

MÉTODO DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL APLICADO NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO POR MEIO DA DETECTAÇÃO DO SISTEMA DE COORDENADAS DO CENTRO DE MASSA DE UMA ESTRUTURA

Denis Carlos Lima Costa (IFPA-ANANINDEUA) deniscosta1810@gmail.com

Guilherme Damasceno Silva (IFPA-ANANINDEUA) guilherme.damasceno.silva@gmail.com

Heitor Alves de Oliveira Costa (IESAM/ESTÁCIO) heictor8@gmail.com

Resumo:

A sociedade contemporânea tem vivenciado nas últimas décadas um avanço tecnológico veloz, que vem impulsionando mudanças sensíveis na vida dos indivíduos e, tendo um reflexo decisivo nas relações de âmbito educacional e produtivo. A utilização de novas tecnologias só surte efeito quando são utilizadas para o favorecimento da melhoria da qualidade do ensino, pois tê-la apenas por convenção e modernidade não é garantia de que a educação produzirá um engenheiro de qualidade. O processo de ensino-aprendizagem revela-se nas práticas do professor, e de como este e os alunos utilizam e aplicam os recursos tecnológicos disponíveis. A presença da tecnologia, desenvolvida em ambiente MATLAB, deve impulsionar o enriquecimento do ambiente educacional e profissional, objetivando a construção do conhecimento por meio de uma atuação ativa e crítica por parte de alunos e professores, refletindo nas indústrias e empresas. O presente trabalho tem como propósito apresentar um método computacional que otimiza o ensino-aprendizagem do curso de Engenharia de Produção por meio do cálculo do centro de massa de uma estrutura. Esse mecanismo foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa Gradiente de Modelagem Matemática e Simulação Computacional – GM²SC, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Ananindeua. A ferramenta enfatiza as tecnologias digitais no processo ensino-aprendizagem e produção, sendo classificada como robusta e precisa na construção e aplicabilidade do conhecimento.

Palavras chave: Otimização da Produção, Inteligência Computacional, Tecnologia digital.

COMPUTATIONAL INTELLIGENCE METHOD APPLIED IN OPTIMIZATION OF PRODUCTION BY DETECTING THE COORDINATED SYSTEM OF THE MASS CENTER OF A STRUCTURE

Abstract

Contemporary society has experienced a rapid technological advance in the last decades, which has been driving significant changes in the lives of individuals, and having a decisive impact on educational and productive relations. The use of new technologies only takes effect when they are used to favor the improvement of the quality of education, because having it only by convention and modernity is no guarantee that education will produce a quality engineer. The teaching-learning process is revealed in the praxis of the teacher, and how this and the students use and apply the available technological resources. The presence of technology, developed in a MATLAB environment, should boost the enrichment of the educational and professional environment, aiming the construction of knowledge through active and critical action by students and teachers, reflected in industries and companies. The present work aims to present a computational method that optimizes the teaching-learning of the course of Production Engineering by means of calculating the center of mass of a structure. This mechanism was developed by the gradient research group on Mathematical Modeling and Computational Simulation - GM²SC, from the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará,

Ananindeua Campus. The tool emphasizes digital technologies in the teaching-learning and production process, being classified as robust and precise in the construction and applicability of knowledge.

Key-words: Production Optimization, Computational Intelligence, Digital Technology.

1. Introdução

A utilização de métodos tradicionais de ensino-aprendizagem, em que o professor é o sujeito ativo no processo, repassando seu conhecimento aos alunos, normalmente por meio de aula teórica, especialmente nos cursos superiores de engenharia, tem se mostrado desafiador, tanto para os alunos como para os professores. De um lado os professores assumem um papel apoiado na transmissão de conhecimento de fenômenos quase sempre complexos, e os discentes assumem um papel passivo na aprendizagem, e se deparam com dificuldades para compreender e interpretar tais fenômenos.

Para Fiolhais e Trindade (2003), uma característica da engenharia que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos, teorias e modelos resultantes de experimentações práticas e de difícil compreensão. A utilização de recursos diversificados no processo de ensino-aprendizagem é bem aceita pelos alunos e imprimem bons resultados.

As Ferramentas computacionais tem sido alternativas eficazes, uma vez que auxiliam os alunos no entendimento dos conteúdos ministrados, tornando o processo de “aprender” mais dinâmicos, ágil e prazeroso. A prática na utilização das ferramentas computacionais conquista a atenção do aluno de engenharia, além de aproximar a parte teórica da prática, contribuindo para melhoria significativa do aprendizado (Silva, 2003). A utilização desse tipo de prática nos dias de hoje é imprescindível na comunidade acadêmica, principalmente pelo fato da evolução tecnológica e disseminação na sua utilização em indústrias. A Internet, softwares dedicados e animações gráficas podem levar o aluno a compreender com maior facilidade os experimentos mais complexos, que por meio de métodos tradicionais são mais difíceis de serem demonstrados.

Para Veit (2005) o computador se tornou uma importante ferramenta para os estudos científicos atuais. Sua utilização proporciona aos alunos de engenharia métodos para geração de modelos, auxilia na relações e estabelecimento de hipóteses sobre conceitos pouco factíveis, além de ajudar na elucidação de vários problemas concretos voltados para o ensino da engenharia como um todo.

Com a disseminação tecnológica e avanço das técnicas computacionais, diversos métodos que demandavam tempo e esforço de alunos e pesquisadores, estão sendo adotados de forma mais prática e com maior agilidade. O computador digital ampliou a facilidade de utilização destes métodos e permitiu aos alunos o uso dessas ferramentas e técnicas. Dentre as técnicas disponíveis para cálculo e análise de estruturas pode-se citar o cálculo do centro de massa. Vários softwares estão disponíveis no mercado e aplicados em universidades, como por exemplo o *Tracker* (<http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html>), desenvolvido pelo Laboratório de Física da UFGS, que viabiliza os estudos de vários conteúdos da Física, como a mecânica, o eletromagnetismo, a óptica, etc. O cálculo do centro de massa, extremamente importante nas engenharias em especial da Engenharia de Produção, é apresentado na Figura 1, para entusiastas interessados em compreender de maneira mais detalhada a utilização desse tipo

de cálculo.

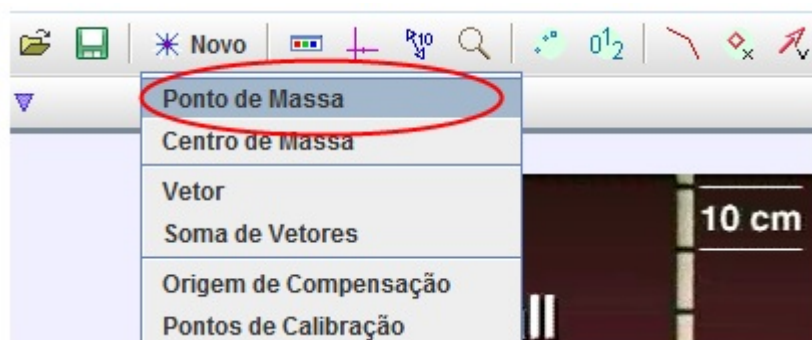


Figura 1- Cálculo do Centro de Massa com o software Tracker

Os professores, diante disso, esforçam-se para utilizar novas estratégias de ensino, que atendam às necessidades de aprendizagens voltadas para realidade atual da grande maioria dos alunos, fazendo-se mais presentes na prática, por meio do envolvimento, orientação e participação mais ativa (GUERRA, 2000). Os cursos de engenharia são constituídos, em grande parte, por complexos cálculos inseridos na sua matriz curricular. Facilitar o processo analítico mediante o uso da inteligência computacional é papel importante das universidades, na formação e capacitação de engenheiros.

Os testes dos materiais são de suma importância para que se possa analisar exaustivamente suas reações em função dos fenômenos que podem ocorrer. Seja uma laje, telhado, vigas, máquinas, equipamentos, empacotamento ou instalações, cada item, dependendo da sua aplicação, vai ter um cálculo para que seja possível observar quanto a estrutura suporta, o que vai ser possível fazer e de que maneira a carga poderá ser substituída, se o método aplicado é adequado, se deverá haver alguma alteração.

Para Hibbeler (2004), o estudo das estruturas nas engenharias reproduz as relações entre cargas que são aplicadas a um corpo deformável externamente, e a intensidade em que as forças internas atuam, abrangendo o cálculo das deformações do corpo e o estudo da sua estabilidade, quando submetido a solicitações externas.

Com isso, pode-se perceber que a resistência dos materiais, por mais complexa que possa ser, é fundamental. Não só em algumas engenharias ou em outras, mas em todas, pois a mesma dá a noção de que os projetos devem ser proporcionais. Assim, é importante que todo engenheiro consiga visualizar onde existe a ocorrência de aplicação de forças, para evitar riscos de deformação e de rompimento.

O objetivo deste trabalho é propor a otimização da produção mediante o cálculo do centro de massa de uma estrutura, por meio do desenvolvimento de um método computacional para auxiliar no ensino-aprendizagem de alunos da área das engenharias, pois este método realiza de forma iterativa e interativa o cálculo do centro de massa, auxiliando na compreensão da teoria utilizada no cálculo processando-o de forma automatizada, fazendo uso de um método prático que reduz a margem de erros, maximizando a produção.

2. Revisão da Literatura

2.1 A importância das tecnologias aplicadas no processo de produção.

Quando se falava em informatizar as universidades, o primeiro pensamento estava diretamente relacionado com educar para o uso da tecnologia, porém hoje é possível afirmar que, precisamos das tecnologias para educar e formar excelentes engenheiros. A utilização desses novos recursos tecnológicos vem para melhorar principalmente a equidade entre os alunos. Ampliando o acesso ao conhecimento melhora-se, também, a qualidade do ensino-aprendizagem e sua aplicabilidade na área profissional (RIBEIRO, 2007).

É importante ressaltar que a utilização da tecnologia não vai resolver todos os entraves encontrados no âmbito do ensino e aprendizagem, faz necessário mesclar a utilização das ferramentas tecnológicas com os saberes, experiências e interações presenciais, que se tornam também fundamentais para o desenvolvimento integral e contínuo.

Também é de suma importância que com a utilização da tecnologia, se crie uma versão digital das práticas pedagógicas já tradicionais existentes, pois não se trata de substituir e sim de inovar, utilizando novas abordagens que remetam a educação para o século XXI. As tecnologias educacionais não são utilizadas em substituição ao professor, e sim para empoderar os educadores, fazendo com que abandonem atividades mecanizadas e ultrapassadas, fazendo com que atuem como mediadores e mentores da aprendizagem (CHEVALLARD, 2009).

É necessário atualizar-se constantemente sobre os recursos que estão disponíveis, processos que podem ser aperfeiçoados e novas formas de realizar uma mesma tarefa ou atividade. Todos esses pontos têm potencial para serem desenvolvidos por intermédio das novas tecnologias, mantendo o foco, é claro, no enriquecimento das práticas pedagógicas (LEOPOLDO, 2012).

A tecnologia educacional/profissional já está presente, de diversas formas, em grande parte das universidades e em Institutos de Ciência e Tecnologia do país. Seja por meio dos tradicionais laboratórios de informática ou do uso de lousa digital, tablets, *smartphones* com recursos digitais, entre outros. Esse avanço tecnológico tem acarretado mudanças significativas no espaço escolar e no processo de ensino e aprendizagem (MORAN, 2011).

A sala de aula é um espaço de grande interatividade, sendo terreno fértil para o desenvolvimento de mecanismos capazes de transformar aulas em experiências de conectividade. Nesse contexto, surgem diversas oportunidades para aplicação de diferentes tecnologias, mas é primordial que as mudanças sejam incorporadas ao cotidiano dos alunos, familiares, professores e gestores de forma tranquila e equilibrada, a fim de melhorar a experiência de todos e, principalmente, ajudar no ensino e na aprendizagem (VIEIRA, 2011).

Assim como tem alto poder de contribuir de forma significativa, a tecnologia deve ser utilizada de forma consciente e planejada, pois pode prejudicar todo o processo de ensino e aprendizagem gerando muita dispersão, competição e ampliando a desigualdade entre os que possuem e os que não possuem acesso (ESTEBAN, 2007)

2.2 Trabalhos relacionados

É impossível negar a importância do uso das tecnologias aplicadas à educação superior, e de que estas exigem mudanças no processo educativo, e principalmente nas formas de como professores e universidades agem em relação a eles. As novas tecnologias aplicadas à educação vêm influenciando às universidades, em consequência dessa influência tecnológica é preciso

que seja assumido pela universidade um papel inovador, transformando-se, para melhor trabalhar com os conhecimentos dos indivíduos que passam por ela.

Os educadores, pesquisadores e empresários precisam se adaptar a essas inovações tentando compreendê-las, incorporá-las, socializando experiências e introduzindo essas transformações, no âmbito educacional de modo a contribuir na melhoria da qualidade dos processos de produção.

FREITAS et al., 2012 apresentam em seu artigo a modelagem matemática para o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para aplicação em problemas na área de engenharia, em especial os relacionados com a estruturação de peças como por exemplo vigas, eixos, lajes e pilares. Para o desenvolvimento da ferramenta utilizou-se as potencialidades contidas no ambiente MATLAB (Matrix Laboratory). A ferramenta foi desenvolvida no formato de um executável criado na interface gráfica do MATLAB, que disponibiliza para o usuário nove tipos de seções de área pré-definidas, sendo essas seções os tipos mais utilizados em estruturas para problemas de engenharia.

KHALED JAMAL BAKRI, no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (2016), expôs a proposta de desenvolvimento de uma ferramenta e/ou dispositivo reutilizável que serve ao ensino-aprendizagem, aplicado ao controle de sistemas eletrônicos empregados aos conversores de energia de um sistema de produção.

LIMA et al., 2016 apresentam uma ferramenta computacional para suporte nos processos de ensino-aprendizagem de equações diferenciais parciais, com interface gráfica no GUIDE do MATLAB, como recurso técnico, visando melhorar o processo analítico de resoluções. A ferramenta permite realizar simulações específicas para visualização com uso de gráficos 2D e 3D, como no caso da distribuição de calor em uma barra finita, utilizando os métodos da separação de variáveis e das diferenças finitas.

CRUZ et al., 2017 apresentam uma ferramenta para verificar o aprendizado relacionado à cadeia produtiva na área das construções. A metodologia consistiu na aplicação de um jogo a estudantes e profissionais, divididos em grupos. Como resultados, constatou-se que os grupos mostraram visões com múltiplos cenários quanto à cadeia produtiva nas construções.

3. Objetivos

3.1 Geral

Desenvolver um método computacional que otimize o ensino-aprendizagem o processo de identificação do centro de massa de um corpo a fim de viabilizar a produção.

3.2 Específicos

- Diagnosticar as equações relacionadas ao cálculo do centro de massa em duas dimensões;
- Modelar matematicamente o algoritmo para o cálculo do centro de massa;
- Modelar e desenvolver computacionalmente o algoritmo para o cálculo da distribuição de densidade superficial;
- Analisar os resultados obtidos de acordo com a engenharia de produção.

4. Metodologia

4.1 Análise Físico-Matemática para a determinação do centro de massa

A densidade é uma propriedade física que depende do tipo de empacotamento das partículas que constituem a substância. Conforme o tipo de ligação química, o tamanho das partículas e a massa de cada uma, a substância será mais ou menos densa. Existem três tipos importantes de densidade: Linear, Superficial e Volumétrica. Nesse trabalho dar-se-á maior ênfase na densidade Superficial, pois essa apresenta o maior número de aplicações na análise da produção.

O termo densidade linear é mais usado quando se descrevem as características de estruturas unidimensionais, embora a densidade linear também possa ser usada para descrever a densidade de uma quantidade tridimensional ao longo de uma dimensão particular. No entanto, esse é apenas um exemplo de uma densidade linear, pois qualquer quantidade pode ser medida em termos de seu valor em uma dimensão, densidade linear é definida como massa dividida pelo comprimento:

$$m = \frac{M}{L} \quad (1)$$

sendo, m é a densidade, M é a massa e L é o comprimento.

A densidade, ou mais precisamente, a densidade volumétrica da massa de uma substância é a sua massa por unidade de volume. Matematicamente, densidade é definida como massa dividida por volume:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

onde ρ é a densidade, m é a massa e V é o volume.

Seja $d \subset \mathbb{R}^2$, uma região compacta, representando uma determinada massa. Suponhamos que a função $\mu : d \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ representa a densidade superficial de massa (massa por unidade de área), ilustrada na Figura 2.

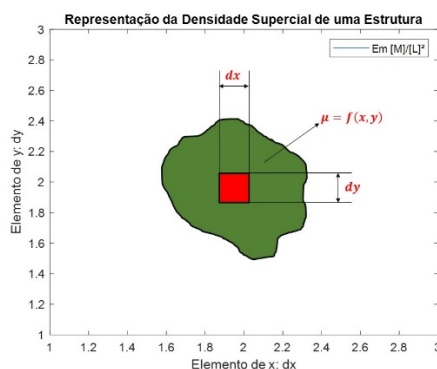


Figura 2 - Representação da Densidade Superficial de uma Estrutura

Considerando-se n^2 subretângulos R_{ij} de algum retângulo R que contém D e uma escolha $(x_i, y_i) \in R_{ij}$, observamos que a soma

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \mu(x_i, y_i) \Delta A \quad (3)$$

É uma aproximação da massa M de D onde $\mu(x_i, y_i) = 0$ se $\mu(x_i, y_i) \notin D$. Logo é razoável definir a densidade de massa M de D com

$$dm = \mu(x, y) dx dy \quad (4)$$

$$dm = \iint_R \mu(x, y) dx dy \quad (5)$$

$$R = \begin{cases} x_1 \leq x \leq x_2 \\ y_1 \leq y \leq y_2 \end{cases} \quad (6)$$

$$dm = \iint (x, y) d_x d_y \quad (7)$$

$$dm = \int_{y_1}^{y_2} \int_{x_1}^{x_2} \mu(x, y) dx dy \quad (8)$$

O método das diferenças finitas (MDF) é o método de resolução de equações diferenciais baseado na aproximação de derivadas por diferenças finitas. A fórmula de aproximação é obtida da série de Taylor da função derivada. Atualmente, os MDFs estão sendo considerados como a abordagem predominante das soluções numéricas de equações diferenciais parciais.

$$\int dm = M \text{ (M = Massa Total do Corpo)} \quad (9)$$

$$M = \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} \mu(x, y) dx dy \quad (10)$$

$$\mu(x, y) = \text{Densidade Superficial} \quad (11)$$

$$\mu = \frac{m}{A} \quad (12)$$

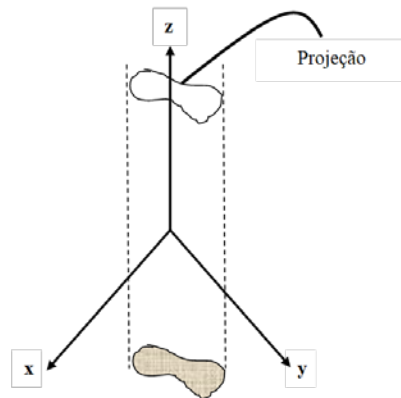


Figura 3 – Espelhamento de um corpo na terceira dimensão.

O símbolo nabla é utilizado na matemática para identificar o operador diferencial ∇ no cálculo vetorial.

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} i + \frac{\partial}{\partial y} j + \frac{\partial}{\partial z} k \quad (13)$$

Existem três tipos de operadores relacionais a serem discutidos Gradiente, Divergente e Rotacional, dando ênfase maior para o rotacional, pois as operações envolvidas utilizam o produto vetorial.

Podendo ser calculado somente em funções escalares, o gradiente de uma função escalar resulta em uma função vetorial que dá a direção de máxima variação da função escalar calculada. Por isso, visualmente, o campo gradiente de uma função escalar apontará para a região de maior variação da função. Sendo $f(x, y, z)$ uma função escalar, seu gradiente será dado por:

$$\nabla f = \frac{\partial f}{\partial x} i + \frac{\partial f}{\partial y} j + \frac{\partial f}{\partial z} k \quad (14)$$

Se $F = P_i + Q_j + R_k$ é um campo vetorial em \mathbb{R}^3 e existem $\frac{\partial P}{\partial x}$, $\frac{\partial Q}{\partial y}$ e $\frac{\partial R}{\partial z}$, então a divergência de F é uma função de três variáveis, definida por:

$$\text{div}F = \nabla * F = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \quad (15)$$

Se $F = P_i + Q_j + R_k$ é um campo vetorial em \mathbb{R}^3 e as derivadas parciais em P, Q e R existem, então o rotacional de F é um campo vetorial no \mathbb{R}^3 , definido por:

$$\text{rot}F = \nabla * F = \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) i + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) j + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) k \quad (16)$$

Chega-se no mesmo resultado fazendo:

$$\nabla x M = \begin{pmatrix} i & j & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F & L & P \end{pmatrix} \quad (17)$$

As integrais pertinentes ao cálculo das coordenadas do centro de massa são denominadas de Momentos de Segunda Ordem em relação aos eixos y e x, respectivamente, ilustrado na Figura 4, onde a notação é expressada por:

$$M = F * L \text{ (Momento = Força x Distância)} \quad (18)$$

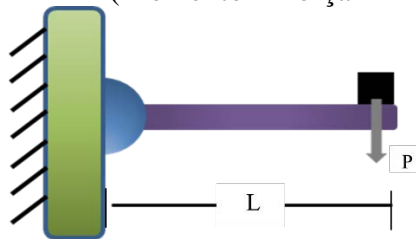


Figura 4 - Relação de força e distância

$$M_o = F * L \quad (19)$$

$$M_{oF} = m \cdot \frac{d^2 A}{dt^2} \cdot L \quad (20)$$

$$M_{oF} = \mu(x, y) \cdot A \cdot \frac{d^2 A}{dt^2} \cdot L \quad (21)$$

$$M_x = \frac{M_o F_x}{M} \quad (22)$$

$$M_y = \frac{M_o F_y}{M} \quad (23)$$

$$\bar{x} = \frac{M_x}{M} \quad (24)$$

$$\bar{y} = \frac{M_y}{M} \quad (25)$$

5. Resultados e discussões

Para realizar a execução do algoritmo foi utilizado a linguagem de programação MATLAB. A Figura 5 mostra os dados de entrada para o cálculo do centro de massa, como os valores de delimitação da área utilizada, em seguida é calculada a massa do corpo. O próximo passo foi inserir a função do momento de massa em relação aos eixos x e y, e como saída foi obtida os momentos M_x e M_y e por conseguinte os valores das coordenadas do centro de massa.

Figura 5 – Tela dos dados de entrada e saída

Figura 6 - Tela dos dados de entrada e saída dos gráficos

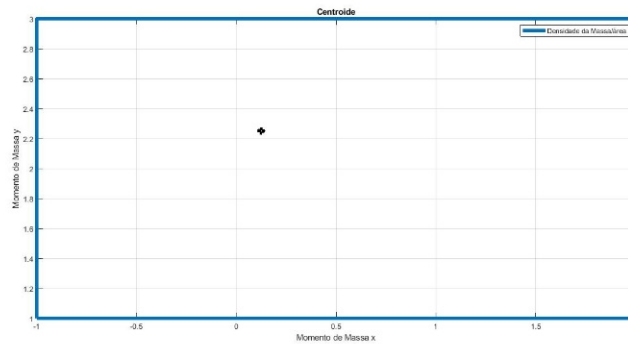


Figura 7 - Coordenadas do Centro de Massa

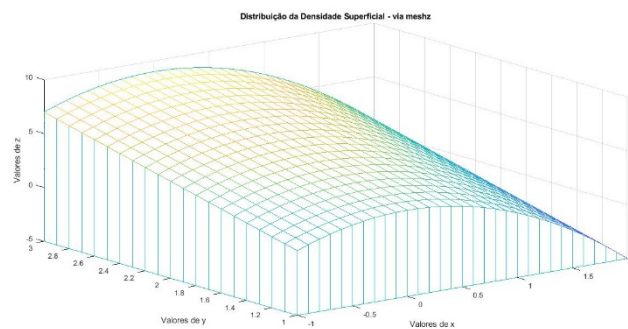


Figura 8 - Densidade superficial em relação ao eixo z

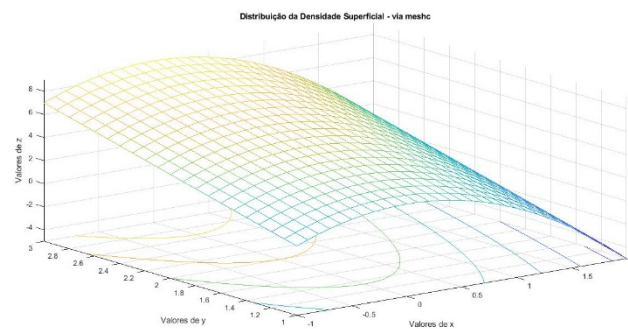


Figura 9 - Densidade superficial em relação ao eixo z

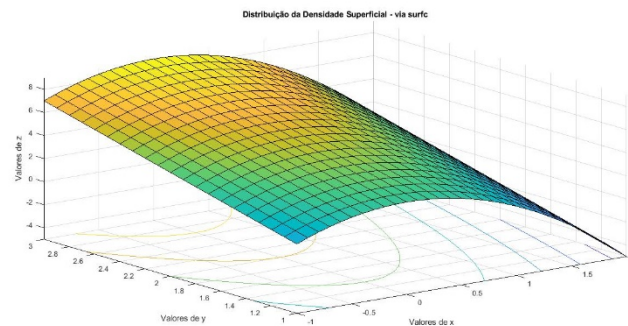


Figura 10 - Densidade superficial em relação ao eixo z.

6. Conclusões

A utilização de softwares na formação dos profissionais de engenharia em sala de aula, sem dúvida alguma, precisa se tornar uma ferramenta rotineira no processo ensino-aprendizagem nas universidades e Institutos de Ciências e Tecnologias, no Brasil. Da mesma forma que os professores precisam ter consciência da importância dessa prática em relação à inclusão desses recursos na aprendizagem dos alunos e sua formação profissional.

Para os cursos de engenharia, em especial, a localização do centro de massa de uma estrutura é de suma importância, pois para produzir uma distribuição uniforme de tensões, as cargas devem ser aplicadas de tal forma que a linha de ação da resultante seja coincidente com as coordenadas centrais da seção reta do componente, além de ser, extremamente, relevante para se determinar a localização da linha ao longo da qual as tensões são consideradas nulas. Por se tratar de um tema complexo, torna-se evidente que a implementação de cálculos na forma tradicional, poderá ser motivada pelo uso das tecnologias digitais.

O trabalho teve como objetivo, desenvolver um método computacional como ferramenta, a fim de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, maximizando a produção e minimizando os erros de cálculos analíticos complexos. O método proposto foi utilizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Ananindeua e produziu uma experiência insólita, por meio de simulações, nos alunos da área de engenharia. Por intermédio dessa estratégia foi possível analisar conceitos importantes e complexos, como o cálculo do centro de massa, sem a rotina algébrica tradicional. Essa experiência, mais próxima da realidade tecnológica, facilitou o entendimento e a utilização de teoremas e de equações, adequando a formação acadêmica de um estudante, moldando-o para ser mais preciso e consistente na tomada de decisão.

Referências

CHRISTIAN Grossmann; Hans-G. Roos; Martin Stynes. *Numerical Treatment of Partial Differential Equations*. [S.l.]: Springer Science & Business Media. p. 23. ISBN 978-3-540-71584-9, 2007.

CRUZ, HERBERT MELO et al., Jogo Didático “Construbusiness: A Cadeia Produtiva Da Construção Civil”: Uma Ferramenta De Aprendizagem Na Engenharia Civil, Rev. Docência Ens. Sup., Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 113-129, jul./dez, 2017.

FIOLHAIS, Carlos e TRINDADE, Jorge. Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. Artigo publicado em Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro; 2003.

FREITAS, RUAN MAGNO OLIVEIRA, Desenvolvimento de ferramenta computacional para cálculo de propriedades geométricas de seções transversais. / Ruan Magno Oliveira de Freitas. -- Mossoró, 2012.

GUERRA, J.H.L. Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da produção. São Carlos. 159p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

IMBERNÓN, Francisco. Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza. 7. Ed. São Paulo: Cortez, 2010.

KHALED JAMAL BAKRI, et al., Proposta De Ferramenta Didática Para Ensino Em Engenharia Eletrônica: Integração A Conversores De Energia, CONTECC 2016.

LIMA WALBER MEDEIROS et al., Uma Ferramenta Computacional Para Suporte Nos Processos De Ensino E Aprendizagem De Equações Diferenciais Parciais, Revista de Ensino de Engenharia, v. 35, n. 1, p. 65-74 – ISSN 0101-5001, 2016.

MORAN, Manuel José. As muitas formas de comunicarmo-nos. Trecho do segundo capítulo do meu livro Desafios na comunicação pessoal, 3. ed, Paulinas, 2007, p.43-50. Disponível [Online] em 15 de maio de 2011.

MORAN, José Manuel; **MASETTO**, Marcos; **BEHRENS**, Marilda. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. 16. ed. Campinas: Papirus, p.12-17, 2009.

MORAN, José Manuel, **MASSETTO**, Marcos T., **BEHRENS** Marilda Aparecida. Novas tecnologias e mediações pedagógicas. Campinas, SP. Papirus, 2012.

PERRENOUD, Philippe. Dez novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PRETTO, Nelson. **PINTO**, Cláudio da Costa. Tecnologias e Novas Educações. Revista Brasileira de Educação, v.11, n. 31, jan/abr.2006

RICHARD L. Burden; J. Douglas Faires. Análise Numérica, Editora CENGAGE Learning, 8ª edição. [S.l.: s.n.]

SILVA, M. A. da. “Protótipo de uma ferramenta para auxiliar no ensino de técnicas de programação”. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2003.

VEIT, Eliane Ângela. Modelagem computacional no Ensino de Física. Artigo apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Física; 2005.

VIEIRA, Rosângela Souza. O papel das tecnologias da informação e comunicação na educação: um estudo sobre a percepção do professor/aluno. Formoso - BA: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), 2011. v. 10, p.66-72.