

APOSTILAS NA ÁREA DE MECÂNICA DAS ESTRUTURAS

LUCAS DA ROCHA LUDWIG¹; ALINE RIBEIRO PALIGA²; EDUARDO COSTA
COUTO³; GIUSEPE STEFANELLO⁴; RAFAEL DE AVILA DELUCIS⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – lucasludwig13@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – alinepaliga@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – e.costacouto@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – giusepest@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – rafael.delucis@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

De acordo com HIBBELER (2011), a mecânica é um ramo das ciências físicas que trata do repouso ou movimento de corpos sujeitos à ação de forças. Para BEER et al. (2012), o propósito da mecânica é explicar e prever fenômenos físicos e, desse modo, estabelecer fundamentos para aplicações em engenharia. De fato, conhecimentos relacionados à mecânica permeiam todos os cursos de engenharia e, inclusive, podem representar grandes desafios em termos da aprendizagem e da aprovação de alunos em universidades do Brasil.

A universidade brasileira como um todo sofre com uma grande evasão e retenção de alunos na graduação e o Centro de Engenharias (CENG) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) não é uma exceção. As disciplinas que envolvem as áreas de estruturas possuem uma alta taxa de reprovação, causando dificuldades para que os alunos concluam seus cursos. Atualmente, a disciplina de Mecânica Geral, por exemplo, forma parte da grade curricular de todas as nove engenharias do CENG, bem como outros cursos tecnólogos e bacharelados de outros departamentos da UFPEL.

Via de regra, para essa área, a prática de exercícios é uma das principais atividades dentro e fora de sala de aula, formando grande parte da carga horária. Porém, a literatura apresenta um grande volume de materiais didáticos teóricos, mas poucos materiais completos relacionados a exercícios resolvidos. Nesse sentido, o material didático disponível pode ser um instrumento orientador do planejamento pedagógico e, por esse motivo, um banco de exercícios, especificamente exercícios resolvidos, pode auxiliar na construção do conhecimento ao longo das disciplinas, aumentando o nível de aprendizagem dos alunos.

Ainda procurando auxiliar as atividades dos professores em seu espaço de atuação profissional, fazendo a homogeneização dos conhecimentos e nível dos conteúdos abordados pelos docentes que alternadamente ministram as mesmas disciplinas. Com inclusão dos professores temporários, que provavelmente ministrarão esses conteúdos de maneira esporádica, e assim, contornar dificuldades de comunicação do professor na transmissão de conhecimentos.

Levando em consideração a popularidade da internet e dos conteúdos digitais, os alunos universitários do Brasil têm acesso a apostilas preparadas por professores de diversas universidades. Exemplos são as apostilas e notas de aula dos professores Flávia Judice da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Henrique Lindenberg Neto da Universidade de São Paulo (USP) e Carla Tatiana Mota Anflor da Universidade de Brasília (UNB), todos passíveis de serem livremente acessados.

No CENG da UFPEL houve projetos de ensino com enfoque na produção de apostilas, onde o objetivo era semelhante: fornecer material didático para auxiliar os discentes. Um exemplo é a apostila de Biodegradação da Madeira, produzida para o

curso de Engenharia Industrial Madeireira, sendo organizada pelo discente Lucas Fonseca sob orientação do professor Leonardo Oliveira. Para FONSECA et al (2018), as apostilas didáticas têm um importante papel no processo ensino aprendizagem, sendo um instrumento de apoio para a construção de conhecimentos acadêmicos.

O presente artigo é parte do projeto “Elaboração De Apostilas De Exercícios Resolvidos Na Área De Estruturas” sob orientação do professor Rafael Delucis e registrado na Pró-Reitoria de ensino (PRE) da UFPel sob o código 3462018. O objetivo desse projeto é elaborar materiais didático-pedagógicos em forma de apostilas de exercícios resolvidos na área de Mecânica das Estruturas, a fim de disponibiliza-la à comunidade do CENG da UFPel. No presente artigo são descritas as primeiras atividades do projeto e apresentados dois estudos de caso.

2. METODOLOGIA

A apostila está sendo organizada com base nos conteúdos programáticos das disciplinas de Mecânica Geral, Mecânica Geral I e Mecânica dos Sólidos. Tais conteúdos já estão consolidados e disponíveis para consulta no portal institucional da UFPel. Estão sendo selecionados um total de 10 exercícios de cada tópico de cada programa, de modo a compreender diferentes graus de dificuldades e diferentes abordagens de resolução. Diferentes professores do CENG e CDTec estão auxiliando no projeto. São eles: Aline Ribeiro Paliga, Eduardo Costa Couto, Giusepe Stefanello e Rafael de Avila Delucis.

A preparação das apostilas partiu de uma ampla revisão da literatura, especialmente livros e apostilas, a fim de compilar um banco de dados robusto e abrangente. Após, alguns exercícios foram extraídos, modificados e pontualmente criados. A formatação do material seguirá o Manual para normatização de trabalhos científicos: dissertações, teses e trabalhos acadêmicos da UFPel (UFPel, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais livros encontrados e utilizados estão exibidos na Figura 1: *Estática Mecânica para Engenharia* do HIBELLER (2011); *Mecânica Vetorial para Engenheiros: Estática* do BEER et al. (2012); *Dinâmica Mecânica para Engenharia* do HIBELLER (2011); e *Mecânica Vetorial para Engenheiros: Dinâmica* do BEER et al. (2012). A última versão publicada de cada um desses tradicionais livros foi selecionada a fim de aproveitar o aprimoramento do material realizado ao longo das sucessivas publicações. Tais publicações estão disponíveis na biblioteca do Campus Porto da UFPel.



Figura 1 – Foto da capa dos principais livros utilizados.

No momento, o projeto encontra-se na fase de resolução de exercícios. Dois exemplos que serão disponibilizados nas apostilas serão demonstrados abaixo. No Exemplo 1, se o bloco B pesa 1 kN e o bloco C pesa 0,5 kN, é pedido que se determine o peso do bloco D e do ângulo para equilíbrio.

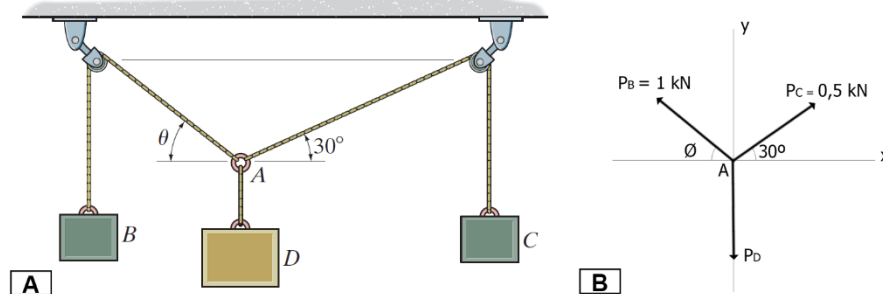


Figura 2 - Imagem a ser utilizada na apostila. Em que: A= Ilustração para o exercício; B= Diagrama de corpo livre para o ponto A.

A solução será apresentada em duas partes chamadas: Diagrama de corpo livre e Equações de equilíbrio estático. A intensidade dos pesos B e C já são fornecidas pelo exercício. Na primeira parte, é preciso verificar que existem três forças atuando em A, tal como está ilustrado no diagrama de corpo livre da Figura 2b. A segunda parte da resolução prevê a aplicação de duas das chamadas equações fundamentais da estática: $\sum F_x = 0$ e $\sum F_y = 0$. As equações 1 e 2 demonstram a algebrização das forças, levando em conta seus ângulos de incidência no ponto A.

$$\sum F_x = P_C \cdot \cos 30^\circ - P_B \cdot \cos \theta = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = P_C \cdot \sin 30^\circ + P_B \cdot \sin \theta - P_D = 0 \quad (2)$$

Com base na Equação 1 o ângulo θ resulta igual a $64,34^\circ$ e por meio da Equação 2, a força P_D tem intensidade igual a 1,151 kN.

No exemplo 2, uma estaca é puxada do solo por meio de duas cordas como mostra a figura. Sabendo que a intensidade, direção e sentido da força exercida em uma das cordas, determine a intensidade, a direção e o sentido que a força **P** deverá exercer com a corda se a resultante dessas duas forças é uma força vertical de 178 N.

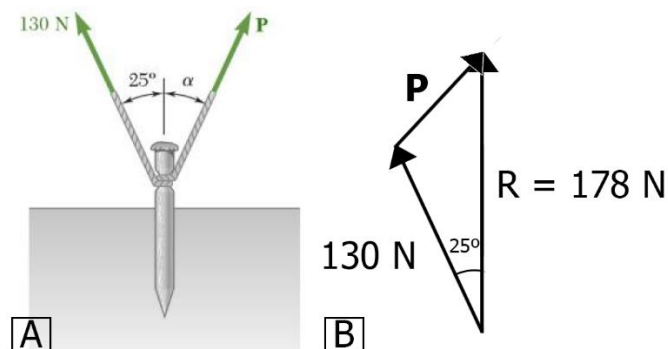


Figura 3 - Imagem a ser utilizada na apostila. Em que: A= Ilustração para o exercício; B= Triângulo vetorial.

A solução será apresentada com a utilização de duas leis chamadas: lei dos cossenos e lei dos senos. A intensidade da força resultante já é fornecida pelo exercício. Na primeira parte, é preciso aplicar a lei dos cossenos no triângulo obtido através do paralelogramo, tal como está ilustrado na Figura 3b. A segunda parte da resolução prevê a aplicação da segunda lei. As equações 3 e 4 demonstram a

algebrização das leis, levando em conta a intensidade e direção apresentados no triângulo vetorial.

$$P^2 = 130^2 + 178^2 - 2 \cdot 130 \cdot 178 \cdot \cos 25^\circ \quad (3)$$

$$\sin \alpha / 130 = \sin 25^\circ / 81,49 \quad (4)$$

Com base na Equação 3 P tem intensidade igual a 81,49 N e por meio da Equação 4, o ângulo α resulta igual a 42,29°, porém tem a necessidade de corrigir o ângulo subtraindo de 90° resultando em 47,71°.

4. CONCLUSÕES

Verifica-se que a elaboração das resoluções de modo gradativo ou passo-a-passo vem como um efetivo complemento ao material disponibilizado na bibliografia consultada. Após, pretende-se organizar os exercícios, a fim de detectar as principais carências em termos dos raciocínios requeridos, projetando a possibilidade de idealização de novos exercícios e alteração dos exercícios obtidos. Em sequência, realizar-se-á a etapa de diagramação e concepção das imagens de acordo com a necessidade de cada exercício. Por fim, todas as informações serão minuciosamente revisadas pelos professores vinculados ao projeto de ensino. Com a conclusão desse projeto, espera-se oferecer um material capaz de promover uma maior compreensão dos alunos, buscando uma diminuição nas taxas de retenção e evasão dos cursos de Engenharia do CENG da UFPEL.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HIBBELER, R.C. **Estática Mecânica para Engenharia**, 12a. edição. New Jersey: Pearson, 2011.

BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R.; MAZUREK, D. F.; EISENBERG, E. R. **Mecânica vetorial para engenheiros: estática**. 9a. edição. Porto Alegre: AMGH, 2012.

HIBBELER, R.C. **Dinâmica Mecânica para Engenharia**, 12a. edição. New Jersey: Pearson, 2011.

BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R.; CORNWELL, P. J. **Mecânica vetorial para engenheiros: dinâmica**. 9a. edição. Porto Alegre: AMGH, 2012.

FONSECA, L.O.; MULLER, M.T.; OLIVEIRA, L.S. Apostila de biodegradação da madeira. In: **CONGRESSO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**, 4., Pelotas, 2018, **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2018.

JUDICE, F. **Apostila da disciplina de Resistência dos Materiais**. 70 p.

LINDENBERG NETO. H. **Introdução à Mecânica das Estruturas**. 236 p.

ANFLOR, C.T.M. **Notas de Aula**. 12 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Divisão de Bibliotecas. Manual para normalização de trabalhos científicos: dissertações, teses e trabalhos acadêmicos. Disponível em: <<http://sisbi.ufpel.edu.br/?p=manual>>.