



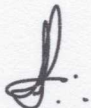
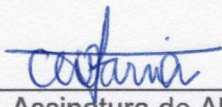
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PROJETOS EDUCACIONAIS DE CIÊNCIAS  
Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo



# Plano de Pesquisa

Apresentado ao Programa de Pós-Graduação em  
Projetos Educacionais de Ciências

PPGPE – EEL/USP – Mestrado Profissional

Nome do aluno:	<b>Cássio Castilho Oliveira de Faria</b>	Número USP: <b>12497741</b>
Nome do orientador:	<b>Eduardo Ferro dos Santos</b>	
Nome do Co-orientador:		
Linha de pesquisa: <b>Projetos Educacionais de Ciências</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"><div style="text-align: center;"> _____ Assinatura do Orientador</div><div style="text-align: center;">Data: 11/08/2022</div><div style="text-align: center;"> _____ Assinatura do Aluno</div></div>		

## 1. Título do plano de pesquisa

**Práticas De Estímulo A Aprendizagem Em Ciências Da Engenharia: Um Framework Para O Uso Em Pesquisa Operacional Aplicado No Ensino Médio**

## 2. Resumo

Esforços para reimaginar o ensino de ciências estão sendo empreendidos em todo o mundo e a interdisciplinaridade é uma das tendências. Sendo assim, este trabalho propõe a elaboração de práticas interdisciplinares para o ensino e a aprendizagem das ciências da engenharia, constituindo um framework a ser aplicado no ensino médio, com a pesquisa operacional sendo o eixo para as aplicações visando o desenvolvimento da área de matemática e suas tecnologias. Para isso, adotou-se neste estudo métodos e técnicas científicas, classificando-o como uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, objetivo exploratório e do tipo design science research. Assim, com a utilização do framework espera-se conceber um aprendizado que produza mais significado ao aluno, bem como, um discente mais consciente da manipulação e emprego de conceitos, métodos e/ou ferramentas na solução de problemas. Por fim, destaca-se que com a execução do framework proposto, apresenta-se um caminho com alto potencial em cumprir com o preconizado na BNCC para o desenvolvimento de competências, mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, da

plena prática cidadã e do mundo profissional, no ensino médio, especificamente, na área de matemática e suas tecnologias.

**Palavras-Chave:** ciências da engenharia; ensino e aprendizagem; ensino médio; framework e pesquisa operacional.

### 3. Detalhes do projeto

#### 3.1 Introdução/Justificativa

Para ensinar competências no século XXI, necessita-se romper as fronteiras dos livros educacionais e da aprendizagem respaldada em congressos, de modo a fomentar a aplicação do conhecimento ensinado na sala de aula em um espaço estimulante à criação e resolução de problemas (ALEKH et al., 2018).

A ciência é relevante para a humanidade e seu ensino é basilar para a educação brasileira, pois se realizado com qualidade gera frutos que vão desde a escala de tempo atual, como a orientação da curiosidade para produzir conhecimento nas crianças, como nos tempos futuros, no qual coopera para o desenvolvimento de um país (DE SOUZA; BARROSO, 2022). Para isso, se faz necessário, cada vez mais, que este tipo de ensino alcance maiores níveis, de modo a gerar os resultados necessários e, para tal objetivo, os citados autores apresentam o ensino de ciências no espaço formal e nos espaços não formais e a relevância das técnicas de ensino, ao qual oportunizam a potencialização do processo de ensino e aprendizagem de ciências (DE SOUZA; BARROSO, 2022).

Recentemente, esforços apoiados em reformas para reimaginar o ensino de ciências para o século XXI estão sendo adaptados e implementados em todo o mundo (BURT; BOESDORFER, 2021). Na Tailândia, por exemplo, segundo Dearamae et al (2021), o ensino e a aprendizagem nas aulas de ciências focaram na integração da educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (sigla inglesa STEM), de modo que este foco possa auxiliar alunos na resolução de problemas reais aplicando os conceitos aprendidos nas aulas de ciências. Já nos Estados Unidos, de acordo com Burt e Boesdorfer (2021), diversos estados adotaram regras e outros estão desenvolvendo, para integrar conteúdos, prática científica (prática de ciência e engenharia) e amplas ideias que transcendem temas únicos e estreitos, unificados em torno de fenômenos da vida real.

Isto posto, a interdisciplinaridade é uma das tendências em ciência, tecnologia e educação, que pode ser considerada como um preceito da ordenação do conhecimento científico, que promove amplas possibilidades de interação de variadas disciplinas para resolver problemas complicados e complexos na sociedade (TIMKIB, 2021). Assim, de acordo com a descoberta no trabalho de Fusic et al. (2022), em que por meio de um framework os autores demonstram o progresso do desenvolvimento do currículo de engenharia, bem como, o avanço do ecossistema de aprendizagem da engenharia, para que os estudantes aprendam e gerem solução criativa para um problema complexo relacionado a aplicação acadêmica, revelando-se um framework como a estrutura que introduziu conhecimentos teóricos, de forma a alinhá-los à prática e a uma técnica em um curso de engenharia, gerando, assim, resultados de sucessos.

Diante disso, questiona-se: poderia um framework para o ensino e aprendizagem das ciências da engenharia facilitar o trabalho de docentes e alunos do ensino médio no estudo de conteúdos de engenharia e, assim, motivá-los a se interessar mais pelo assunto?

Colajanni et al. (2022), a fim de aumentar o interesse, motivação e competências dos estudantes em relação às disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, combinando a matemática e as ciências informáticas por meio da pesquisa operacional, apresenta em seu trabalho o projeto *Ricerca Operativa Applicazioni Reali* (ROAR; em inglês, *Real Applications of Operations Research*), um projeto de três anos para escolas secundárias superiores, cujo a primeira unidade de ensino foi implementada no IIS Antonietti em Iseo (Brescia, Itália). Ainda segundo Colajanni et al. (2022), o principal objetivo deste projeto ROAR foi fornecer exemplos e problemas que estejam profundamente ligados com a vida cotidiana dos alunos ou com a realidade industrial, equilibrando a modelagem matemática e os algoritmos,

de forma a aumentar o interesse, motivação e as competências dos alunos referentes às disciplinas STEM por meio da aprendizagem colaborativa, problemas originais e tecnologias digitais.

Nesse contexto, nota-se a potencialidade do ensino de pesquisa operacional na universidade em contribuir no ensino de ciências, bem como, de forma interdisciplinar combinar conhecimento teórico e prático para produzir resultados de sucesso, oportunizando espaços de aprendizagem baseadas em aplicações relacionadas a situações problemas cotidianos e fenômenos da vida real dos alunos.

Nota-se que a pesquisa operacional se qualifica como uma disciplina versátil devido às suas amplas aplicações. Um exemplo pode ser observado na pesquisa de Domenech e Lusa (2016), que resolveram um problema de atribuição de professores, de acordo com o cronograma da universidade e os cursos, sem deixar de considerar as preferências deles.

Entretanto, conforme exposto por Han (2021), o ensino de pesquisa operacional é difícil devido à complexidade do currículo, pequeno número de horas aula e conteúdo monótono. Portanto, há um potencial de um framework de ciências da engenharia, por meio de aplicações de pesquisa operacional executado no ensino médio, durante o ensino e aprendizagem da disciplina de matemática e suas tecnologias, conteúdos utilizados na engenharia e aprendidos neste nível de ensino, estimular o ensino dos alunos e desenvolver competências relacionadas a conteúdos de engenharia, impactando na preparação e na formação de discentes que poderão seguir nos cursos de engenharia, de forma a facilitar o trabalho de docentes e alunos deste curso.

Destaca-se que a evasão estudantil tem sido um dos grandes problemas enfrentados pelas instituições de ensino superior nos últimos anos, pois a evasão universitária tem consequências pessoais, organizacionais e sociais, e uma forma de enfrentá-la é entender como os indivíduos envolvidos no processo educacional percebem esse fenômeno e como eles agem em seu confronto (DA COSTA ARAUJO; SILVA; MACÊDO PEDERNEIRAS, 2022).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) preconiza o desenvolvimento de competências, estimulando conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, da plena prática cidadã e do mundo profissional (BRASIL, 2017). Com isso, vislumbra-se a possibilidade de um framework aplicado no ensino médio facilitar e motivar o trabalho de docentes e alunos a se prepararem e se interessarem mais pelas ciências da engenharia, propondo um caminho para o desenvolvimento da área matemática e suas tecnologias no ensino médio, conforme indica a BNCC.

De acordo com Burt & Boesdorfer (2021), o sucesso da implementação de uma reforma curricular depende de vários fatores, mas, talvez, o mais importante seja a adesão dos professores que viabilizaram a reforma.

Então, com este framework espera-se responder as questões norteadoras aqui propostas, além de produzir as respostas aos docentes do ensino médio, de modo que possam trabalhar as disciplinas com tópicos teóricos e práticos, oportunizando aos alunos momentos e espaços para refletir sobre a trajetória acadêmica na continuação dos estudos, especialmente, habituando-se com as ciências da engenharia e desmistificando-a. Com isso, espera-se propiciar o desenvolvimento de conteúdos direcionados a prática, de modo a produzir mais significado de aprendizado aos discentes e, além disso, beneficiar os cursos de engenharia no recebimento de um discente mais consciente da manipulação e emprego de conceitos, métodos e/ou ferramentas na solução de problemas e aplicação de conhecimento em casos práticos da vida cotidiana.

### 3.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é elaborar práticas interdisciplinares de ensino e de aprendizagem das ciências da engenharia, por meio de um framework aplicado no ensino médio, utilizando as aplicações de pesquisa operacional como guia para o desenvolvimento dos conteúdos estudados.

Além deste objetivo central, outros objetivos também serão alcançados, tais como:

- a) Desenvolver aplicações de pesquisa operacional alinhados a conteúdos estudados em disciplinas do ensino médio;
- b) Elaborar atividades que oportunizem o ensino e aprendizagem de conhecimentos de engenharia vinculados a aplicações práticas e a vida cotidiana dos alunos, estudo viabilizado pela versatilidade e a relevância da pesquisa operacional;
- c) Produzir no framework atividades de acordo com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning* - PBL);
- d) Criar atividades do framework com objetivos de aprendizagem fundamentados na Taxonomia de Bloom;
- e) Propor no framework, seções para o compartilhamento de experiências entre discentes do ensino médio, valorizando suas vivências para na argumentação sobre as ciências da engenharia e suas contribuições na vida cotidiana.

### 3.3 Metodologia

Nesta seção, pormenoriza-se os métodos adotados na pesquisa em duas partes, sendo essas: a metodologia científica e a metodologia da produção do artefato, o produto educacional. Na metodologia científica, apresenta-se a classificação da pesquisa, conforme os métodos e técnicas científicas existentes. Já na metodologia do produto educacional, expõe-se as etapas que se espera adotar para realizar o projeto de pesquisa, de forma atingir o objetivo proposto.

#### 3.3.1. Método Científico

Segundo Prodanov e Freitas (2013), para produzir o conhecimento deve-se adotar uma metodologia, que é a observância de procedimentos e técnicas com a finalidade de assegurar sua validação e utilização em variados setores da sociedade. Por conseguinte, de acordo com Gil (2008), para estabelecer um conhecimento como sendo científico, se faz necessário a identificação de manipulações mentais e técnicas que viabilizem sua averiguação, isto é, definir o método que viabilizou o alcance desse conhecimento. Afinal, conforme expresso por Lakatos e Marconi (2003), inexiste ciência sem a aplicação de métodos científicos.

Nesse sentido, analisando os métodos utilizados nesta pesquisa, constata-se que a mesma consiste na adoção do método científico cujo a abordagem classifica-se como sendo uma pesquisa qualitativa, pois, segundo Prodanov e Freitas (2013), nesse tipo de pesquisa o pesquisador obtém os dados diretamente do ambiente, não empregando dados estatísticos no processo central de investigação do problema, não constituindo como preferência a medição ou numeração de elementos. Além disso, ainda de acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa qualitativa atenta-se mais ao processo.

Quanto à natureza, entende-se que este trabalho se qualifica como uma pesquisa aplicada, visto que a mesma tem como finalidade produzir conhecimentos para utilização prática, guiado a resolver questões singulares (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Já em relação a seus objetivos, este estudo configura-se como uma pesquisa exploratória. Conforme descrito por Gil (2008), este tipo de pesquisa atenta-se, de modo central, no desenvolvimento, esclarecimento e modificação de concepções e ideias visando a elaboração de problemas mais exatos ou suposições pesquisáveis para estudos futuros, geralmente utilizando levantamento bibliográfico e documental, sem o emprego de procedimentos de amostragem e técnica de coleta de dados na pesquisa.

Ainda segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem o objetivo de promover uma visão geral, bem aproximada, em relação ao fato e é adotada quando o tema definido é pouco explorado, tornando difícil a formulação de hipóteses exatas e operacionalizáveis. Pois, a pesquisa exploratória figura-se em fase preliminar, com o propósito de fornecer mais informações sobre o tema, oportunizando sua definição e delineamento (PRODANOV; FREITAS, 2013). Destaca-se que ao tratar-se de um assunto genérico, precisa-se realizar o esclarecimento e delimitação deste assunto e, então, após essas etapas, obtém-se um

produto final que é um problema mais elucidado, suscetível de investigação por processos sistematizados (GIL, 2008).

Por fim, quanto ao seu tipo, esta pesquisa caracteriza-se como o tipo Design Science Research. Segundo Bayazit (2004), esse tipo de pesquisa tem como finalidade o estudo, a pesquisa e a investigação do artificial e sua atuação, quanto à perspectiva empresarial e acadêmica. Determina-se o artificial como sendo algo que foi fabricado ou inventado pelo homem, cujo mesmo intervém (SIMON, 1996).

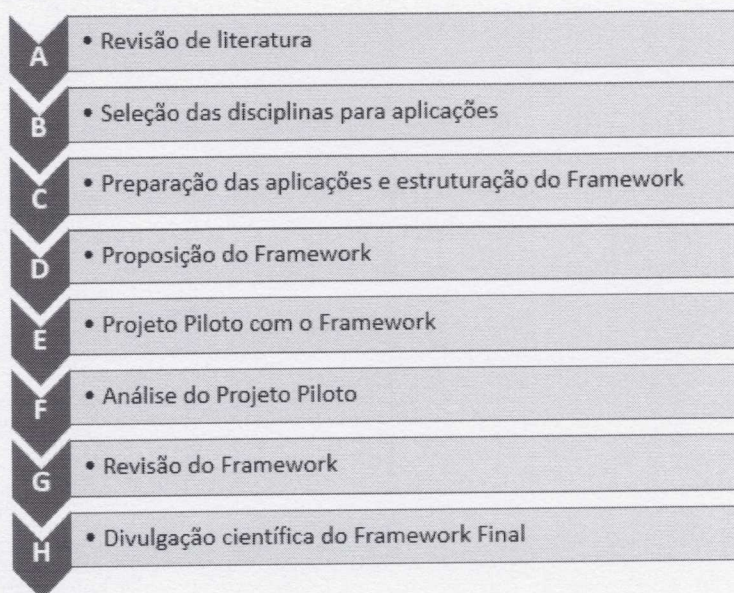
De acordo com Vaishnavi e Kuechler (2009), a design science research é uma nova visão ou uma junção de procedimentos técnicos analíticos que possibilitam o desenvolvimento de pesquisa em várias áreas, especialmente, em engenharia. Neste contexto, Simon (1996) exemplifica o trabalho das escolas de engenharia em ensinar sobre o artificial: como projetar e inventar artefatos com características pretendidas a alcançar objetivos estabelecidos. Assim, as ciências do artificial expressam como algo deve ser constituído para atuar e alcançar os objetivos estipulados (LACERDA et al., 2013).

Isto posto, esses são os métodos e técnicas empregadas na pesquisa. Pois, conforme expresso por Lacerda et al. (2013), dispor de um conjunto extenso e delineado de métodos de pesquisa contribui para o progresso da teoria e, conseqüentemente, do conhecimento de uma área. Ademais, segundo Popper (1974) “as teorias são redes, lançadas para capturar aquilo que denominamos “o mundo”: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo”.

### 3.3.2. Artefato - Framework

Para a elaboração de um framework capaz de oportunizar o ensino e aprendizagem de conteúdos disciplinares de ciências da engenharia relacionados e contidos na grade curricular do ensino médio, selecionou-se a disciplina de pesquisa operacional, integrante da grade de alguns cursos de engenharia, por tratar-se de uma disciplina versátil, diante suas diversas aplicações e utilização de conceitos, métodos e/ou ferramentas, cujo estudo dos conteúdos ocorre no ensino médio.

Com isso, visando a concepção e produção desse framework como um caderno de aplicações a ser explorado no ensino médio, de forma a desmistificar as ciências da engenharia, planeja-se seguir as etapas apresentadas, de forma geral, na figura 1.



**Figura 1.** Esquema de etapas para o desenvolvimento do Framework proposto ao ensino médio.

**Fonte:** elaborado pelo autor.

Isto posto, descreve-se, a seguir, os procedimentos a serem adotados em cada etapa elencada na figura 1, para o desenvolvimento do framework proposto ao ensino médio:

- A. **Revisão de literatura:** Será realizada uma revisão de literatura utilizando a plataforma *Web of Science* e SCOPUS, visando um levantamento bibliográfico sobre o ensino e aprendizagem de ciências da engenharia no ensino médio e as lacunas de conhecimento existentes ao longo da

formação dos engenheiros na disciplina de pesquisa operacional, que podem ser sanadas com disciplinas do ensino médio

- B. **Seleção das disciplinas para aplicações:** Para a determinação de quais disciplinas do ensino médio integraram o framework, isto é, terão atividades englobadas no modelo proposto como um caderno de aplicações, serão estudadas as aplicações de pesquisa operacional no ensino de engenharia, de modo a investigar quais poderão ser antecipadas ao relacionar seus conceitos, métodos e/ou ferramentas em conteúdos disciplinares do ensino médio.
- C. **Preparação das aplicações e estruturação do Framework:** Com o propósito de admitir que essas aplicações sejam empregues no ensino médio, de forma a desmistificar os conteúdos de engenharia, cujos fundamentos de aprendizagem ocorre neste nível de ensino, será preciso viabilizar tais atividades, preparando-as para o ensino médio. Então, após as fases de investigação, seleção e preparação das aplicações, pode-se montar o framework, produzindo o caderno de aplicações para a utilização no ensino médio por docentes das disciplinas que desenvolvem assuntos de engenharia, empregando conceitos, métodos e/ou ferramentas da pesquisa operacional.
- D. **Proposição do Framework:** Então, com o framework estruturado (concebido e produzido), é possível que o mesmo seja proposto para utilização no ensino médio como um produto educacional objetivando a melhoria do ensino, alinhando-o ainda mais a realidade cotidiana dos discentes e a aplicação prática do conhecimento desenvolvido em sala de aula.
- E. **Projeto Piloto com o Framework:** Para averiguar a admissão do framework no ensino médio, bem como, analisar sua viabilidade e concretização em desmistificar as ciências da engenharia, propõe-se a realização de um projeto piloto em uma escola pública situada no município de Resende-RJ.
- F. **Análise do Projeto Piloto:** Após a aplicação do projeto piloto será possível analisar os resultados do projeto executado, verificando que precisa ser corrigido e/ou revisado para a definição do framework final a ser proposto.
- G. **Revisão do Framework:** Finalmente, propõe-se um momento para a realização da revisão do framework concebido e aplicado, de forma a atuar em eventuais correções e melhorias do framework proposto, concebendo um material adequado a ser utilizado como um produto educacional produzido para desmistificar as ciências da engenharia na etapa do ensino médio.
- H. **Divulgação científica do Framework Final** Por fim, após todas essas etapas, pode-se realizar produções científicas visando a divulgação do trabalho por meio de publicações e participações em congressos, apresentando o framework desenvolvido.

### 3.4 Resultados Esperados

A partir deste framework para ensino e aprendizagem de ciências da engenharia aplicado no ensino médio, acredita-se que será possível conceber um aprendizado que produza mais significado ao aluno, bem como, preparar e motivar os discentes interessados em seguir a trajetória acadêmica e profissional relacionada às ciências da engenharia, diante o maior contato com os desafios dessa área, tornando-o um aluno mais consciente da manipulação e emprego de conceitos, métodos e/ou ferramentas na solução de problemas e, assim, mais capaz de produzir respostas às demandas que a sociedade necessita nessa área de conhecimento.

Além disso, ressalta-se também a possível contribuição desta pesquisa na redução da evasão de discentes do ciclo básico de engenharia, que também enfrentam problemas consequentes do desinteresse por não conhecer a aplicabilidade do conhecimento o qual está estudando no início do curso e por falta de preparo nas formações básicas necessárias para o curso.

Dessarte, nota-se o potencial dessa proposta em reproduzir melhorias a docentes do ensino médio e também aos discentes deste nível de estudo, principalmente, aos futuros alunos do curso de engenharia,

além de produzir impactos na sociedade diante a formação de profissionais desenvolvidos com maior foco no aprendizado voltado às aplicações práticas.

Assim, como resultado de aplicação deste framework espera-se a formação de alunos com visões mais completas, mais atentos às demandas das ciências da engenharia e com maior capacidade de atuação multidisciplinar diante aos desafios dessa área, tendo em vista a versatilidade da disciplina de pesquisa operacional em aplicar teoria em casos reais, de modo a capacitar profissionais de forma completa e qualificada para atender às demandas reais e os desafios que ela os impõe e, dessa maneira, contribuir para a melhoria do ensino, da sociedade e dessa área da profissão.

Ademais, destaca-se também que com a execução do framework proposto, espera-se cumprir com o preconizado na BNCC para o desenvolvimento de competências, mobilizando conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para solucionar questões complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2017).

### 3.5 Produto(s) educacional(is) proposto(s)

Dois produtos serão entregues durante o curso do PPGPE, sendo eles:

- Artigo de pesquisa submetido a Revista Indexada e/ou Evento Relevante.
- Dissertação Final

## 4 Cronograma

ATIVIDADES	2022		2023		2024	
	1º sem	2º sem	1º sem	2º sem	1º sem	2º sem
Créditos em Disciplinas						
Apresentação do Projeto						
Revisão da literatura		X	X			
Seleção das disciplinas para aplicações			X			
Preparação do Framework			X	X		
Proposição do Framework				X		
Projeto Piloto com o Framework				X		
Análise do Projeto Piloto				X		
Qualificação						
Revisão do Framework						
Aplicação						
Análise e Conclusão do Trabalho Final				X		
Divulgação científica						
Defesa da Dissertação						

## 5 Referências

ALEKH, V. et al. Aim for the sky: Fostering a Constructionist Learning Environment for Teaching Maker Skills to Children in India. p. 8, 2018.

BAYAZIT, N. Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research. **Design Issues**, v. 20, n. 1, p. 14, 2004.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base.** , 2017.

BURT, M. B.; BOESDORFER, S. B. The Implementation of Reform-Based Standards in High School Chemistry Classrooms Influenced by Science Teaching Orientations. v. 25, p. 22, 2021.

COLAJANNI, G. et al. An Operations Research–Based Teaching Unit for Grade 10: The ROAR Experience, Part I. **INFORMS Transactions on Education**, p. 1–17, 20 abr. 2022.

DA COSTA ARAUJO, A. C.; SILVA, T. F. DA C. E; MACÊDO PEDERNEIRAS, M. M. Percepção de docentes acerca da evasão universitária. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 11, n. 20, p. 1–20, 4 abr. 2022.

DE SOUZA, M. L.; BARROSO, F. C. DA S. LUGAR PARA APRENDER CIÊNCIAS: OS ESPAÇOS NÃO FORMAIS E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar**, v. 6, n. 2, p. 74–87, dez. 2022.

DEARAMAE, R.; SAFKOLAM, R.; YACOB, M. An investigation of pre-service teachers' teaching active learning to be STEM Education. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1835, n. 1, p. 1–6, 1 mar. 2021.

DOMENECH, B.; LUSA, A. A MILP model for the teacher assignment problem considering teachers' preferences. **European Journal of Operational Research**, v. 249, n. 3, p. 1153–1160, mar. 2016.

FUSIC, S. J. et al. Implementation of the CDIO Framework in Engineering Courses to Improve Student-Centered Learning. **Journal of Engineering Education Transformations**, n. 35, p. 9, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAN, T. Research on the Teaching Reform Path of Operational Research Course of Engineering Management Major Based on Computer Technology. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1744, n. 3, p. 032238, 1 fev. 2021.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 26 nov. 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. Tradução: Leônidas Hegenberg; Tradução: Octanny Silveira Da Mota. São Paulo: Cultrix, 1974.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. **Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. 3. ed. ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, B. Design Science Research in Information Systems. 2009.

TIMKIB, H. INTERDISCIPLINARITY IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE ENGINEERS. **UNESCO Chair Journal “Lifelong Professional Education in the XXI Century”**, n. 4, p. 55–61, 31 dez. 2021.