

# WIZARD PARA AUXILIAR O ENSINO DA MECÂNICA DOS SÓLIDOS COMPUTACIONAL

Paulo Henrique Gonçalves Libório<sup>1</sup>, Mohammad Hossein Shaterzadeh Yazdi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI, São Paulo, Brasil

[uniepliborio@fei.edu.br](mailto:uniepliborio@fei.edu.br) e [mshaterzadeh@fei.edu.br](mailto:mshaterzadeh@fei.edu.br)

**Resumo:** Mecânica dos Sólidos Computacional é uma disciplina de Engenharia Assistida por Computador (CAE), com foco na análise estrutural através do Método dos Elementos Finitos. Nesse trabalho de Iniciação Didática, foi desenvolvida uma Interface de Aplicação de Programação (API) que visa a manutenção do foco da disciplina na aplicação da teoria auxiliada pelo computador, ao invés de ter o aprendizado do software CAE como atividade principal.

## 1. Introdução

Em alinhamento com o contexto de ensino de engenharia e finalidade do trabalho, optou-se pelo desenvolvimento de uma API do tipo *Wizard*, que se refere a uma funcionalidade de um software ou ferramenta desenvolvida para simplificar tarefas complexas ou guiar usuários por um processo específico.

Os pontos fundamentais de composição de um *Wizard* são:

- Guia passo a passo: estrutura de passos sequenciais, com tarefas individuais;
- Automação: automatiza processos ou configurações, minimizando o esforço manual do usuário;
- Interface amigável: direto ao ponto, exhibe somente as configurações essenciais;
- Auxílio referencial: fornece explicação em texto ou imagens para cada passo;
- Caixas de diálogo: cada passo e operação conta com caixas de diálogo e botões para tornar a experiência amigável e progressiva.

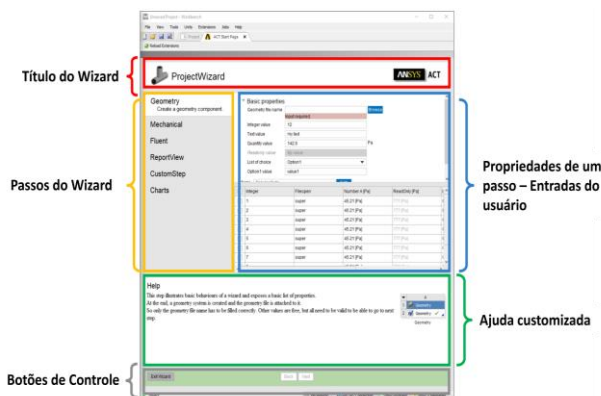


Figura 1 - Interface de um *Wizard*.

Essas características configuram o *Wizard* como forte aliado ao ensino, uma vez que compreende diversas boas práticas didáticas, viabilizando a metodologia ativa de ensino e fomentando a prática de sala de aula invertida, em que o estudante adquire

autonomia para realizar a exploração do conhecimento através de uma ferramenta de fácil utilização e disponível sob demanda.

O *Wizard* guiará o usuário pelos passos fundamentais de uma Análise de Elementos Finitos (FEA) [1]:

- Criação de um projeto de análise estrutural;
- Geração/seleção de geometria;
- Controles de malha e definições de carregamentos e condições de contorno;
- Solução numérica;
- Visualização dos resultados.

Cinco problemas clássicos da Resistência dos Materiais e Mecânica dos Sólidos foram selecionados como escopo da API, tendo como motivo principal da decisão a exposição que esses tiveram no ensino dessas disciplinas na grade curricular da FEI, tendo suas soluções analítica e experimental executadas pelos alunos:

- Viga de perfil C em flexão [2];
- Viga de perfil L em flexão [3];
- Vaso de pressão de paredes finas [4];
- Viga circular sob carregamentos combinados [4];
- Chapa com entalhe submetida à tração [5].

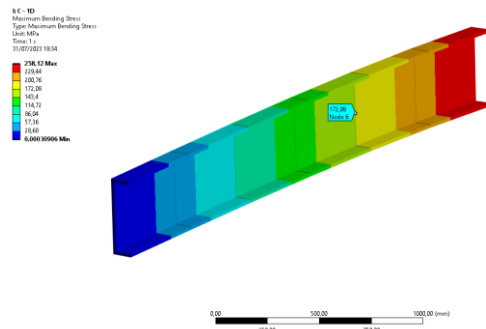


Figura 2 - Viga de perfil C em flexão.

## 2. Metodologia

Como primeira etapa do trabalho, foi feita a revisão bibliográfica dos pontos-chaves da teoria envolvida na disciplina de Mecânica dos Sólidos Computacional: resistência dos materiais, mecânica dos sólidos e método dos elementos finitos.

Em seguida, como o *Wizard* tem o intuito de unir teoria à prática, os problemas sugeridos foram solucionados analítica e numericamente, de forma a garantir validade das respostas apresentadas.

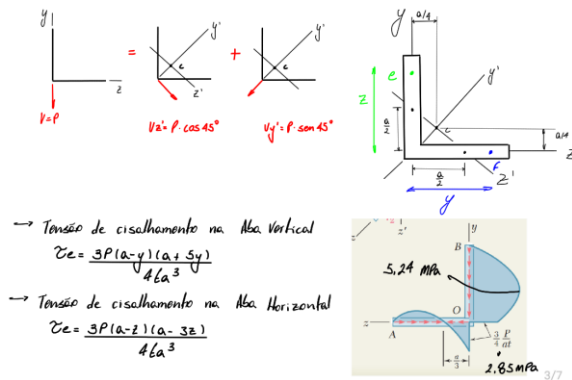


Figura 3 - Trecho da Solução Analítica Viga L.

Anteriormente ao desenvolvimento da API, foi feito o estudo do *Ansys Customization Toolkit (ACT)*, conjunto de ferramentas voltadas à customização e extensão das funcionalidades de produtos Ansys, através da documentação do software *Ansys Workbench*. Complementarmente, foi necessário o estudo das linguagens de programação *Python* e *XML*, por serem fundamentais à construção de um *Wizard*.

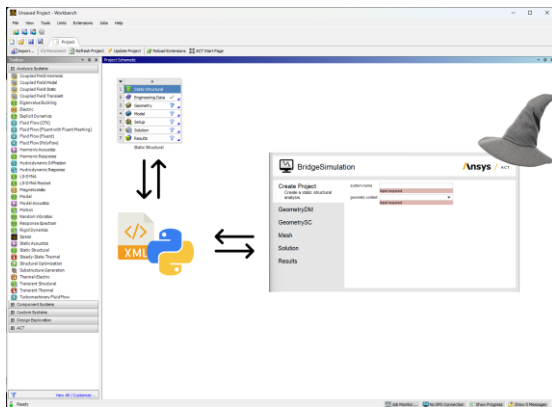


Figura 4 - Wizard no ambiente Ansys Workbench.

### 3. Resultados e Discussões

Utilizando exemplos de extensões disponíveis na instalação do *Ansys Workbench*, foi desenvolvida a parte de Interface de Usuário (UI) através da intervenção dos elementos já definidos no arquivo XML. Já para a definição das operações da Análise de Elementos Finitos, foi utilizada a funcionalidade de registro de operações e funções, popularmente conhecida como “gravação de macros”, nativa nos produtos Ansys.

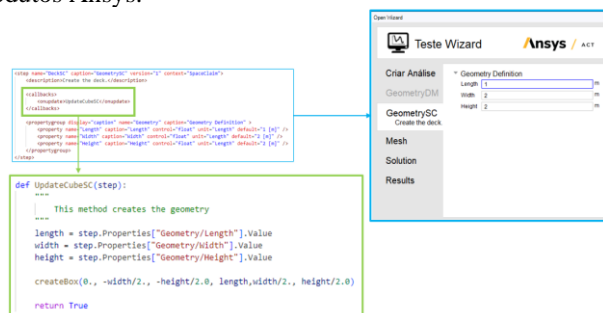


Figura 5 – Estrutura XML + Python + Workbench

Se comparados às funcionalidades disponíveis no *Ansys Workbench*, pode-se dizer que os exemplos que compõem o *Wizard* são simples. Dessa maneira, toda a configuração de suas análises pode ser feita através dos comandos disponíveis na interface de usuário. Isso possibilita que a definição do modelo de elementos finitos seja gravada, em forma de macros, facilitando a parametrização das etapas/funções de análise, em acordo com o propósito do exemplo.

### 4. Conclusão

É de suma importância que o ensino da engenharia promova a convergência entre as últimas tecnologias e metodologias de ensino. Nesse trabalho, significa a união de um processo guiado em software de última geração à metodologia ativa de aprendizagem, a fim de despertar maior autonomia de aprendizagem por parte dos alunos.

Dessa maneira, o *Wizard* apresenta grande potencial como auxiliar do ensino da Mecânica dos Sólidos Computacional. Devido à sua natureza exploratória, acredita-se que estimulará a busca pela justificativa dos resultados apresentados por um software, aguçando o senso crítico sobre como as decisões do usuário impactam os resultados de uma análise de Engenharia Assista por Computador (CAE).

### 5. Referências

[1] COOK, Robert Davis. **Concepts and Applications of Finite Element Analysis**. 4th ed. New York, NY: Wiley, 2001.

[2] BEER, Ferdinand P. (Ed.). **Mechanics of Materials**. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

[3] HIBBELER, R. C. **Mechanics of Materials**. 8th ed. Boston: Prentice Hall, 2011.

[4] PHILPOT, Timothy A. **Mechanics of Materials: An Integrated Learning System**. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2016.

[5] ROARK, Raymond J. **Roark’s Formulas for Stress and Strain**. 7<sup>th</sup> ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2002.

<sup>1</sup> Aluno de Iniciação Didática do Centro Universitário FEI, número sequencial 12.119.231-4. Projeto ID008/22, com vigência de 02/2023 a 12/2023,