

EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NO ENSINO DE MECÂNICA DOS SÓLIDOS NA ENGENHARIA

EXPERIMENTATION AS A DIDACTIC STRATEGY IN TEACHING SOLID MECHANICS IN ENGINEERING

Francisco Antonio Kraemer¹, Flávio Kieckow²

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v40p181-188.2021

RESUMO

No ensino de Mecânica dos Sólidos nos cursos de graduação em Engenharia, tradicionalmente, os conteúdos são trabalhados teoricamente, com o uso de listas de exercícios, o que torna maçante a disciplina e favorece a aprendizagem mecânica. Nessa área pouco se utiliza materiais didáticos ou aulas com metodologias ativas. Tendo em vista uma aprendizagem significativa dos acadêmicos de Engenharia, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um produto educacional para atividades experimentais na disciplina de Mecânica dos Sólidos, de modo a favorecer o uso de metodologias ativas na abordagem desse conteúdo. Neste artigo são apresentados uma breve base teórica, o desenvolvimento do produto educacional, sua construção e validação, e as considerações sobre o potencial didático/experimental de tal produto aplicado ao Ensino de Engenharia.

Palavras-chave: Mecânica dos Materiais; aprendizagem significativa, ensino de Engenharia; aula prática.

ABSTRACT

In the teaching of Solid Mechanics in the undergraduate courses in Engineering, the contents are traditionally worked theoretically, with the use of lists of exercises, which makes the discipline dull and favors mechanical learning. In this area little is used teaching materials or classes with active methodologies. This work presents the development of an educational product for experimental activities in the discipline of Solid Mechanics in order to favor the use of active methodologies in the approach of this content. This article presents a brief theoretical basis, the development of the educational product, its construction and validation, and the considerations about the didactic / experimental potential of the same applied to engineering education.

Keywords: Mechanics of Materials; significant learning; Engineering Teaching; practical classes.

INTRODUÇÃO

Na atualidade a Engenharia é uma área do conhecimento que está focada na aplicação de novas tecnologias para a criação de produtos inovadores em busca de melhor qualidade de vida para as pessoas. As necessidades da

sociedade direcionam o desenvolvimento tecnológico e as soluções de engenharia para problemas em geral existentes. O aumento da capacidade de produção, tendo em vista suprir as necessidades de consumo, também impulsiona as engenharias. Nesse contexto, o ensino no campo das Engenharias tem um papel

¹ Engenheiro Mecânico, Mestrando, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), *Campus* Santo Ângelo; franciscokraemer@hotmail.com

² Professor Doutor, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), *Campus* Santo Ângelo; fkieckow@san.uri.br

fundamental na formação dos futuros profissionais que irão atuar nesse mercado que está em constante evolução.

Um dos problemas que é frequentemente enfrentado na área do Ensino de Engenharia é que os professores que atuam como docentes nas instituições de ensino nem sempre têm boa formação acadêmica. São excelentes engenheiros nas áreas em que atuam, mas não são, necessariamente, bons professores. Em geral, eles dominam a técnica, mas não a didática para atuação na área do ensino, a arte de ensinar e orientar indivíduos para que estes aprendam. Normalmente, esses docentes utilizam as metodologias e práticas educacionais de seus antigos professores, de quando passaram pela vida acadêmica como estudantes. Não há, portanto, evolução no ensino.

A Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) tem feito um grande esforço para introduzir mudanças no Ensino de Engenharia com a finalidade de melhorar a relação ensino-aprendizagem, considerando que cerca de 62% dos cursos avaliados pelo INEP apresentaram conceitos de 1 a 3 nas provas do ENADE (INEP, 2018). Este índice é puxado pelas universidades privadas. Outro fato revelado foi que a diferença de rendimento entre ingressantes e concluintes é muito pequena, ou seja, as Instituições de Ensino Superior (IES) e, mais diretamente, os professores pouco têm agregado no conhecimento do estudante.

Esses dois indicadores evidenciam que há uma falha muito grave no Ensino de Engenharia, os estudantes não estão aprendendo. O ensino e suas práticas precisam ser repensados. As aulas carecem de um ensino mais prático, contextualizado; na linguagem do acadêmico, mais ativo, com recursos didáticos e metodológicos que motivem os estudantes e propiciem um aprendizado eficaz.

Na área de Mecânica dos Sólidos ou dos Materiais, disciplinas ofertadas, na maioria das vezes, na fase inicial dos cursos de Engenharia, as práticas são caracterizadas por um ensino tradicional (centrado no professor), teórico e expositivo, as quais estimulam a aprendizagem mecânica. As disciplinas são básicas para o

dimensionamento de componentes mecânicos e para o desenvolvimento de projetos de máquinas e de estruturas. Em geral, os acadêmicos têm grandes dificuldades em compreender e analisar as solicitações mecânicas que acontecem em elementos mecânicos ou estruturais, o que resulta em tensões e deformações nos materiais.

A proposta deste trabalho é apresentar um material didático projetado para simular esforços mecânicos e analisar as deformações e tensões geradas por eles em elementos estruturais. O objetivo é viabilizar a realização de aulas práticas simulando diferentes solicitações mecânicas, por meio do uso de sequências didáticas e metodologias ativas, de modo a estimular a experimentação, a interatividade e visualização dos fenômenos envolvidos. Com mudanças na metodologia, espera-se que os estudantes, dessa área do saber, obtenham uma aprendizagem significativa do conteúdo e estejam habilitados para dimensionar, analisar e projetar componentes e estruturas. O artigo apresenta o desenvolvimento do produto educacional, sua validação e sugestões de aplicação.

O ENSINO DE ENGENHARIA E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

De acordo com a teoria de Ausubel (2000), para que a aprendizagem possa ser realmente significativa, três aspectos são necessários: conhecimentos prévios (subsunçores); os materiais didáticos devem ser potencialmente significativos; o novo conhecimento deve fazer sentido, ter significado para o aluno.

Dessa forma, o presente trabalho segue a premissa da aprendizagem significativa, na qual o aprendiz precisa estabelecer, por meio de subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva, uma relação que lhe faça sentido entre seu conhecimento prévio e as novas ideias, conteúdos e conceitos. O processo de reestruturação do novo conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz se dá por meio de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2011).

As aprendizagens – subordinada, superordenada e combinatória – sustentam os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Segundo Novak (1996), a diferenciação progressiva é derivada da aprendizagem subordinada tendo em vista a teoria da assimilação e considerando que a aprendizagem se dá através dos conceitos mais gerais, partindo em seguida para uma diferenciação progressiva dos mais específicos. Posteriormente, dá-se a reconciliação integrativa, por meio dos princípios da aprendizagem subordinada e combinatória, em que se agrega as semelhanças e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva com o material didático a ser aplicado, possibilitando assim a reconciliação dos conceitos existentes entre ambos.

Percebe-se que a metodologia e o material didático utilizados pelo professor em sala de aula são importantíssimos para estabelecer o processo de aprendizagem. Nesse contexto, as práticas experimentais são muito úteis no processo; a respeito disso tem-se resultados comprovados por diversos pesquisadores na área de Ciências. Convém esclarecer algumas questões importantes sobre “aulas práticas”, “aulas de laboratório” ou “atividades experimentais”. Segundo Krasilchik (2004), as aulas práticas são aquelas que permitem aos alunos ter contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos, em geral, envolvendo a experimentação. Para ela, as demonstrações não são tidas como aulas práticas, uma vez que é o professor quem demonstra, mesmo que exista algo concreto para o aluno. Segundo ela, demonstrações, excursões e aulas práticas pertencem a diferentes modalidades didáticas, sendo que aulas práticas requerem a participação do aluno com seu envolvimento direto na obtenção de dados. Ela afirma que entre as principais funções das aulas práticas estão: despertar e manter o interesse dos alunos; compreender conceitos básicos; desenvolver a capacidade de resolver problemas; envolver os estudantes em investigações científicas; e desenvolver habilidades.

Para Barreto Filho (2001), as atividades práticas são entendidas como “modalidades de

procedimentos que objetivam conseguir informações, como nos casos da observação ambiental, observação laboratorial, da leitura, da escrita, do dialogar com colegas e professor, e ainda, desenvolvidas de forma que se complementem e possam contribuir com o aluno, no sentido de chegar a internalização do conhecimento” (BARRETO FILHO, 2001, p. XIII). Observa-se que este autor considera qualquer envolvimento ativo do aluno como prática.

Feitosa de Andrade e Massabni (2011) definiram atividades práticas como “aquelas tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social” (FEITOSA DE ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 840). A ação do estudante deve acontecer por meio da experiência física.

Com base na teoria piagetiana (PIAGET, 1978; 1972), o objeto concreto pode estar presente física ou mentalmente. Deve estar presente fisicamente para que se possa agir sobre ele em uma atividade prática e/ou para que se possa elaborá-lo mentalmente a partir da observação. Pela experiência o estudante pode manipulá-lo e testá-lo, ou, no caso de uma demonstração, se retiram dados e se tecem análises sobre o mundo natural que Piaget (1995) chama de abstração empírica. Na atividade prática, a experiência física deve necessariamente ocorrer para que o estudante tenha possibilidade de abstrair informações do objeto, do fenômeno físico estudado, sejam elas confirmações de informações anteriores (conhecimentos prévios) ou novas informações que a experiência propicia. Se não houver envolvimento do estudante, isto é, ações mentais realizando abstrações, a atividade prática pode tornar-se limitada, restringindo-se à manipulação, sem que ocorra nem mesmo a abstração física (FEITOSA DE ANDRADE; MASSABNI, 2011).

Outra contribuição importante é apresentada pelos pesquisadores Gaspar e Monteiro (2005). De acordo com eles, as atividades experimentais de um conceito em sala de aula acrescentam ao pensamento do estudante elementos de realidade e de

experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos, em concordância com a teoria de Vygotsky. Além desse fator, há também a colaboração e a interação social proporcionadas pela atividade experimental, seja aluno-aluno e/ou aluno-professor. De acordo com Vygotsky (2001, p. 329) “em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha”. Ele argumenta que, no ambiente escolar, “a criança não aprende o que sabe fazer sozinha, mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível por meio da colaboração com o professor sob sua orientação” (VYGOSTKY, 2001 p. 331). Ou seja, na experimentação, além de confrontar a sua experiência com a realidade, o aprendiz, pelo processo de compartilhamento em grupos de trabalho, aprende muito mais.

As novas diretrizes curriculares das engenharias trazem na sua essência a formação por competências, estimulando assim um ensino mais prático, experimental, voltado para a realidade do profissional de engenharia. Thomaz (2000) enfatiza a importância das atividades experimentais para o desenvolvimento de capacidades pessoais, como criatividade, autoconfiança, motivação, reflexão, entre outras habilidades.

Portanto, no contexto da experimentação, é importante que as aulas práticas promovam a reflexão, o estímulo à curiosidade, a investigação, a interação, a formulação de hipóteses para explicar os fenômenos em estudo, a apropriação e o desenvolvimento de conceitos científicos, entre outros. Ademais, é importante que a prática não seja apenas uma opção de reforço e memorização do conteúdo previamente estudado, com caráter meramente ilustrativo, conforme constatou Melo (2010) em estudo realizado com professores da Educação Básica na área de Ciências. Em análise de artigos sobre atividades experimentais de Física, Carlos et al. (2009) constataram que o uso de atividades experimentais não se consolidou ainda na prática da maior parte dos professores de Ciência no país.

O presente trabalho desenvolve um protótipo educacional para experimentação que possibilita diferentes sequências didáticas para o ensino de Mecânica dos Sólidos nas engenharias, conforme o conteúdo a ser abordado e o enfoque e criatividade que o professor quiser utilizar. O produto educacional foi projetado para simular esforços mecânicos em diferentes tipos de “componentes” de modo a permitir a análise de deformações e tensões.

O propósito é viabilizar aulas experimentais, ativas, que envolvam os estudantes e que os estimulem à abstração, a compreender a teoria e a consolidar o conhecimento de forma significativa; ou seja, objetiva-se que os estudantes sejam protagonistas no seu próprio processo de construção do saber.

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO EDUCACIONAL

Para o projeto e construção do protótipo educacional foi utilizada como referência a metodologia de desenvolvimento de produto de Rozenfeld et al. (2006), a qual propõe três etapas para a gestão de desenvolvimento de produtos: o pré-desenvolvimento, o desenvolvimento e o pós-desenvolvimento.

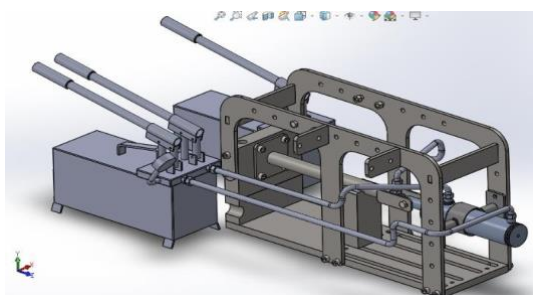
O pré-desenvolvimento do produto deve ser planejado estrategicamente para atender as reais utilizações de quem o pretende conceber, a fim de poder realizar as atividades planejadas sem problemas de aplicação. Nessa fase, visa-se a parte estrutural e conceitual do estudo ou a pesquisa proposta para fins de experimentação.

Na parte de desenvolvimento é necessário seguir algumas etapas para a construção do produto, as quais 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, calculado e dimensionado de acordo com as equações básicas da Mecânica dos Sólidos (BEER et al., 2013), fabricado por meio de manufatura convencional (corte, usinagem e solda), montado em laboratório e testado para validação.

A fase do pós-desenvolvimento do protótipo educacional serve ao aperfeiçoamento e às eventuais necessidades de se melhorar o funcionamento estrutural desse equipamento, tendo em vista que ele é composto por componentes mecânicos e hidráulicos que irão aplicar os carregamentos nos elementos de teste, de acordo com a finalidade. Esses elementos podem continuamente ser melhorados.

A modelagem estrutural 3D foi realizada no *software* SolidWorks, no qual foi estabelecido todos os detalhes e definições referentes a materiais, métodos e análises. Dessa forma, pode-se visualizar o conjunto montado, segundo as suas respectivas funções para cada tipo de carregamento, nas figuras a seguir. A Figura 1 mostra o sistema montado para simular esforços de tração e compressão em barra cilíndrica tubular.

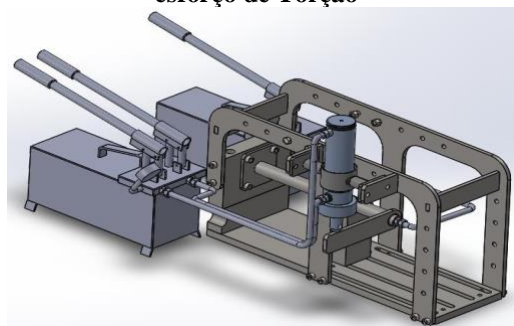
Figura 1 – Produto educacional montado para esforços de tração e compressão



Fonte: acervo dos autores.

A Figura 2 apresenta o equipamento montado para simular esforços de torção em eixo cilíndrico tubular. A aplicação da carga se dá por meio de cilindro e bomba hidráulica.

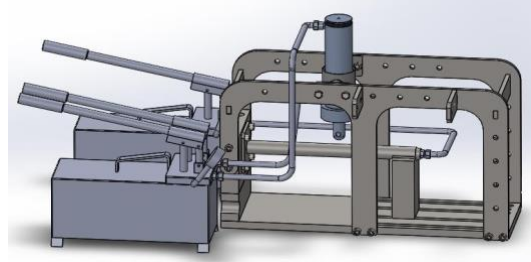
Figura 2 – Equipamento montado para aplicar esforço de Torção



Fonte: acervo dos autores.

A configuração para análise de solicitações mecânicas de flexão está ilustrada na Figura 3, exemplificando a atuação do protótipo educacional.

Figura 3 – Sistema ilustrando esforços de Flexão



Fonte: acervo dos autores.

Da mesma forma, interpretando as três situações ilustradas nas Figuras 1, 2 e 3, pode-se realizar combinações dos esforços ou ainda utilizar pressão interna nos tubos, em todas as aplicações, fazendo assim com que se obtenha esforços e tensões combinadas para análise de tensões mais complexas ou simulando situações reais de engenharia.

Para a análise de tensões e deformações em cada situação experimental foi necessário instrumentar cada amostra de prova ou componente mecânico com extensômetros de resistência elétrica, de acordo com o que se quer medir na experimentação. Isso vai depender do planejamento do professor ou do problema proposto para os acadêmicos e o que se deseja aprender. O produto educacional completo precisa de um condicionador de sinais para instrumentação ou um sistema de aquisição de dados, pois é preciso excitar o extensômetro e medir as deformações, envolvendo, durante a experimentação, outra área de conhecimento.

O produto educacional desenvolvido pode ser utilizado como apoio às aulas baseadas em metodologias ativas, como, por exemplo, fazendo parte de sequências didáticas planejadas, como a UEPS, sugerida por Moreira (2012) e com fundamento teórico na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000), Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP/ PrBL) (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014), ou em outra metodologia adotada pelo docente. Para o ensino de Mecânica dos Sólidos, cujo conteúdo é pesado e, às vezes, de difícil compreensão por parte dos estudantes, a experimentação passa a ser uma ótima opção para um melhor aprendizado.

VALIDAÇÃO

Para as aplicações experimentais do produto educacional foi necessária uma validação do sistema de aplicação de carga e do sistema de medição, de modo torná-lo confiável em qualquer situação-problema proposto. Para isso, a partir das propriedades mecânicas dos materiais utilizados para fabricação do equipamento de aplicação de carga, bem como dos componentes mecânicos para experimentação (um aço SAE 1020 laminado), das dimensões físicas do componente mecânico (um tubo de 31,75 x 2,65mm), das distâncias do carregamento responsável pelo momento torçor (157mm) por meio de um sistema hidráulico composto por um cilindro com haste de 50,8mm de diâmetro e da pressão na unidade hidráulica, calculou-se as tensões no tubo. A Figura 4 mostra o registro fotográfico do equipamento montado para simular esforços de torção no componente tubular em questão.

Figura 4 – Equipamento com carregamento de torção para teste de validação



Fonte: acervo dos autores.

A Figura 5 apresenta no detalhe o registro fotográfico que mostra o componente tubular instrumentado com extensômetros de resistência elétrica (ERE) e um condicionador de sinais para a excitação do ERE e para a medição da deformação ($\mu\epsilon$) do mesmo quando aplicada a carga.

Figura 5 – Instrumentação do componente tubular e sistema de medição



Fonte: acervo dos autores.

A partir da medição da deformação é possível determinar as tensões pela Lei de Hooke e relações matemáticas da Mecânica dos Sólidos e cruzá-las com aquelas calculadas analiticamente no problema. Assim, é possível estabelecer comparativos entre os resultados experimentais e analíticos, entre os modelos adotados, realizar análise de erros no sistema e ainda avaliar as limitações do produto educacional ou, até mesmo, realizar sugestões para alterações no projeto ou componentes.

O Quadro 1 apresenta os resultados obtidos para uma aplicação de esforços em torção em um eixo tubular.

Quadro 1 – Resultados teóricos e experimentais das tensões de cisalhamento em eixo tubular

Pressão	Teórica	Experimental	Erro
4 Bar	39 MPa	37 MPa	-5,1 %
6 Bar	58 MPa	58 MPa	0 %
8 Bar	78 MPa	80 MPa	+2,5 %

Fonte: elaborado pelos autores.

O Quadro 1 mostra uma concordância muito boa entre os resultados teóricos e experimentais, considerados satisfatórios. O erro inicial maior se deve a limitações de sensibilidade e à resolução dos medidores. O

erro volta a aumentar para carregamentos maiores porque outras tensões influenciam na deformação medida, devido principalmente ao apoio adotado e ao componente ser tubular (sofre o efeito da compressão no momento de aplicação da carga). A pressão adotada no projeto foi de 7 Bar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atual formação acadêmica de um engenheiro é de fundamental importância que este tenha conhecimento das áreas de Mecânica dos Sólidos e Resistência dos Materiais, pois é uma das áreas fundamentais para o desenvolvimento de projetos mecânicos e de máquinas na engenharia e que estão inclusos no dia a dia do profissional engenheiro. Também é notória 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 versátil, de simples utilização nas aplicações experimentais e permite simular todos os esforços básicos que geram solicitações mecânicas de tração, compressão, torção, flexão e pressão interna. O produto possibilita, ainda, a aplicação simultânea de mais de um esforço, gerando solicitações mecânicas compostas, além de permitir a análise de tensões complexas.

O equipamento é flexível a diferentes tipos de metodologias de ensino e tem ótimo potencial para aulas demonstrativas, aulas em grupo de trabalho e aulas a partir de problemas idealizados pelo docente, na área de Mecânica dos Sólidos. Considerando a ênfase das novas DCNs na formação por competências nos Projetos Pedagógicos das engenharias (PPC), a experimentação defendida neste artigo passa a ser um recurso didático importante para a aprendizagem significativa e para a formação do engenheiro do século XXI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL; D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa, 2000.
- BARRETO FILHO, B. **Atividades práticas na 8ª série do Ensino Fundamental: luz numa abordagem regionalizada**. 2001. 128f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- BEER, F. P. et al. **Estática e mecânica dos materiais**. Ed. AMGH, 2013.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, abr./jun., 2014.
- FEITOSA DE ANDRADE M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 17, n. 4, 2011.
- GASPAR A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.
- MELO, J. F. R. **Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de biologia – um estudo de caso e uma proposta de material didático de apoio ao professor**. 2010, 75 p. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Brasília, 2010.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

- MOREIRA, M. A. **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.
- PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense, 1972.
- PIAGET, J. **Psicologia e epistemologia** por uma teoria do conhecimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1978.
- PIAGET, J. **Abstração reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C.; ALLIPRANDINI, D. H.; FORCELLINI, F. A.; TOLEDO, J. C.; SCALICE, R. K.; SILVA, S. L. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- 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.
- VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Francisco Antonio Kraemer – Engenheiro Mecânico pela URI, *Campus* Santo Ângelo (2017), Mestrando em Ensino Científico e Tecnológico pela URI, *Campus* Santo Ângelo 2018.



Flávio Kieckow – Engenheiro Industrial Mecânico (1990) pela URI, doutor pela UFRGS (2008) em Ciência dos Materiais. É coordenador e professor do curso de Engenharia Mecânica, pesquisa na área de desenvolvimento de novos materiais com aproveitamento de resíduos sólidos e é professor permanente no Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico na URI *Campus* Santo Ângelo.