



# UEPS E MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE REFRIGERAÇÃO NA ENGENHARIA

UEPS AND CONCEPT MAPS IN TEACHING AND LEARNING REFRIGERATION IN ENGINEERING

Francisco Antonio Kraemer<sup>1</sup>, Luiz Antônio Rasia<sup>2</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p696-705.2023

**RESUMO:** O ensino da Matemática e da Física dentro dos cursos de graduação em Engenharia no Brasil, de modo geral, apresentam uma dificuldade enorme, principalmente para alunos que ingressam em uma universidade. Isso se deve às novas tecnologias nas quais os alunos estão inseridos e parte das dificuldades apresentadas pelos professores expositores de conteúdos pelos métodos tradicionais. A Refrigeração e Ar-condicionado é um campo da Engenharia Mecânica muito importante para os profissionais da área, pois é nesse campo que estão contidas as competências e habilidades necessárias para projetar, criar e desenvolver ambientes refrigerados domésticos e industriais. A modelagem matemática computacional é de fundamental importância na busca por entender problemas e comportamentos físicos dos sistemas de refrigeração em busca da aprendizagem significativa. Este artigo apresenta a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), utilizando as ferramentas de mapas conceituais para conseguir mensurar a aprendizagem significativa na aplicação dessa unidade de ensino. Consegue-se perceber que a utilização de novas ferramentas de ensino são fundamentais para a aprendizagem significativa dos alunos que hoje estão ingressando nas universidades, pois o método tradicional não consegue mais contemplar as ações de formação profissional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Competências; Refrigeração Industrial; Ensino de Engenharia.

**ABSTRACT:** The teaching of mathematics and physics within undergraduate engineering courses, in general in Brazil, presents an enormous difficulty, mainly for students who enter a university, this is due to the new technologies in which students are inserted and part of the difficulties presented by teachers exposing contents by traditional methods. Refrigeration and Air Conditioning is a field of mechanical engineering that is very important for professionals in the field, as it contains the necessary skills and abilities to design, create and develop domestic and industrial refrigerated environments. Computational mathematical modeling is of fundamental importance in the quest to understand physical problems and behaviors of refrigeration systems in search of meaningful learning. This article presents the application of a potentially significant teaching unit UEPS, using concept mapping tools to be able to measure meaningful learning in the application of this teaching unit. It can be seen that the use of new teaching tools is fundamental for the meaningful learning of students who are now entering universities, as the traditional method is no longer able to contemplate professional training actions.

**KEYWORDS:** Skills; Industrial Refrigeration; Engineering Teaching.

<sup>1</sup> Professor, Doutorando, UNIJUÍ, francisco.kraemer@unijui.edu.br

<sup>2</sup> Professor, Doutor, UNIJUÍ, rasia@unijui.edu.br



## INTRODUÇÃO

A necessidade das pessoas e da sociedade em geral é vista por muitos como a oportunidade de criar novas empresas e uma diversidade de produtos a fim de atender às demandas da sociedade, visando ao crescimento profissional ou até mesmo empresarial. A engenharia, nesse contexto, encaixa-se diretamente com as oportunidades, pois é responsável pela criação e desenvolvimento de produtos inovadores capazes de crescer no mercado. O aumento da criação de novos produtos também alavanca o setor produtivo de manufatura, o qual tem papel importante na empregabilidade dos profissionais.

Estamos vivenciando na atualidade a formação dos novos profissionais que irão criar, transformar e conduzir indústrias, comércios e demais áreas da sociedade. Essas "novas pessoas", desta geração mais tecnológica, devem possuir um olhar diferenciado em relação a sua formação acadêmica e necessitam de novas ferramentas de ensino capazes de conduzi-los a uma aprendizagem significativa.

Conforme Kraemer (2021), as UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) são fundamentais para que se consiga abranger a aprendizagem dos alunos nas disciplinas das engenharias, considerando que, basicamente, trata-se de conteúdos das áreas exatas de Física e Matemática. Para que se possa alcançar a aprendizagem dos alunos, é fundamental, nessa nova geração, que se utilize ferramentas de ensino que possibilitem os alunos a serem protagonistas em aprender e a ensinar de forma mais cooperativa e integrativa.

Nas engenharias, geralmente, os docentes são profissionais atrelados à área industrial, que têm um amplo conhecimento profissional adquirido com as vivências e com o passar dos anos de profissão. No entanto, o grande desafio desses docentes é alcançar a didática necessária para conseguir passar as informações importantes e para formar as habilidades e competências necessárias à formação acadêmica dos alunos. Nesse contexto, as metodologias ativas, UEPS e demais métodos, vêm ao encontro da aprendizagem significativa, pois se diferenciam das formas tradicionais de ensinar para a nova geração ingressante nas universidades, que é caracterizada como uma geração mais tecnológicas e que, muitas vezes, não consegue se adaptar às práticas mais tradicionais, o que implica na perda de habilidades e competências do profissional de engenharia.

Para que sejam compartilhadas as melhores práticas docentes, a ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharias) tem incentivado as publicações de diferentes metodologias de ensino capazes de mudar uma aula tradicional, tornando-a cada vez mais cooperativa e integrativa, promovendo o



engajamento dos alunos e, conseqüentemente, melhorando a aprendizagem significativa. Segundo o exame do ENADE, cerca de 70% dos cursos de graduação em Engenharia têm nota com conceito de 1 a 3 e entre 40% e 50% dos alunos ingressantes nos primeiros semestres desses cursos acabam evadindo. Dessa forma, a mudança vivenciada nas universidades indica que as práticas docentes são muito importantes para a mudança desses dados que comprometem a formação.

A disciplina de Refrigeração e ar-condicionado é fundamental no curso de Engenharia Mecânica, pois representa uma área de atuação essencial para o educando. As disciplinas mais profissionalizantes também acabam tendo uma alta carga de conteúdos e situações que possam formalizar a aprovação dos alunos. Dentro dessa ideia, as avaliações por mapas conceituais têm se tornado, cada vez mais, uma ferramenta essencial para conseguir mensurar a capacidade e o aprendizado adquirido pelos alunos diante de cada módulo ou etapa que o acadêmico irá passar.

A proposta aqui apresentada mostra que a produção de um material didático UEPS e a possibilidade de aplicação dessa metodologia para realizar uma análise, através de mapas conceituais e de uma prova escrita individual de avaliação prévia, compreendem um indicativo mensurável do nível de aprendizagem significativa.

O uso de uma UEPS torna as aulas mais interativas e dinâmicas e, a partir de toda metodologia contida nessa unidade de ensino, mensura-se a aprendizagem significativa dos alunos, através de mapas conceituais prévios e finais, assim como também torna substituível a avaliação tradicional. Dentro da UEPS se encontram métodos como atividades experimentais, discussões e análise de resultados.

## **UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA**

Segundo Hansen (2021), em março de 2020 as Instituições de Ensino, bem como os demais ramos do comércio e das indústrias em geral, pararam suas atividades em decorrência da Covid-19. Assim, principalmente as Instituições de Ensino tiveram que se reinventar de forma rápida para conseguir atender às formações necessárias dos futuros profissionais que hoje já estão no mercado de trabalho. Conforme a UNESCO, mais de 1,3 bilhões de estudantes de escolas e universidades foram afetados pelo afastamento das atividades. Aulas virtuais *on-line* geraram muitas experiências boas e também problemas foram encontrados nesse método de ensino virtual.



Na utilização de aulas virtuais, com momentos síncronos e assíncronos, para que a aprendizagem significativa tenha êxito, Ausubel (2000) propõe três aspectos fundamentais e necessários; são eles: é necessário ter conhecimentos prévios (subsunçores) dos conceitos vistos, produzir materiais didáticos capazes de ter potencial significativo para os alunos e o novo conhecimento deverá fazer sentido para o aluno, integrado aos seus conhecimentos prévios.

Assim, Ausubel (2000) e Moreira (2011) defendem que a aprendizagem significativa se baseia na diferenciação progressiva e na reconciliação integradora. Desse modo, a diferenciação progressiva descreve que os materiais didáticos devem partir das ideias e conceitos mais gerais para progressivamente serem diferenciados nas especificidades. Já a reconciliação integradora é a interligação das ideias mais gerais com as suas especificidades, dessa forma fazendo sentido para os alunos e formando o raciocínio lógico.

Novak (1996) sustenta três formas de aprendizagem, sendo aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e aprendizagem combinatória. O autor relaciona, ainda, a aprendizagem subordinada com a diferenciação progressiva, vinda da teoria da assimilação. Já a aprendizagem superordenada e combinatória se relaciona com a reconciliação integrativa, fazendo o elo de ligação entre conceitos prévios e o que será passado em sua evolução.

Kraemer (2018) mostra que as metodologias em sala de aula, juntamente com o material didático disponibilizado aos alunos pelo professor, são importantíssimas para se estabelecer o processo de aprendizagem por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Da mesma forma, como existem metodologias ativas como ferramentas no auxílio da aprendizagem, também há que ser preocupar com a forma de avaliação dos alunos, tentando-se compreender as competências e as habilidades desenvolvidas em aula.

Novas formas de se avaliar, como a utilização de mapas conceituais, são importantíssimas para que seja possível visualizar a evolução e a ligação entre os temas estudados, conseguindo-se, assim, observar o raciocínio entre as palavras chaves.

Moreira (2011) mostra que mesmo utilizando avaliações por mapas conceituais, a avaliação individual e descritiva tem uma importância muito grande para que se possa mensurar a evolução das linhas de raciocínios vistas.

## ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS E AVALIAÇÃO FINAL

Os sistemas de refrigeração, tanto industrial quanto doméstico, são essenciais em nossa vida cotidiana. Com o aumento das temperaturas, a busca por conforto em nossas residências ou até mesmo nos ambientes de trabalho tem sido cada vez mais frequente e, com isso, cresceu muito a venda de ar-condicionado, principalmente os de uso doméstico para o conforto térmico.

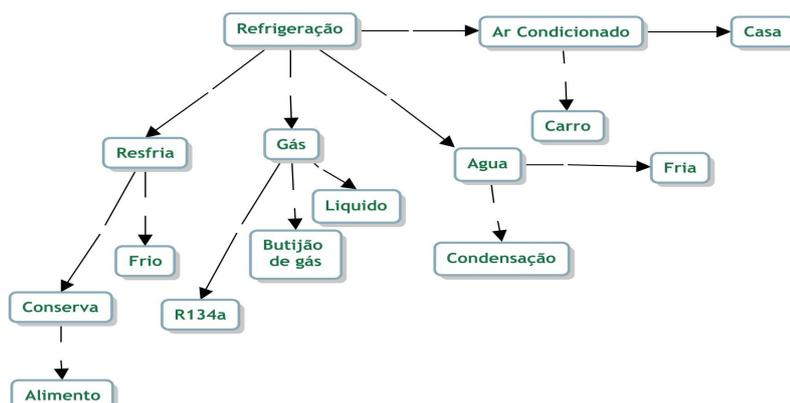
Borgnakke (2018) afirma que a refrigeração é uma das áreas de atuação do engenheiro mecânico e demonstra que um ciclo de refrigeração por vapores deve conter no mínimo quatro equipamentos: um compressor, um condensador, uma válvula de expansão ou tubo capilar e um evaporador.

Ennio (1982), por sua vez, afirma que os quatro equipamentos básicos necessários para gerar um ciclo de refrigeração por vapores devem seguir para um ciclo de refrigeração por vapores ideal, seguir os quatro processos básicos para esses equipamentos, sendo eles: compressão isentrópica, transferência de calor à pressão constante do meio quente, expansão isoentálpica e transferência de calor à pressão constante do meio frio.

A metodologia proposta envolveu uma turma de nove alunos da disciplina de Refrigeração e ar-condicionado, na qual foi aplicada a UEPS, proposta em seis aulas, permitindo-se realizar uma avaliação prévia dos alunos por mapas conceituais. Assim, o presente artigo destaca três alunos dessa turma como forma de amostra aleatória. A Figura 1 ilustra o mapa conceitual do Aluno 1 como uma avaliação prévia dos conhecimentos já existentes pelo acadêmico.

Pode-se observar que o aluno em questão possui alguns conhecimentos prévios sobre o assunto, mas, ainda assim, não consegue conectar os conceitos de forma condizente com os processos de refrigeração.

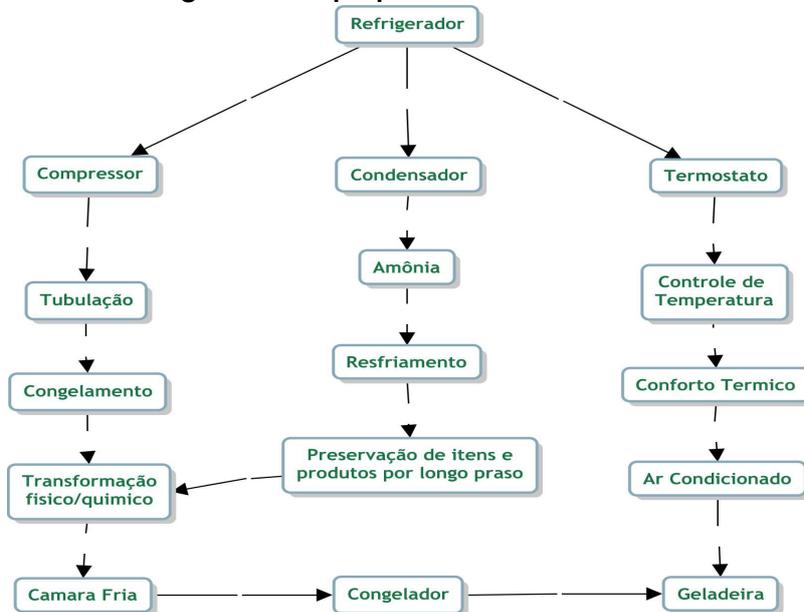
Figura 1 – Mapa prévio Aluno 1



Fonte: acervo dos autores.

A Figura 2 ilustra o mapa conceitual do Aluno 2 com seus conhecimentos prévios.

Figura 2 – Mapa prévio Aluno 2

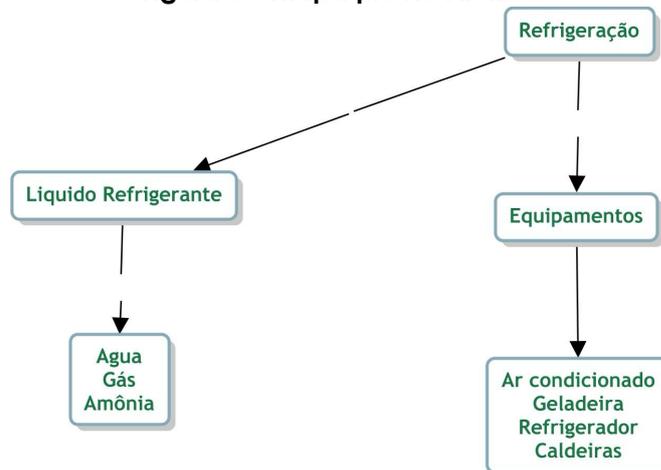


Fonte: acervo dos autores.

Analisando a Figura 2, observa-se que o aluno domina os termos de refrigeração básica, mas também não domina as correlações entre termos bem definidos e corretos.

A Figura 3 apresenta o mapa conceitual prévio do Aluno 3. O mapa conceitual prévio deste indica que existiam poucos conhecimentos sobre o tema da disciplina e ligações entre termos com pouca lógica de entendimento.

Figura 3 – Mapa prévio Aluno 3

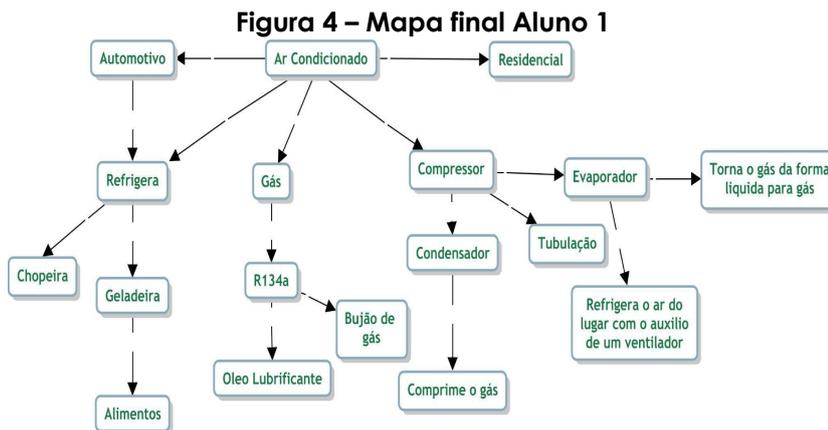


Fonte: acervo dos autores.



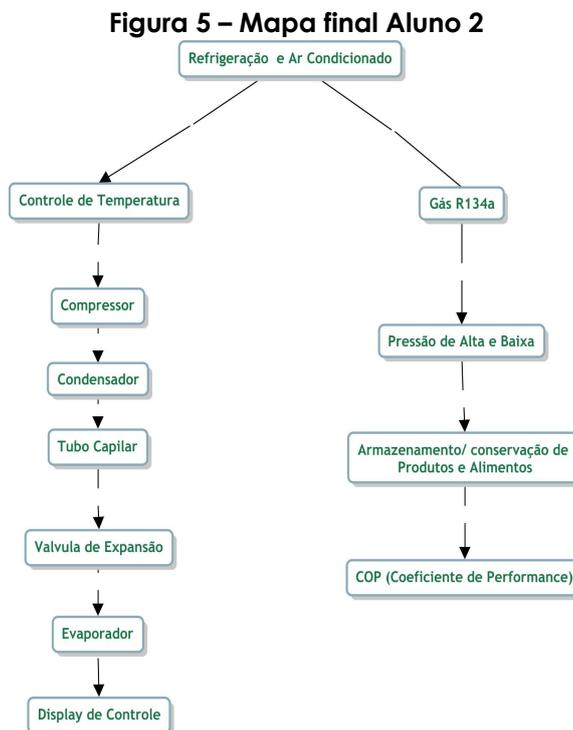
Após a avaliação prévia dos conhecimentos, no primeiro momento da aula da unidade de ensino, desenvolveu-se todo os parâmetros utilizados na UEPS e, por fim, antes da avaliação final, os alunos realizaram os mapas conceituais finais a fim de correlacionar os conhecimentos e estruturas prévias com a aprendizagem final. Esse procedimento permite verificar se realmente a unidade de ensino possui as características necessárias para a aprendizagem significativa.

A Figura 4 mostra o mapa conceitual final do Aluno 1.



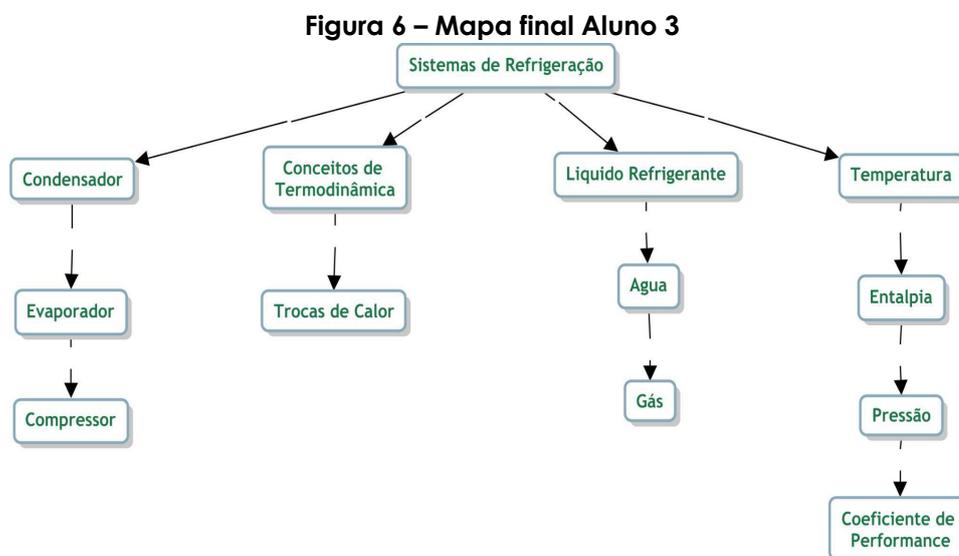
Fonte: acervo dos autores.

A Figura 5 contempla o mapa conceitual final do Aluno 2.



Fonte: acervo dos autores.

Da mesma forma, a Figura 6 relaciona o mapa conceitual final do Aluno 3, após a aplicação na unidade de ensino.



Fonte: acervo dos autores.

Realizando comparativos entre os mapas prévios e finais, consegue-se observar uma significativa evolução nos conceitos de refrigeração e também em relação aos processos de funcionamento. O Aluno 1 e o Aluno 2 possuem alguns conhecimentos prévios, mas não estruturados, e as ligações entre ambos não se relacionam na prática. Após a aplicação da UEPS, verificou-se também mais conceitos, mas principalmente uma relação entre ligações fazendo sentido na estrutura cognitiva dos dois alunos.

A análise do Aluno 3 mostra que este possui pouco conhecimento prévio sobre o assunto, o que é comum, pois a Engenharia Mecânica possui amplas áreas de atuação que, muitas vezes, estão um pouco distantes das experiências dos alunos até os momentos de aprendizagem de tais conceitos. Pode-se afirmar que o aluno agregou conceitos e conhecimentos sobre a área e também, a partir disso, as ligações entre os termos e propriedades fazem sentido e se correlacionam.

Para que se possa concluir se o material teve potencial significativo na aprendizagem dos alunos, a Tabela 1 descreve os resultados das notas da avaliação individual na forma de prova.

**Tabela 1 – Notas finais da avaliação**

Alunos	Notas (valor 20)
Aluno 1	18
Aluno 2	17
Aluno 3	19

Fonte: elaborada pelos autores.

A Tabela 1 mostra as notas dos alunos analisados, sendo o valor total da prova 20 pontos, o que ajuda na avaliação da relação dos mapas conceituais prévios e finais. Essa tabela indica que houve aprendizagem significativa e que o material didático UEPS teve êxito na aplicação e potencial significativo para que os alunos pudessem compreender as competências, habilidades e atitudes necessárias para o profissional de engenharia mecânica, além da atribuição dada ao profissional para atuar nas áreas térmicas de refrigeração doméstica e industrial.

## CONCLUSÕES

O futuro profissional de engenharia, em sua formação acadêmica enquanto aluno, deve estar focado nas competências, habilidades e atitudes que a profissão requer. As gerações de alunos que estão ingressando nas universidades exigem uma maneira mais dinâmica e didática nas disciplinas e conteúdos, rompendo com a maneira tradicional à qual os professores foram submetidos. A utilização de UEPS tem se tornado fundamental para professores conseguirem cativar os alunos em sala de aula, ainda mais com a grande dificuldade dos alunos nas Ciências Exatas, como propriamente a Física e a Matemática. Assim, tornam-se necessárias novas formas de avaliação que consigam mostrar as evoluções dos alunos e, conseqüentemente, se as ferramentas de ensino estão conseguindo atingir a aprendizagem significativa dos acadêmicos. Conforme a aplicação de uma unidade de ensino para conceitos de refrigeração iniciais, percebeu-se que o material tem potencial significativo e que os mapas conceituais, na maioria das vezes, conseguem mostrar a evolução dos alunos em sala de aula no decorrer do semestre, não substituindo as avaliações individuais, mas complementando o sistema avaliativo para a mudança na forma de ensinar pela qual as universidades estão passando.



## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa, 2000.
- BORGNACKE, C.; SINNTAG, R. E. **Fundamentos da termodinâmica**. Editora Blucher, 2018.
- COSTA, E.C.D. **Refrigeração**. Editora Blucher, 1982.
- HANSEN, B. et al. Metodologias ativas no Ensino de Engenharia: ênfase na utilização de mapas conceituais na aprendizagem significativa. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, p. 15-27, 2021.
- KRAEMER, F. A. Protótipo educacional para atividades experimentais de mecânica dos sólidos. **Mostra Gaúcha de Produtos Educacionais**, v. 1, 2018. Disponível em: [https://www.upf.br/\\_uploads/Conteudo/mostra-gaucha-produtos-educacionais/PROT%C3%93TIPO%20EDUCACIONAL%20PARA%20ATIVIDADES%20EXPERIMENTAIS%20DE%20MEC%C3%82NICA%20DOS%20S%C3%93LIDOS.pdf](https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/mostra-gaucha-produtos-educacionais/PROT%C3%93TIPO%20EDUCACIONAL%20PARA%20ATIVIDADES%20EXPERIMENTAIS%20DE%20MEC%C3%82NICA%20DOS%20S%C3%93LIDOS.pdf): acesso 10 de janeiro de 2023.
- KRAEMER, F. A. Experimentação como estratégia didática no ensino de mecânica dos sólidos na Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, p. 181-188, 2021 – ISSN 2236-0158. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1591>. acesso 11 de janeiro de 2023.
- 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 janeiro. 2023.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2013.