

UTILIZAÇÃO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS NO ENSINO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Ceres Germanna Braga Morais

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
RN 233, Km 01, Sítio Esperança I, Caraubas/RN, Brasil
+55 (84) 3337-2858
ceres@ufersa.edu.br

Paulo Henrique Araújo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
RN 233, Km 01, Sítio Esperança I, Caraubas/RN, Brasil
+55 (84) 3337-2858
paulo.araujo@ufersa.edu.br

RESUMO

O presente artigo aborda o uso da Informática como forma de melhorar a assimilação dos conteúdos teóricos da disciplina de Resistência dos Materiais, dando ênfase ao uso de planilhas eletrônicas; as quais, além de serem um artifício educacional, constituem uma ferramenta bastante utilizada na atuação rotina do engenheiro civil. Neste trabalho, relata-se uma experiência no ensino de Análise de Tensões em que os alunos foram estimulados a desenvolver planilhas eletrônicas, aplicando os conceitos gráficos do círculo de Mohr e utilizando as fórmulas algébricas da teoria.

ABSTRACT

This paper deals with the use of Informatics to improve the learning of Strength of Materials, focusing on spreadsheets utilization – they are an important educational resource and furthermore a very used tool by engineers. An experience on Analysis of Stress teaching in which students are stimulated to develop spreadsheets - applying the graphic concepts of Mohr's circle and analytical formulae – is presented in this work.

Keywords

Ensino de Estruturas, Resistência dos Materiais, Informática na Educação, Planilhas Eletrônicas.

1. RESUMO EXPANDIDO

Com o desenvolvimento tecnológico, a inserção dos computadores em sala de aula torna-se cada vez mais frequente, propiciando ao ambiente escolar um artefato didático-pedagógico que possibilita potencializar a aprendizagem de conceitos nas diferentes áreas de conhecimento, introduzir elementos contemporâneos na qualidade profissional e de modernizar a gestão escolar [9].

Conforme [1], a utilização de TICs no ambiente de sala de aula pode enriquecer o processo de aprendizado do aluno, haja vista que este tem a possibilidade de interagir com o software, experimentando diversas situações e obtendo resultados para suas escolhas em tempo real. Com isso, aos poucos os professores aceitaram o desafio de dominar as novas TICs e integrá-las ao conteúdo de suas disciplinas, desenvolvendo diferentes metodologias, de acordo com a necessidade [5]. Por outro lado, segundo [3], a forma de ensinar e aprender Engenharia, bem como diversas outras áreas do conhecimento, tem sido fortemente

influenciada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

Na atual conjuntura do ensino de engenharia, conforme menciona [4], a docência universitária tem sido confrontada com alunos que possuem outras perspectivas e também com novas tecnologias, as quais devem ser rapidamente assimiladas. Além disso, no ensino da Resistência dos Materiais – conteúdo curricular visto, normalmente, como complexo – utilizam-se diversos conceitos previamente trabalhados em outras disciplinas, abrangendo um volume relevante de informações, que exigem grande atenção e empenho do aluno.

Diante dessa realidade, o uso de novos recursos que estimulem e facilitem o aprendizado é, sem dúvida, oportuno e até mesmo necessário à sua viabilização, em concordância com o que já vem sendo abordado em diversos trabalhos nas últimas décadas, conforme pode ser visto em [11].

Junto a esses aspectos, deve-se mencionar que a área estrutural – integrante da formação do engenheiro civil – demanda, cada vez mais, o uso de programação, seja no âmbito acadêmico ou no de atuação profissional. Em relação ao primeiro, o professor dispõe de inúmeros recursos computacionais para suporte ao ensino, contando, inclusive, com softwares para simular problemas de engenharia que fornecem excelentes resultados didáticos, tais como Excel[®], Calc, Mathematica[®] e Mathcad[®].

Dentre os programas que podem ser utilizados, é difícil julgar o mais adequado. Entretanto, aqueles que utilizam planilhas eletrônicas se destacam por apresentar grande versatilidade e pela relevante utilidade na rotina do engenheiro civil. Além disso, outro ponto forte dessa ferramenta é o fato de que, no campo acadêmico da Engenharia, ela pode ser utilizada em várias disciplinas nas áreas da Ciência e da Engenharia propriamente dita, o que é evidenciado pela produção de livros como [2, 6, 7, 8, 10].

Assim, em face das considerações expostas, optou-se pelo uso de um software onde podem-se desenvolver planilhas eletrônicas para a realização de uma atividade de suporte à metodologia de ensino da Resistência dos Materiais; em um trabalho em que se aplicavam os conceitos de Análise de Tensões. Este artigo descreve e comenta a referida experiência, sem dar ênfase aos conhecimentos técnicos de engenharia, mas à metodologia aplicada em sala de aula através da utilização das ferramentas computacionais mencionadas, bem como aos resultados obtidos.

2. ANÁLISE DE TENSÕES

2.1 Transformação de tensões

A análise de tensões em um elemento solicitado trata das componentes de tensão, normais (σ) e de cisalhamento (τ), associadas a um sistema de coordenadas particular, bem como de sua transformação em componentes relacionadas a outros sistemas. Para tanto, são estabelecidas equações algébricas, por meio das quais é possível obter, ainda, os valores máximos para as referidas tensões.

De maneira geral, no ensino de Resistência dos Materiais, uma abordagem mais detalhada é dada apenas para o Estado Simples e o Estado Plano de Tensões. As equações algébricas referentes a este último estado, por serem mais genéricas, se aplicam também ao Estado Simples.

A Figura 1 ilustra um elemento no Estado Plano, com seus respectivos parâmetros iniciais e sua transformação para eixos genéricos (inclinados de ϕ) e para eixos principais.

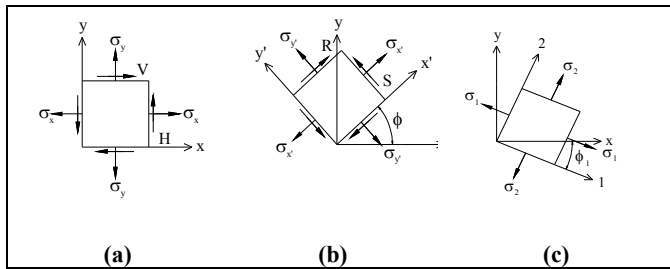


Figura 1. Elemento solicitado: (a) Posição genérica inicial (b) Posição genérica após transformação com inclinação ϕ (c) Posição Principal

2.2 Círculo de Mohr

O Círculo de Mohr se define como a representação em gráfico dos valores de todas as tensões normais e de cisalhamento que atuam em cada uma das infinitas seções transversais destacadas em um mesmo elemento homoganeamente solicitado. Assim, é uma alternativa ao uso das fórmulas algébricas, facilitando a resolução de grande parte dos problemas de análise de tensões. A Figura 2 ilustra o Círculo de Mohr para um elemento solicitado, como o da Figura 1.

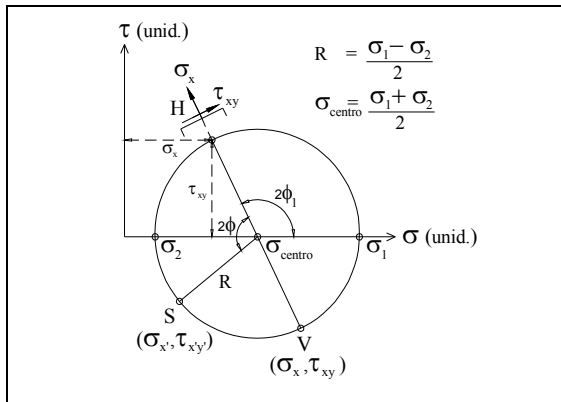


Figura 2. Exemplo de Círculo de Mohr

3. METODOLOGIA UTILIZADA

3.1 Introdução e objetivos da atividade

Uma vez que os conceitos sobre Análise de Tensões foram expostos em sala, foi sugerida a elaboração de uma planilha para traçado do círculo de Mohr e cálculo de tensões em planos inclinados, na qual se utilizariam também as fórmulas algébricas.

O trabalho tinha como objetivos o incentivo ao uso de planilhas eletrônicas – já que se constituem uma importante ferramenta no auxílio ao ensino e também na rotina do engenheiro civil – e proporcionar a melhoria na compreensão sobre a Análise de Tensões.

3.2 Organização do trabalho

Para o desenvolvimento do trabalho, os alunos foram divididos em grupos de no máximo três componentes, os quais deveriam desenvolver sua própria planilha. O trabalho se subdividia em três etapas. Para facilitar a orientação, um guia contendo uma série de instruções, inclusive com sugestões para o aspecto da planilha, foi disponibilizado na turma virtual (sistema acadêmico da universidade).

Embora, durante as aulas, tenham sido comentadas maneiras de construção da planilha, os alunos eram livres para escolher o modo de elaborá-la, sendo essa uma das principais intenções da atividade: o estímulo ao raciocínio e ao uso dos diferentes recursos do software usado. As etapas e suas instruções correspondentes estão descritas a seguir.

3.2.1 Primeira etapa – Planilha para o Estado Simples de Tensões

Nesta etapa, o programa deveria tratar de um elemento solicitado por um Estado Simples de Tensões, de modo que o dado de entrada fosse σ ; programa realizasse as seguintes funções:

- Calcular as tensões normais e de cisalhamento na seção inclinada de ϕ , bem como os seus valores máximos e mínimos (com seus respectivos sinais e também em módulo) para um elemento solicitado;
- Plotar o círculo de Mohr referente ao elemento, incluindo o raio que chega ao ponto representativo de uma seção cuja normal está inclinada em ϕ .

A planilha criada pelos alunos deveria apresentar uma configuração semelhante à apresentada na Figura 3.

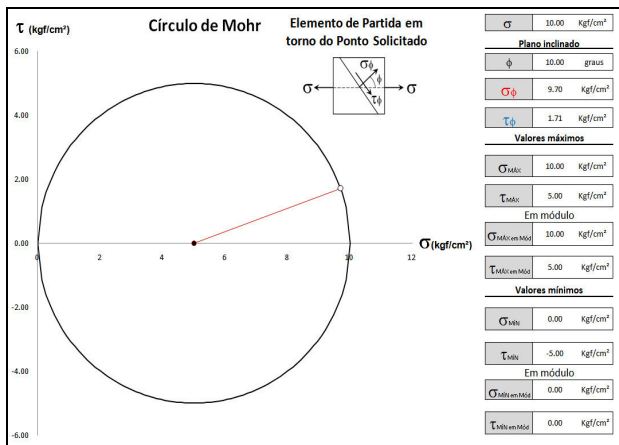


Figura 3. Configuração esperada da planilha da primeira etapa

3.2.2 Segunda etapa – Planilha para o Estado Plano de Tensões

Na segunda etapa, o programa deveria abordar um elemento solicitado por um Estado Plano de Tensões, considerando que os dados de entrada fossem σ_x , σ_y e τ_{xy} ; o programa realizasse as seguintes funções:

- Calcular as tensões normais e de cisalhamento na seção inclinada de ϕ , bem como as tensões principais σ_1 e σ_2 (sendo $\sigma_3 = 0$) e as tensões de cisalhamento máxima e mínima ($\tau_{m\acute{a}x}$ e $\tau_{m\acute{i}n}$) no círculo entre σ_1 e σ_2 ;
- Determinar as tensões normais, máxima e mínima para o elemento solicitado, bem como sua tensão máxima absoluta de cisalhamento;
- plotar o círculo de Mohr generalizado, o raio que chega ao ponto representativo de uma seção cuja normal está inclinada de ϕ (a partir da seção de σ_x) e o raio que chega ao ponto da tensão máxima absoluta de cisalhamento do elemento.

A planilha criada deveria apresentar uma configuração semelhante à da Fig. 4.

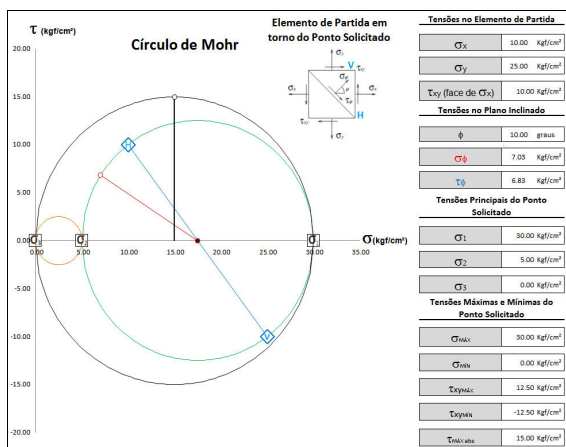


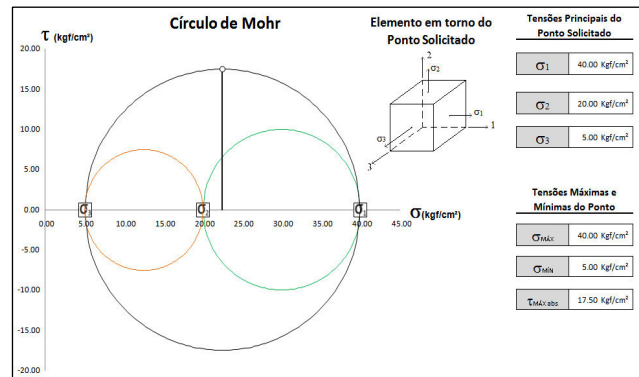
Figura 4. Configuração esperada da planilha da segunda etapa

3.2.3 Terceira etapa – Planilha para o Estado Triplo de Tensões

Nessa etapa, o programa deveria tratar de um elemento solicitado por um Estado Triplo de Tensões, na posição principal, sendo que, os dados de entrada fossem σ_1 , σ_2 e σ_3 e o programa realizasse as seguintes funções:

- Calcular as tensões normais máxima e mínima, bem como a tensão máxima de cisalhamento absoluta;
- plotar o círculo de Mohr generalizado e o raio que chega ao ponto da tensão máxima absoluta de cisalhamento.

A planilha desenvolvida deveria apresentar uma configuração



semelhante à Figura 5.

Figura 5. Configuração esperada da planilha da terceira etapa

A entrega do trabalho finalizado (três etapas completas) implicava no acréscimo de uma certa pontuação extra à nota do aluno na unidade em que se estudou Análise de Tensões. O critério de pontos foi assim estabelecido visando a estimular o aluno a elaborar a planilha, não sendo imposta a sua participação nesta atividade.

Em relação ao acompanhamento por parte do professor, conforme disponibilidade divulgada na turma virtual, os alunos poderiam consultá-lo em horários que não os de aula para receber orientações referentes tanto à Resistência dos Materiais quanto à utilização de planilhas eletrônicas ou seja, relacionadas à teoria, aos raciocínios e ao equacionamento.

4. RESULTADOS DA METODOLOGIA

Participaram da atividade um total de 20 alunos, cerca de 40% da turma. Dessa forma, levando-se em conta também o fato de que ela só foi desenvolvida em um único semestre, uma análise dos resultados de sua aplicação baseada na nota dos alunos (na unidade em que se estuda Análise de Tensões) não é viável. Entretanto, a partir do contato com os alunos durante os horários reservados a dirimir dúvidas (previamente agendados e informados no sistema acadêmico), bem como em outras ocasiões em que se fizeram comentários sobre o trabalho proposto (geralmente durante as aulas), foi possível obter informações sobre a influência da realização da atividade no aprendizado.

A maioria dos grupos procurou o professor pelo menos uma vez, durante os horários de dúvidas, para discutir o trabalho. De modo geral, as discussões permitiam ao docente ter noção do nível de

compreensão dos alunos e ainda esclarecer aspectos da teoria, bem como perceber a influência da utilização da ferramenta computacional como mediador da aprendizagem.

Os estudantes que procuraram orientação, por sua vez, demonstraram compreensão sobre Análise de Tensões, o que evidenciou interesse e o fato de terem estudado e pesquisado. Traziam dúvidas bastante pertinentes, levando a discussões que favoreciam o aprendizado e permitiam o aprofundamento no conteúdo ministrado. Posteriormente, na correção dos trabalhos, observaram-se diferenças relevantes nas planilhas de cada grupo, o que sugere que não houve cópias de trabalhos. As diferenças envolviam tanto a programação para resolução dos itens propostos quanto à utilização da ferramenta, além da formatação e da apresentação dos resultados. Deve-se mencionar também que, apesar de a correlação não estar tão claramente comprovada, as notas da prova escrita dos alunos que participaram da atividade foram superiores à média da turma na unidade em questão.

Além desses aspectos, alguns alunos chegaram a sugerir, em sala, que o uso de planilhas eletrônicas fosse feito também em outros assuntos de Resistência dos Materiais, evidenciando a repercussão positiva da atividade no que diz respeito ao estímulo ao estudo da disciplina e à utilização do software.

5. CONCLUSÕES

O trabalho de utilização de planilhas eletrônicas na Análise de Tensões apresentou resultados satisfatórios, podendo-se considerar que os objetivos de sua realização foram, pelo menos parcialmente, alcançados. Conforme comentado, a leve melhoria nas notas dos alunos participantes não pôde ser tomada como parâmetro de avaliação, no entanto percebeu-se o interesse do aluno em ser autor da própria planilha e utilizá-la como ferramenta de estudo. Dessa forma, a discussão com os discentes e a correção dos trabalhos foram, basicamente, os únicos indicadores da influência da atividade e revelaram, dentro das limitações que possuem, o caráter satisfatório da aplicação desta.

Tendo como base a experiência relatada neste artigo e as demais considerações aqui abordadas, propõe-se, como benefício ao ensino, o estímulo ao uso de programação, sobretudo através de aplicações que dão suporte à metodologia tradicional das disciplinas, especialmente as da área estrutural (na qual se insere a Resistência dos Materiais). Além disso, para o fim mencionado, o uso de softwares mais versáteis e que possam ser usados também no dia-a-dia do engenheiro civil, a exemplo da planilha eletrônica, é entendido como uma relevante contribuição à sua formação acadêmica e profissional.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Azevedo, S. L. Desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista para escolha do tipo de fundações. 1999. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 1999.
- [2] Billo, E., 2007. Excel[®] for scientists and engineers: numerical methods. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Costa, L. A. C. Avaliação da aprendizagem no ensino de estruturas: epistemologia, tecnologia e educação a distância, 2004. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 2004.
- [4] Fakhye, R., Alves, S., 2007. Tendências e inovações no ensino de engenharia. Disponível em: <http://www.unochapeco.edu.br/static/files/trabalhos-anais/Pesquisa/Educa%C3%A7%C3%A3o/Rodnyy%20Jesus%20Mendoza%20Fakhye.pdf>. Acesso em 07/07/2013.
- [5] Ferreira Filho, R. C. M. Contribuições ao uso das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino de engenharia. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 2004.
- [6] Lima, O., et al., 2006. Excel[®] como ferramenta didática de apoio na análise de processos de flash e destilação binários. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), pp. 1341–1350.
- [7] Moura, L., 2007. *Excel para Engenharia*. EdUFSCar.
- [8] Osipi, S., et al., 2011. Pacote computacional em Excel[®] para análise, projeto, e correção do método McCabe-Thiele em colunas de destilação binária. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE).
- [9] Ponte, J. P.; Boavida. A. M.; Graça. M.; Abrantes. P. Didática da Matemática – ensino secundário. Lisboa: Ministério da Educação/Departamento do ensino secundário, 1997.
- [10] Rodrigues, Luís, 2008. Desenvolvimento de um toolkit em Excel[®] para o dimensionamento de pilares mistos segundo o Eurocódigo 4. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- [11] Stieler, E., Ferreira, M., 2007. Um estudo da aplicação da planilha do Excel[®] no ensino de matemática financeira.