução de Problemas, Mathcad Prime, Pensamento Computacional.