

PROTÓTIPO EDUCACIONAL PARA ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE MECÂNICA DOS SÓLIDOS

Francisco Antonio Kraemer – franciscokraemer@hotmail.com

Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões URI
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

Flávio Kieckow – fkieckow@san.uri.br

Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões URI
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

Resumo: No ensino das disciplinas de Mecânica dos Sólidos nos cursos de graduação em Engenharia, de um modo geral, no Brasil, pouco se usa materiais didáticos de natureza experimental em sala de aula ou em laboratório. Tradicionalmente os conteúdos são trabalhados teoricamente e com o uso de listas de exercícios, favorecendo o processo de aprendizagem mecânica. Tendo em vista uma aprendizagem significativa, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo educacional próprio para atividades experimentais de conteúdo desta disciplina nos cursos de engenharia. Neste artigo será apresentada uma breve base teórica, o desenvolvimento do produto, sua construção e o potencial didático/experimental do mesmo aplicado ao ensino. Para o seu uso sugere-se a criação de diferentes Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), de acordo com o conteúdo a ser trabalhado pelo professor.

Palavras-chave: Mecânica dos Materiais, Tensões e Deformações, Extensometria.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade a engenharia é uma área do conhecimento que está focada na aplicação de novas tecnologias para a criação de produtos inovadores e novos empreendimentos. As necessidades da sociedade movem e direcionam o desenvolvimento de soluções para o bem-estar da população em geral. O aumento da capacidade de produção, tendo em vista suprir as necessidades de consumo, também impulsionam as engenharias. Nesse contexto, o ensino no campo das Engenharias tem um papel fundamental na formação dos futuros profissionais que irão atuar nesse mercado que está em constante evolução.

Um dos problemas enfrentados nessa área, é que os professores que atuam no campo das engenharias, normalmente, são excelentes profissionais engenheiros ou pesquisadores no campo da engenharia aplicada, mas não são bons professores. Dominam a técnica, mas não tem formação na área do ensino, na ciência de orientar adultos a aprender (andragogia). Normalmente, replicam as metodologias e práticas educacionais de seus professores quando fizeram a graduação nas décadas passadas. Não há evolução no ensino.

Ultimamente a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), tem feito um esforço enorme para introduzir mudanças importantes no ensino de engenharia para melhorar a aprendizagem, considerando que cerca de 70% dos cursos de engenharia apresentam conceitos de 1 a 3 nas provas do ENADE, realizadas pelo INEP. Esse é um dado referente aos concluintes dos cursos de engenharia, no entanto, entre 40 e 50% dos alunos ingressantes não concluem os cursos de Engenharia porque desistem nos primeiros anos.

As disciplinas de Mecânica dos Sólidos são oferecidas a partir do segundo ano nos cursos de Engenharia e tem uma importância significativa na área de projetos (mecânicos ou de estruturas) em qualquer uma das engenharias. Os acadêmicos têm grandes dificuldades na compreensão de solicitações mecânicas ou físicas que acontecem em componentes mecânicos ou estruturas e analisar tensões e deformações nesses elementos. Aulas teóricas e expositivas não auxiliam no processo de aprendizagem e a aprendizagem mecânica consequente, de curto alcance, logo é esquecida.

A proposta deste trabalho é apresentar um material didático com potencial de tornar as aulas de Mecânica dos Sólidos mais dinâmicas e interativas, e que permitam aos graduandos uma aprendizagem significativa dos conteúdos por meio da realização de diversos experimentos que poderão ser utilizados pelo professor e estudantes de engenharia para compreender conceitos, solicitações físicas, tensões e deformações em componentes mecânicos. Para tanto, o objetivo do artigo é apresentar o desenvolvimento do protótipo educacional levando em consideração os principais esforços envolvidos na Mecânica dos Sólidos (Tração, Compressão, Torção, Flexão, Pressão interna e a combinação destes).

2. BASE TEÓRICA

Seguindo a teoria de Ausubel (2003), para que a aprendizagem possa ser significativa, três aspectos são necessários: conhecimento prévios (subsunçores); os materiais educativos devem ser potencialmente significativos; o novo conhecimento deve fazer sentido para o aprendiz, ter significado.

Dessa maneira o trabalho segue os conceitos da aprendizagem significativa de Ausubel (2000), que define a mesma sendo a relação existente entre novas ideias, conteúdos, conceitos e as prévias que já estão formadas pelo aluno, não sendo arbitrária e substantiva, ou seja, o saber prévio e sua relação com o novo conhecimento que lhe faça sentido. Dessa forma Ausubel (2000) e Moreira (2011), demonstram que o desenvolvimento da aprendizagem significativa

ocorre quando novas informações se coincidem com informações prévias que já estão fixadas na estrutura cognitiva do acadêmico.

Segundo a teoria Ausubeliana, as três formas de aprendizagem significativa correspondente a aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e aprendizagem combinatória, sustentam os princípios teóricos da aprendizagem por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Segundo Novak (1996), a diferenciação progressiva é procedente da aprendizagem subordinada levando em vista a teoria da assimilação e considerando que a aprendizagem se dá através dos conceitos mais gerais e posteriormente partindo para uma diferenciação progressiva dos mais específicos. Da mesma forma, a reconciliação integrativa se baseia através dos princípios da aprendizagem subordinada e combinatória, integrando as semelhanças e conhecimento existentes na estrutura cognitiva com o material didático a ser aplicado, possibilitando a reconciliação e semelhança dos conceitos existentes entre ambos.

A metodologia e o material didático utilizados pelo professor em sala de aula são fundamentais para estabelecer o processo de aprendizagem por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. As atividades experimentais são muito úteis neste processo, mas ainda pouco exploradas. Seguindo Carlos et al.(2009.p2), a “utilização de atividades experimentais ainda não se consolidou na prática da maioria dos professores de ciência no país”. Sendo a base das engenharias a Ciência Aplicada, essas também carecem com a ausência de atividades laboratoriais pertinentes a estudos avançados ou materiais e situações experimentais potencialmente significativos que colaborem para o ensino.

Atividades experimentais são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades e competências. É dessa forma que os acadêmicos podem realizar tarefas em grupos de trabalho, onde haja integração e cooperação para solução dos problemas. Tendo em vista as ideias de Thomaz (2000), que faz alusão para a importância das atividades experimentais para o desenvolvimento de capacidades pessoais como, criatividade, autoconfiança e motivação, entre outras habilidades capazes de resolver problemas propostos, este trabalho desenvolve um protótipo educacional para uso em laboratório e que possibilita diferentes sequencias didáticas para o ensino de Mecânica dos Sólidos nas engenharias, de acordo com a criatividade do professor ou grupo de estudos.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO EDUCACIONAL

Para o desenvolvimento do protótipo educacional utilizou-se como referência a metodologia de desenvolvimento de produto de Rozenfeld (2006), onde se propõe etapas para

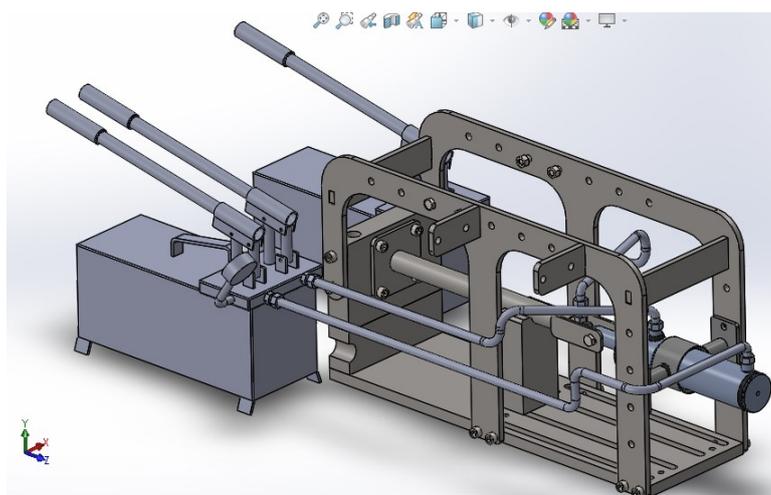
a gestão de desenvolvimento de produtos, seguido as três principais etapas que o autor cita, sendo elas: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. O pré-desenvolvimento do produto, deve ser planejado estrategicamente para atender as reais utilizações de quem o pretende conceder, a fim de poder realizar as atividades sem problemas de aplicação, visando a parte estrutural e conceitual do estudo ou pesquisa proposta para fins de experimentação.

Na parte de desenvolvimento é necessário seguir algumas etapas para construção do produto, que são sequencialmente: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para Produção e Validação do Produto. Seguindo as etapas descritas, o projeto do produto educacional pôde ser desenvolvido por meio de manufatura, produção e montagem, com processos cabíveis de fabricação.

O Pós-desenvolvimento do protótipo educacional tem a necessidade de aperfeiçoar e melhorar o funcionamento estrutural desse equipamento, tendo em vista que o mesmo é composto por componentes mecânicos e hidráulicos que determinam o seu funcionamento.

A modelagem estrutural 3D, foi realizada no software SolidWorks, na qual foi estabelecida todos os detalhes e definições referentes a materiais, métodos e análises. Dessa forma pode-se visualizar, segundo as figuras (1), (2) e (3), o protótipo educacional e suas respectivas funções para cada tipo de carregamento. (BEER et al., 2013).

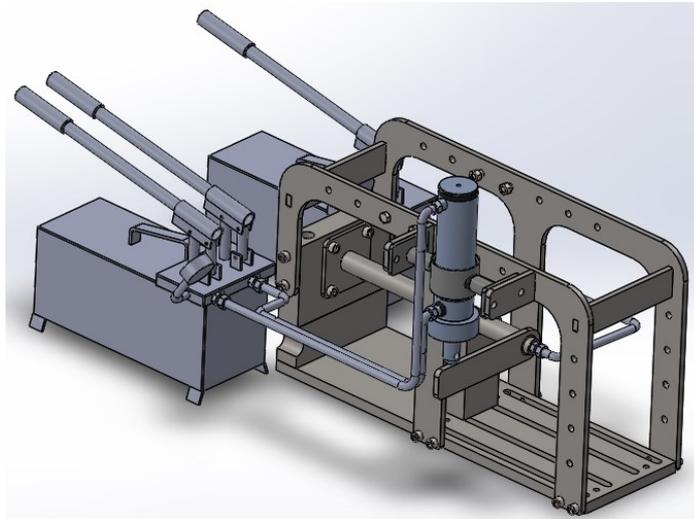
Figura (1) - Ilustração dos esforços de tração e compressão.



Fonte: autoria própria.

A figura (2) nos demonstra os esforços de torção aplicados no protótipo educacional a fim de análise de tensões e deformações.

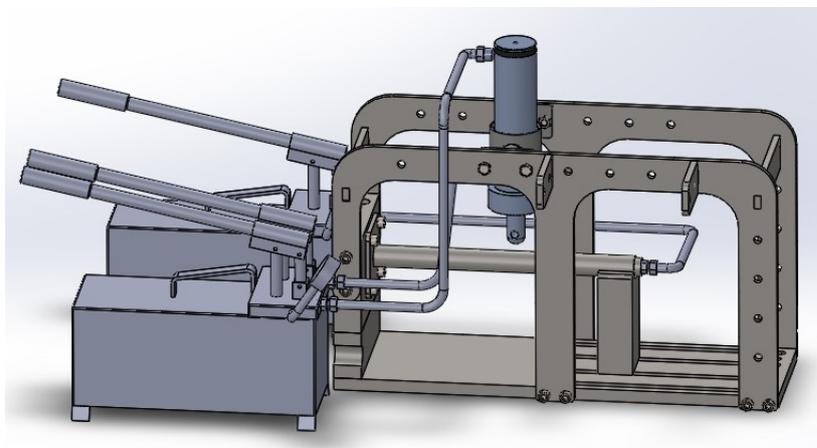
Figura (2) Ilustração dos esforços de Torção.



Fonte: autoria própria

A configuração para análise de solicitações de flexão, estão ilustrados na figura (3), exemplificando a atuação do protótipo educacional.

Figura (3) Ilustração dos esforços de Flexão.



Fonte: autoria própria.

Da mesma forma, interpretando as três situações propostas nas figuras (1), (2) e (3), pode-se realizar combinações dos quatro esforços propostos utilizando pressões internas em todas as aplicações, fazendo assim, que se obtenha esforços e tensões combinadas gerando uma análise estrutural mais complexa retratando aplicações reais de engenharia.

Para a análise de tensões e deformações em cada tipo de solicitação mecânica faz-se necessário o uso de cada amostra de prova instrumentada com extensômetros de resistência elétrica e o acoplamento de um sistema de excitação e aquisição de dados durante a experimentação, envolvendo assim outras áreas de conhecimento.

Foi pensada a utilização do protótipo educacional associada a criação de diferentes sequências didáticas, as UEPS, sugerida por Moreira (2012), para o ensino de Mecânica dos Sólidos para acadêmicos de engenharia. Assim, os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa poderão ser aplicados na sequência didática utilizada em sala de aula e no laboratório na forma de experimentos, de modo a associar conceitos a problemas reais, contribuindo para a aprendizagem significativa dos aprendizes.

4. VALIDAÇÃO

O material utilizado para fabricação do corpo de prova é o SAE 1020, com dimensões do tubo de 31,75 X 2,65mm, na qual suas propriedades mecânicas são padronizadas segunda normativas pertinentes. A aplicação do carregamento é feita por meio de um sistema hidráulico, aonde o diâmetro da haste do cilindro hidráulica é de 50,8mm. A distancia do centro do tubo até o local do carregamento, formando a alavanca tem distância de 167mm.

Realizando a aplicação do carregamento demonstrado na figura (4), pode-se obter os dados experimentais, ou seja, a partir da instrumentação pode ser medido os valores da deformação do corpo de prova submetido a esforços de torção e calculada a tensão de cisalhamento atuante no elemento de torção.

Figura (4) Carregamento de torção do protótipo educacional



Fonte: Aatoria Própria.

O quadro (1), apresenta os resultados obtidos levando em consideração a aplicação analítica e experimental, podendo fazer os comparativos em relação aos valores de tensões resultantes.

Quadro 1: Resultados teóricos e práticos das tensões de torção.

Pressão no atuador	Tensão de cisalhamento teórica	Tensão de cisalhamento experimental	Erro
5 Bar	32 MPa	30 MPa	6 %
7 Bar	45 MPa	47 MPa	4 %
10 Bar	65 MPa	76 MPa	14 %

Fonte: Autoria Própria.

O quadro 1 mostra uma concordância entre os resultados analíticos e experimentais, com margem de erro de 4% para pressão de 7 Bar no cilindro hidráulico, pressão utilizada no projeto do protótipo. Para pressões maiores, o erro aumenta. Isso deve-se ao fato do elemento de prova instrumentado para torção ser um tubo e a deformação de torção medida também sofrer influência da compressão no momento de aplicação da carga.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atual formação acadêmica de um engenheiro, é de fundamental importância ter o conhecimento das áreas de mecânica dos sólidos e resistência dos materiais, pois é a área que fundamenta o desenvolvimento de projetos de engenharia que estão inclusos no dia a dia do profissional de engenharia. Também é notório a dificuldade no aprendizado por falta de atividades experimentais e materiais didáticos adequados que possam facilitar a visualização e o entendimento dos fenômenos físicos e conceitos envolvidos.

O produto educacional desenvolvido é de simples compreensão e utilização nas aplicações propostas ao corpo de alunos, e pode assim, proporcionar aos mesmos um material didático com solicitações mecânicas reais às encontradas nos projetos de engenharia. Esse produto educacional, baseado nos conceitos de mecânica dos sólidos e utilizando o auxílio de unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) e do princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel, poderá ser um recurso didático importante para práticas experimentais de laboratório nas engenharias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL; David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Lisboa, 2000.

CARLOS, Jairo.Gonçalves et al. Análise de Artigos sobre Atividades Experimentais de Física nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009. Florianópolis. Anais... 2009.

BEER, Ferdinand Pierre et al. **Estática e mecânica dos materiais**. Edição. ed. AMGH. 2013.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>> Acesso em 10 de junho. 2018.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2013.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.3: p.360-369, 2000.