

UEPS PARA ABORDAR TÓPICOS DE MECÂNICA DOS SÓLIDOS NA ENGENHARIA

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 modo geral, no Brasil, utiliza-se poucos materiais didáticos com potencial significativo capazes de intervir e auxiliar na busca da aprendizagem de áreas mais “duras” da engenharia. Prevalece o ensino convencional em que os conteúdos são trabalhados teoricamente e com o uso de listas de exercícios, favorecendo o processo de aprendizagem mecânica. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de Mecânica dos Sólidos, disciplina específica das engenharias. A sequência didática proposta integra metodologias ativas e atividades experimentais aplicadas ao conteúdo de torção. Neste artigo é apresentada uma breve base teórica, o desenvolvimento da UEPS, e dados sobre a sua aplicação em sala de aula. O material didático foi muito bem aceito pelos acadêmicos e contribuiu para a aprendizagem significativa do conteúdo abordado, indicando um caminho mais eficaz para o ensino e que o uso de um produto educacional é fundamental para a aprendizagem significativa e para desenvolver competência na formação de profissionais engenheiros.

Palavras-chave: Unidade de Ensino. Metodologias ativas. Experimentação. Produto Educacional.

1 INTRODUÇÃO

A engenharia é uma área do conhecimento desenvolvida para suprir as necessidades da sociedade, seja de infraestrutura, produção de alimentos, desenvolvimento de máquinas e equipamentos ou de conforto e bem-estar. O ensino dentro do campo das Engenharias tem papel fundamental na formação de profissionais que atenda às necessidades da sociedade e que também esteja em constante evolução.

Os docentes envolvidos na Engenharia, como no ensino em geral, devem estar atentos às novas práticas pedagógicas, gerando produtos e metodologias educacionais que facilitem o ensino e a aprendizagem dos estudantes. Nas engenharias, no ensino tradicional, o conhecimento é passado pelos próprios engenheiros com muito exercício, deduções matemáticas e leituras, com base na repetição e na aprendizagem mecânica. É desta forma que se definem as práticas pedagógicas no ensino e a aprendizagem nas Engenharias em geral.

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, não tem formação pedagógica. A Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), tem realizado um enorme esforço para introduzir mudanças no ensino de engenharia para melhorar a aprendizagem, pois cerca de 70% dos cursos de engenharia apresentam conceitos de 1 a 3 nas provas do ENADE, realizadas pelo INEP. Esse dado é referente aos alunos concluintes dos cursos de engenharia, no entanto, entre 40 e 50% dos acadêmicos ingressantes não concluem os cursos de Engenharia por desistência nos primeiros semestres. Em pesquisa realizada por Kieckow, Liesenfeld e Freitas (2017), os quais levantaram esses dados de alunos das engenharias, foi identificado que, segundo eles, 39% não aprendem por causa da falta de didática e de aulas criativas por parte do professor ou teriam melhor aprendizagem se fossem adotadas novas metodologias de ensino.

A disciplina de Mecânica dos Sólidos nas engenharias, é um dos pilares de conhecimentos que os alunos precisam adquirir, pois faz parte do grupo das disciplinas profissionalizantes básicas para o projeto e o dimensionamento de componentes mecânicos ou estruturais de produtos ou estruturas estáticas (BEER et al., 2013). Este conhecimento gera atribuições profissionais ao engenheiro. Os acadêmicos em geral, têm grandes dificuldades na compreensão, visão espacial dessas estruturas e dos carregamentos físicos que atuam sobre elas e principalmente no seu dimensionamento. A análise dos esforços, das tensões e deformações envolvidas, passa a ser o desafio dos estudantes na disciplina.

A proposta do desenvolvimento 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 acadêmicos uma aprendizagem significativa dos conteúdos por meio da realização de diversos experimentos e utilização de metodologias ativas possibilitando os alunos de engenharia a compreender conceitos, solicitações físicas, tensões e deformações em componentes mecânicos. Para isso, o objetivo do artigo é apresentar o desenvolvimento de uma Sequência Didática na forma de UEPS (MOREIRA, 2012), levando em consideração os esforços de Torção vistos na disciplina de Mecânica dos Sólidos.

2 BASE TEÓRICA

Segundo a teoria de Ausubel (2000), três aspectos são necessários para que a aprendizagem possa ser significativa: os conhecimentos prévios (subsunçores); os materiais educativos devem ser potencialmente significativos; o novo conhecimento deve ter significado, ou seja, fazer sentido para o aprendiz.

Dessa forma o trabalho segue os conceitos da aprendizagem significativa de Ausubel (2000), que a define sendo a relação existente entre novas ideias, conteúdos, conceitos e as prévias já existentes pelo aluno, ou seja, o saber prévio e a relação com o novo conhecimento tem que lhe fazer sentido. Assim Ausubel (2000) e Moreira (2011), demonstram que o desenvolvimento da aprendizagem significativa ocorre quando novas informações encontram-se com informações prévias já existentes e que estão fixadas na estrutura cognitiva do aluno.

A teoria Ausubeliana cita as três formas de aprendizagem significativas sendo elas: a aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e aprendizagem combinatória. Essas formas de aprendizagem sustentam os princípios teóricos da aprendizagem realizada por diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Segundo Novak (1996), a diferenciação progressiva é procedente da aprendizagem subordinada que leva em consideração a teoria da assimilação e assume que a aprendizagem se dá gradativamente através dos conceitos mais gerais partindo para uma diferenciação progressiva dos conceitos mais específicos. Dessa forma, a reconciliação integradora se apoia nos princípios da aprendizagem subordinada e combinatória, integrando as semelhanças entre os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva com o material didático a ser utilizado, possibilitando a reconciliação e semelhança dos conceitos existentes entre ambos.

A metodologia e o material didático que são utilizados pelo professor em sala de aula são de fundamental importância para estabelecer o processo de aprendizagem por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Dessa forma, segundo Moreira (2012), a UEPS tem por objetivo, desenvolver a aprendizagem dos alunos nas diversas áreas, por meio de materiais e sequências didáticas que podem ser potencialmente significativas.

A sala de aula invertida (*Flipped Classroom*, em inglês), é uma metodologia ativa inovadora em um sistema educacional, pois a mesma ocorre no modo inverso do sistema tradicional, em vez de grandes aulas expositivas pode-se aplicar o maior tempo de utilização do conhecimento do professor em sala de aula. Conforme Bergmann e Sams (2016), o que se diferencia é: o que é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula.

3 DESENVOLVIMENTO DA UEPS

A UEPS proposta para o ensino da disciplina de Mecânica dos Sólidos foi desenvolvida com objetivo de contribuir com a aprendizagem significativa para conteúdos de Torção. Esta proposta foi estruturada para três aulas, com 4 h/aula cada uma, perfazendo um total de 12

horas. A proposta didática com base na metodologia de Moreira (2012), seguiu os oito tópicos propostos pelo autor, relacionados a seguir:

1. Definição do tópico a ser abordado dentro das especificidades que a disciplina exige, inclusive com seus aspectos declarativos e procedimentais.
2. Criação de situação que leve o aluno a resgatar e expor seu conhecimento prévio, supostamente vinculado ao tópico em pauta (mapas conceituais, situações problemas, questionário, debate, etc.).
3. Proposição de uma situação problema em nível introdutório do conteúdo e que sirva de referência para a discussão do novo. A situação problema deve ser tal que convenha apenas para resgatar e ancorar o novo conhecimento, sem, contudo, expô-lo na íntegra.
4. Exposição do conteúdo objeto do estudo, levando em conta a diferenciação progressiva na perspectiva de Ausubel. Ou seja, a abordagem do conteúdo deve iniciar pelos aspectos mais gerais, incluindo exemplos de aplicação, até chegar ao aprofundamento do conteúdo.
5. Apresentação de uma síntese envolvendo os aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo. Nesse momento, como mencionado por Moreira (2011), deve-se considerar o conteúdo em um nível de complexidade maior, envolvendo situações problemas com grau maior e crescente de complexidade, incluindo novos exemplos e promovendo a reconciliação integradora, conforme proposto por Ausubel.
6. A conclusão da unidade de ensino deverá proporcionar a continuidade no processo de diferenciação progressiva, de modo a retomar as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém, de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa.
7. A avaliação da aprendizagem deve ser contínua, somativa e individual, estando relacionada a todas as ações desenvolvidas pelos alunos durante a implementação da UEPS. Essa avaliação deve conter questões que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência.
8. A avaliação da UEPS deve ocorrer mediante análise do desempenho dos alunos e de indícios de que ocorreu uma aprendizagem significativa. Moreira destaca que a aprendizagem significativa é progressiva, portanto, nessa etapa, o objetivo é a busca de evidências, e não de comportamentos finais.

Com base nesses oito passos proposto por Moreira (2012), construiu-se a UEPS apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: UEPS para o ensino de torção em Mecânica dos Sólidos.

Etapa	UEPS	Atividades	Aula (horas)
1	Avaliação diagnóstica	Assinatura do TCLE. Mapas conceituais	1ª Aulas (4 horas)
2	Conhecimentos prévios: Discussões sobre Situações reais de engenharia na qual se tem presente esforços e tensões de torção envolvidas em produtos. Discussões sobre Situações reais de engenharia na qual se tem presente esforços e tensões de torção envolvidas em produtos. Conhecimentos prévios:	Vídeo AGCO Vídeos Situação Real de um implemento agrícola.	
3	Situação-problema: Análises e discussões, individuais ou em grupos sobre os pontos de esforços de torção que estão envolvidas nos vídeos dos produtos reais propostos de máquinas e implementos agrícolas.	Análise dos esforços e deformações presentes, na situação problema do implemento agrícola proposto	
4	Diferenciação progressiva: Essa etapa será realizada por meio da metodologia ativa, da aula invertida, na qual o conteúdo será enviado antecedendo a aula.	Aula invertida (metodologia ativa).	2ª Aulas (4 horas)
5	Aprofundamento do conteúdo: Nessa etapa será aprofundado e nivelado o conhecimento resultante da aula invertida aplicando o protótipo educacional em atividades experimentais dos conceitos tratados.	Utilização do protótipo educacional em atividades experimentais simulando esforços de torção.	
	Situação-problema 2: Resolução de um caso real de aplicação de componente tubular de parede fina, em um implemento agrícola.	Situação problema de um tubo de um escarificador em esforços de torção. Vídeo de situação real.	
6	Integração reconciliadora: Nessa etapa será incluso a partir dos conhecimentos já existentes, novos conceitos sobre sistemas de potência em eixos mecânicos de transmissão, englobando os conceitos já obtidos anteriormente com situações gerais.	Aula invertida Conteúdos e exercício aplicado individualmente. Apresentar na forma manuscrita	3ª Aula (4 horas)
	Atividade de fechamento: Para realizar o fechamento do conteúdo proposto, será apresentado e debatido pelos alunos os resultados das situações problemas que foram propostas.	Problema integrador em grupos de trabalho. Discussão das soluções.	
7	Avaliação da somativa: Avaliação somativa e individual dos conteúdos envolvidos na UEPS.	Mapas conceituais Prova do conteúdo abordado	
8	Avaliação da UEPS - Avaliação da UEPS aplicada	Questionário	

Fonte: Autoria Própria.

4 APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

A aplicação da UEPS proposta, ocorreu na Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões - URI, Santo Ângelo, RS. Os participantes foram acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica. A escolha dos participantes do presente projeto se deu pela acessibilidade e finalidade imposta pelo desenvolvimento do produto educacional. O estudo foi realizado no primeiro semestre de 2019, no campus de Santo Ângelo. A população de estudo foi composta por 11 acadêmicos, de ambos os sexos, na faixa etária de 19 a 25 anos. O critério de inclusão para a pesquisa com os acadêmicos foi estar regularmente matriculado na disciplina.

A abordagem do conteúdo seguiu as aulas propostas na UEPS do Quadro 1. Os conhecimentos prévios foram avaliados por meio de Mapas Conceituais, assim como a aprendizagem após a realização das aulas. Também foi avaliado o desempenho acadêmico dos estudantes por meio de uma avaliação de conteúdo.

A Metodologia Ativa da Aula Invertida foi adotada nas aulas, assim como, atividades experimentais como facilitador da aprendizagem. Nos experimentos utilizou-se um simulador de esforços, um produto educacional desenvolvido especificamente para este propósito (KRAEMER e KIECKOW, 2018). A figura 1 apresenta o registro fotográfico de um grupo de trabalho desenvolvendo uma das atividades experimentais propostas na UEPS.

Figura 1: Registro fotográfico da atividade experimental da UEPS.



Fonte: autoria própria.

A análise dos resultados da aplicação mostrou resultados importantes na aprendizagem dos tópicos estudados na disciplina de Mecânica dos Sólidos I. A relação entre os mapas conceituais iniciais e finais, além da avaliação proposta obtiveram resultados similares, nos quais pode-se perceber a evolução gradativa das interligações entre os conhecimentos prévios

somados aos novos conhecimentos. Dessa forma, 10 dos 11 acadêmicos na qual o material didático foi submetido, obtiveram indícios de aprendizagem significativa satisfatória em relação as habilidades necessárias impostas pela disciplina. A única exceção do acadêmico que não obteve uma evolução tão significativa em relação aos demais, foi por motivos de não comparecimento às aulas.

O questionário aplicado aos alunos referente a satisfação dos mesmos com a metodologia aplicada, obteve informações positivas para prosseguir como os métodos desenvolvidos. A faixa de aprovação dos estudantes ficou em torno de 80 a 100%, além de 100% das sugestões para as futuras melhorias do material, na visão dos alunos, foram voltadas a mais realização dessas atividades nas disciplinas mais “duras” da engenharia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na formação acadêmica de futuros engenheiros, é de fundamental importância os conhecimentos obtidos nas áreas de mecânica dos sólidos e resistência dos materiais, pois é a área que habilita os futuros profissionais a desenvolver projetos e dimensionar componentes mecânicos para variadas aplicações que a formação acadêmica lhes permite. É notória a dificuldade de aprendizagem nessa área da engenharia, a disciplina é de caráter teórico dificultando as análises e visualização dos fenômenos físicos decorrentes dos conteúdos estudados.

A UEPS desenvolvida é de fácil compreensão e aplicação em sala de aula e pôde proporcionar aos acadêmicos da disciplina um material com potencial significativo, capaz de tornar as aulas mais interativas e cooperativas utilizando metodologias capazes de influenciar diretamente a aprendizagem significativa dos alunos. O material proposto ainda integra metodologias ativas e atividades experimentais que possibilitam os acadêmicos a visualizar os fenômenos físicos dos tópicos de Torção, além dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, sendo essenciais na Aprendizagem Significativa

Por fim, esse trabalho teve grande impacto no ganho de desempenho de aprendizagem dos estudantes, bem como na busca da aprendizagem no campo das Engenharias e também no prosseguimento da busca de novas metodologias que agreguem inovação e que possam transformar o campo pedagógico, principalmente nas áreas das engenharias, podendo diversificar e realizar novas pesquisas que possam atender a necessidade de transformação da docência nos tempos atuais, considerando isso como pilar do desenvolvimento dos novos profissionais e como fundamental no desenvolvimento tecnológico do nosso país e da nossa sociedade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

BERGMANN, J.; SAMS. A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. 1ed. Rio de Janeiro: LTC.2016.

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.

KIECKOW, F.; LIESENFELD, J.; FREITAS, D.B. Ferramentas de aprendizagem significativa para o ensino de engenharia. XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE, 26 a 29 de setembro de 2017, Joinville/SC.

KRAEMER, F. A.; KIECKOW, F. **Protótipo educacional para atividades experimentais de mecânica dos sólidos**. III Mostra Gaúcha de Produtos Educacionais, 13 e 14 de novembro de 2018, UPF.

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