

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAROLINE SUBIRÁ PEREIRA**

**CAMINHOS PARA O ENSINO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA  
NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIRO PESQUISADOR**

**TESE**

**PONTA GROSSA**

**2022**

**CAROLINE SUBIRÁ PEREIRA**

**CAMINHOS PARA O ENSINO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA  
NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIRO PESQUISADOR**

**Paths to Statistics and Probability Teaching in the Researcher Engineer Training**

Tese apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior

Coorientador: Prof. Dr. Rui Pedro Lopes

**PONTA GROSSA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Ponta Grossa  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia



CAROLINE SUBIRÁ PEREIRA

## **CAMINHOS PARA O ENSINO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIRO PESQUISADOR**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutora Em Ensino De Ciência E Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ciência, Tecnologia E Ensino.

Data de aprovação: 15 de Dezembro de 2022

Dr. Guatacara Dos Santos Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Dr. Luis Mauricio Martins De Resende, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Dra. Mary Angela Teixeira Brandalise, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

Dra. Nilceia Aparecida Maciel Pinheiro, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Dr. Rudolph Dos Santos Gomes Pereira, Doutorado - Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Dedico este trabalho à minha família pelos momentos de  
estresse e cansaço.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter sido minha força, minha luz, minha base e meu tudo nos momentos de tristeza, cansaço, angústia e também nos momentos de alegria.

Agradeço ao meu esposo Tafarel por suportar e acompanhar-me nessa caminhada; aos meus pais por acreditarem e mim; e aos meus filhos que, mesmo sendo tão pequenos, tornaram-se minha grande motivação, Antônio Marcos e José Pedro (ainda no ventre). Agradeço a todos os demais familiares pelas diferentes formas de apoio.

Agradeço aos meus amigos por compartilhar momentos de descontração, conhecimento, “comilança”, “vida fitness”, entre outros divertimentos científicos ou não, em especial Cris, Virgínia, Grazi, Eliana, Marcos, William, Ingrid e Samanda.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Guataçara dos Santos Junior, pela oportunidade, por toda paciência, ensinamentos e incentivo para a pesquisa. Como também ao meu coorientador, Dr. Rui Pedro Lopes, por sua disponibilidade, correções e sugestões efetuadas durante o processo desta pesquisa. Agradeço às bancas de qualificação e defesa pelas riquíssimas contribuições, sugestões e reflexões que me permitiram viver.

E agradeço também a agência de fomento CAPES, número do financiamento 001, pelo período em que realizei a pesquisa como bolsista.

*“A misericórdia divina no tempo da tribulação é bela;  
é como a nuvem que asperge a chuva na época da  
seca”.*

(Eclesiástico 35, 26).

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo geral propor possíveis caminhos para composição de uma estratégia para o ensino de Probabilidade e Estatística, visando a um ensino que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador. A pesquisa foi organizada em 5 etapas e, para atender o objetivo geral, aplicou-se uma pesquisa de campo no curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Ponta Grossa. A pesquisa foi aplicada nas disciplinas de Probabilidade e Estatística e *Engineering Design Process*. Os dados foram analisados à luz da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2016) e permitiram a construção de um caminho para a composição de uma estratégia para o ensino de Probabilidade e Estatística, visando a um ensino que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador. O caminho construído apontou para a necessidade de etapas que contemplam: softwares para simulações estatísticas, softwares para comunicação entre envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, trabalho cooperativo e construção da pesquisa científica ou projeto de pesquisa como proposta para efetivar a abordagem teórico-prática dos conteúdos e contribuir com a formação do Engenheiro pesquisador.

**Palavras-chave:** ensino de probabilidade e estatística; teórico-prática; metodologias ativas; pesquisa científica.

## ABSTRACT

This research had as a general objective to propose possible ways for the composition of a strategy for the Statistics and Probability teaching, aiming a teaching that takes into consideration a theoretical-practical approach as well as which contributes to the researcher Engineer education. The research has been organized in 5 stages and, in order to meet the general objective, a field research was applied in the Production Engineering course at Federal Technological University of Paraná, in Ponta Grossa. The research was applied in the subjects of Probability and Statistics, as well as in the Engineering Process. The data were analyzed in the light of Discursive Textual Analyses (MORAES; GALIAZZI, 2016) which allowed the construction of a path to the composition of a strategy for the Statistics and Probability teaching, aiming a teaching that takes into consideration a theoretical-practical approach and that it contributes to the researcher Engineer training. The path built pointed to the necessity of stages that include: software for statistics simulations, software for communication among the ones involved in the teaching and learning process, cooperative work and construction of the scientific research or research project as a proposal to carry out the theoretical-practical approach of the contents and to contribute to the researcher Engineer training.

**Keywords:** statistics and probability teaching; theoretical-practical; active methodologies; scientific research.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Etapas da Pesquisa .....	28
Figura 2 - Mapa da localização de aplicação dos trabalhos .....	33
Figura 3 - Frequência relativa das metodologias.....	37
Figura 4 – Atividades pedagógicas a serem desenvolvidos pelos acadêmicos. ....	57
Figura 5 – Relação entre as competências estatísticas. ....	60
Figura 6 – Ilustração do Caminho .....	84

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Ano de publicação dos trabalhos analisados .....	34
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quinze Primeiros Trabalhos .....	31
Quadro 2 – RBIS .....	47
Quadro 3 – PDL.....	49
Quadro 4 – Perfil e Competências do Engenheiro.....	52
Quadro 5 – Cursos e Períodos em que é ofertada a disciplina de Probabilidade e Estatística..	62
Quadro 6 – Cenários da coleta de dados.....	68
Quadro 7 – Codificação e descrição dos dados.....	68
Quadro 8 – Categorias e unidades identificadas.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da busca .....	19
Tabela 2 - Ranking dos continentes quanto ao número de publicações.....	33
Tabela 3 - Tipos de interação observados na implementação de Szeto e Cheng (2016).....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Justificativa e objetivos da pesquisa .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Organização da tese.....</b>	<b>23</b>
<b>2 FUNDAMENTOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Caracterização da pesquisa .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Local e participantes da pesquisa .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Etapas da pesquisa .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Metodologia da análise dos dados .....</b>	<b>29</b>
<b>3 REVISÃO SISTEMÁTICA .....</b>	<b>31</b>
<b>4 METODOLOGIAS ATIVAS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Ensino híbrido.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Estratégias de ensino baseadas em pesquisas .....</b>	<b>46</b>
<b>5 A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO.....</b>	<b>52</b>
<b>5.1 A educação estatística no ensino superior e a estatística na formação do engenheiro.....</b>	<b>59</b>
<b>5.2 O ensino de estatística na formação de engenheiros: um cenário das pesquisas brasileiras .....</b>	<b>66</b>
<b>6 ANÁLISES DOS DADOS .....</b>	<b>68</b>
<b>6.1 O novo emergente: construindo possíveis caminhos .....</b>	<b>79</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido .....</b>	<b>944</b>
<b>ANEXO A - Aprovação do projeto pelo comitê de ética.....</b>	<b>966</b>
<b>ANEXO B - Ementa da disciplina de probabilidade e estatística .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO C - Ementa da disciplina de engineering design process.....</b>	<b>103</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao elaborar o prefácio desta tese, entende-se que é importante apresentar uma síntese da experiência acadêmica e profissional da pesquisadora autora, pois torna mais evidente a compreensão da óptica em que foi desenvolvido este trabalho. Relatar os fatos anteriores à pesquisa, neste momento, pode direcionar o leitor de forma mais natural para a pergunta de partida. Segue-se, assim, uma pequena biografia que descreve o percurso acadêmico e profissional.

### *Experiência acadêmica e profissional...:*

Logo após a conclusão da primeira graduação, iniciei<sup>1</sup> um processo de “encontrar lacunas<sup>2</sup>” inconscientemente, que foram a base para elaboração desta Tese. Antes mesmo de atuar em sala de aula como professora de Matemática, embora já trabalhasse em um ambiente escolar por três anos, percebi que a licenciatura em Matemática não me era o suficiente para exercer a docência, pois senti falta de preparo pedagógico.

É fato que ouvi inúmeras vezes dos meus professores formadores que “aprender a dar aula a gente só aprende dando aulas”. Mesmo um pouco convencida desta fala, algo ainda me intrigava, sentia falta de conhecimentos pedagógicos. A primeira alternativa foi me matricular em uma segunda licenciatura, com aproveitamento dos estudos da primeira, e assim me graduei em licenciatura em Pedagogia. Na sequência, acabei cursando mais uma licenciatura (Física) com aproveitamento de estudo e também uma especialização em Ensino de Matemática.

Não que eu me sentisse preparada, mas respaldando-me na fala de meus professores formadores, comecei a exercer a docência. Para minha surpresa, com pouco tempo de experiência na educação básica, comecei a atuar como colaboradora em uma universidade pública, professora dos cursos de Matemática (licenciatura), Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas.

---

<sup>1</sup> Primeira pessoa do singular por se tratar da síntese da trajetória acadêmica e profissional da autora desta Tese.

<sup>2</sup> Essas lacunas a que se refere aqui justificam a pesquisa e serão discutidas ao longo do texto, mas é possível resumir em dois principais pontos: ausência de uma metodologia que contemple a formação de um Engenheiro considerando o incentivo à pesquisa científica e abordagem prática dos conteúdos teóricos e a ausência de um material de apoio instrutivo para o docente formador do Engenheiro.

Nesta fase profissional, vi-me claramente na obrigação de “aprender a dar aulas”, pois confesso que sentia uma grande responsabilidade como docente do Ensino Superior. Na época, ainda tinha um pensamento errôneo, o de enaltecer que ensinar, no Ensino Superior, era mais importante comparado à Educação Básica.

Para mim, atuar no curso de Matemática (licenciatura) era mais “suave” comparado aos demais cursos, talvez por já possuir alguma experiência como professora da educação básica e por já conhecer o ambiente escolar há algum tempo, pois o curso iria formar futuros professores que atuariam em uma área em que eu já havia experimentado como profissional. No entanto, os cursos de Administração, Economia e Contabilidade eram muito desafiantes para mim.

Não tinha conhecimento algum sobre aqueles cursos, tampouco sobre a área de atuação dos profissionais em que eu me via responsável pela formação. Assim, relacionar o conteúdo matemático teórico com a prática daqueles profissionais era extremamente difícil. Hoje reconheço que pouco devo ter contribuído, mesmo empenhando-me ao máximo das minhas capacidades. A verdade é que não havia um culpado, mas, provavelmente, lacunas do ensino que pretendo apontar mais explicitamente durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Depois de quase dois anos como colaboradora destes cursos, passei em outro teste seletivo da mesma instituição para então atuar como docente nos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação. Os desafios continuaram, pois também não possuía conhecimento específico nessas áreas. Todavia sentia-me mais à vontade, tendo em vista que nesta etapa já havia ingressado no Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa.

Toda a trajetória que segui durante o Mestrado contribuiu para melhorar minhas práticas nos cursos de Ciências da Computação e Sistemas de Informação. Embora minha dissertação não possuísse relação direta com esses cursos, acabei envolvendo meus alunos na Pesquisa Científica. Um deles, inclusive, acabou tendo participação direta no resultado da dissertação, simplesmente porque, por curiosidade deles, um dia comentei em aula qual era a minha pesquisa do Mestrado.

Como resultado desta curiosidade e da minha explicação, acabei envolvendo um aluno no desenvolvimento de um manipulável virtual direcionado para o ensino e aprendizagem. A princípio, a pesquisa do Mestrado envolvia o ensino de Probabilidade e Estatística a partir de material manipulável, mas com a ocorrência dos fatos, foi imprescindível envolver uma versão virtual do material (manipulável virtual).

Diante deste cenário profissional que percorri, hoje percebo que, inconscientemente, na época, eu me preocupava com a relação conteúdo teórico e a futura prática profissional de meus alunos. Mas, com a experiência de leitura, estudos e formação acadêmica, não possuía argumentos consistentes para afirmar tal importância, além de que não tinha essa visão concretizada em mente.

Arelado a esse fato, hoje percebo também que, muito por acaso, envolvi e motivei alguns alunos para a Pesquisa Científica. Sei de três ex-alunos que já ingressaram no Mestrado e atuam como pesquisadores. Porém, meu pensamento hoje, principalmente durante o desenvolvimento dessa pesquisa, não é o de apenas acreditar que devemos possibilitar que nossos formandos do Ensino Superior ingressem no Mestrado e Doutorado, mas sim que haja uma formação base para possibilitar a continuidade da Pesquisa.

Nesta Tese, fruto do Doutorado que ingressei, acredito na importância em contribuir com o avanço da Ciência e não viabilizar um ensino somente com o objetivo de preparar trabalhadores para o mercado de trabalho, ou seja, possibilitar a formação de novos pesquisadores, oportunizando o avanço com a Pesquisa em todo e qualquer lugar.

*...fim da síntese da experiência acadêmica e profissional.*

Após os argumentos relatados na síntese da experiência acadêmica e profissional e, a partir das disciplinas obrigatórias do curso de Doutorado, iniciou-se uma investigação mais consistente que oportunizou a justificativa concreta para esta Tese.

Esta investigação é denominada Revisão Sistemática das publicações científicas, a qual foi iniciada com o intuito de conhecer a realidade das Metodologias de Ensino utilizadas no Ensino Superior na atualidade. A priori, a busca retornou um resultado muito amplo, com dados bastante dispersos, por esse motivo decidiu-se restringir a busca para Metodologias de Ensino na formação de Engenheiros.

A escolha do curso de Engenharia é justificada por ter sido o cenário do estágio de docência<sup>3</sup>, efetivado no decorrer do primeiro semestre do curso de Doutorado, e por ser o alvo principal das pesquisas em desenvolvimento do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem de Probabilidade e Estatística<sup>4</sup>. Assim, a revisão sistemática desta Tese passou a ter por objetivo

---

<sup>3</sup> Obrigatório para Doutorandos bolsistas CAPES.

<sup>4</sup> Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Ponta Grossa (UTFPR), coordenação: Professor Doutor Guataçara dos Santos Junior.

investigar qual a atual realidade das Metodologias de Ensino utilizadas no Ensino Superior para a formação de Engenheiros.

Sobre a formação de Engenheiros, entende-se que o mercado de trabalho tem exigido habilidades cada vez mais diversificadas dos profissionais e, deste modo, a evolução da sociedade, das indústrias e do comércio tem refletido na formação desse público.

Os objetivos dos cursos de Engenharia circundam entre os pontos deste progresso, visando a necessidade de formar profissionais aptos a atuarem em suas áreas específicas de formação, dentro do contexto atual da sociedade. A Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Graduação em Engenharia, no Artigo 3º trata das características do perfil do egresso:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica; II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia; IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática; V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho; VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Para alcançar a formação de tais características, acredita-se na necessidade de aplicar estratégias de ensino compatíveis. O artigo 4º também traz considerações importantes quanto às competências gerais a serem trabalhadas ao longo da formação do Engenheiro, sendo que a maioria delas estão resumidamente envolvidas com a necessidade de habilidades com a Pesquisa Científica como base inicial.

A Pesquisa Científica nesta Tese é vista como uma das prioridades no Ensino, a qual deve ser introduzida já na escola básica, a partir da pré-escola, e enfatizada e explorada a fundo no Ensino Superior, considerada como atividade humana processual pela vida afora. Neste mesmo sentido, a Pesquisa Científica é entendida como processo normal de formação histórica das pessoas e grupos com domínio da realidade circundante, adequando teoria e prática na formação de novos profissionais com formação científica e educativa, sendo, pois, capazes de elaboração própria, criação e emancipação social.

Lampert (2008) ressalta que um dos objetivos da Universidade é fomentar a pesquisa científica<sup>5</sup>. Além de que “Pela pesquisa, a Universidade se torna Universidade e seu trabalho é reconhecido nacional e internacionalmente” (MACHADO; LAMPERT; FALAVIGNA, p. 78,

---

<sup>5</sup> Não necessariamente no Ensino, mas sim, de um modo geral, como um dos pilares da Universidade.

2017). O incentivo à Pesquisa como objetivo da Universidade não é uma ideia recente nem única de Lampert, pois tanto em território nacional quanto internacional vários autores já defendiam essa percepção. Botey (1988), Latorre e Gonzáles (1992), Hurtado (1997) e Demo (2006) são alguns exemplos.

Sobre os benefícios da pesquisa para o ensino, Lampert (2008) argumenta que a Pesquisa precisa se fazer presente nas universidades que visam oferecer melhorias na condição de vida da sociedade, pois ela oportuniza novas possibilidades, abrindo leques e garantindo a qualidade no ensino.

Latorre e Gonzáles (1992) coloca que são duas as missões da Universidade, preparar o acadêmico para a vida profissional e para atividade de investigação, buscando e gerando novos conhecimentos. Botey (1988) também argumenta sobre essa duplicidade de objetivos. Na visão de Hurtado (1997) são primordiais a Pesquisa e o Ensino para a difusão das funções da Universidade. Demo (2006) destaca que a Pesquisa é a atividade principal do meio universitário e que o professor deve incentivar o aluno a se tornar um pesquisador, argumentando que o ensino, sem a atividade de investigação, se pouco ultrapassa a reprodução de conhecimento.

Dentro deste contexto, reafirma-se a ideia de que as metodologias de ensino devem ser compatíveis com os objetivos do referido ensino. Morán (2015) corrobora essa afirmação, pois entende que as metodologias devem caminhar no mesmo sentido que se espera com a prática docente, ou seja, devem ser duas coisas concomitantes.

Nesta pesquisa, há duas disciplinas como objetos de estudo. Uma, conforme já mencionado, é a disciplina de Probabilidade e Estatística, especificamente ofertada no curso de Engenharia de Produção<sup>6</sup> da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa. A outra é a disciplina de *Engineering Design Process* (EDP), também da UTFPR, Campus Ponta Grossa, porém aberta a todos os cursos do Campus. As ementas das disciplinas estão disponíveis, respectivamente, nos Anexos B e C.

Sobre a disciplina de EDP cabe esclarecer que foi escolhida a ser incluída nesta pesquisa por apresentar uma proposta diferenciada de ensino. Não é uma disciplina específica de nenhum curso do Campus, pois recebe matrículas de alunos interessados de qualquer curso a partir do 8º semestre. Compreendida como uma disciplina optativa, seu conteúdo não é pré-estabelecido. De forma resumida, consiste em uma disciplina que visa a soluções para

---

<sup>6</sup> Reafirmando novamente que a escolha do curso foi por conta da vivência do estágio supervisionado obrigatório para bolsistas CAPES.

resolver problemas reais de indústrias ou fábricas com um grupo multidisciplinar de alunos (variados cursos), porém mais informações serão apresentadas ao longo desta pesquisa.

Todavia, para buscar esclarecer e se certificar quanto à realidade das metodologias de ensino de um modo geral e observar se há lacunas (e quais são), conforme já dito, decidiu-se pesquisar de modo mais concreto qual a atual realidade das metodologias de ensino utilizadas na formação de Engenheiros, no Ensino Superior, por meio de Revisão Sistemática. A subseção a seguir apresenta informações quanto a essa investigação, o que oportunizou conhecimento da problemática para esta pesquisa e definição do objetivo geral e objetivos específicos.

### 1.1 Justificativa e objetivos da pesquisa

Até aqui, a intenção foi de apontar para que haja importante atenção para as Metodologias adotadas pelo professor no Ensino Superior (na formação de Engenheiros especificamente, porém muitos dos apontamentos valem para todos os cursos do Ensino Superior). Neste contexto, vale destacar que, “As estratégias de ensino, ou metodologias, são caminhos a serem seguidos pelos docentes” (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018, p. 181). É por meio de uma ou mais metodologias que o ensino acontece e que se oportuniza a aprendizagem.

Quanto à Revisão Sistemática realizada, a fim de tomar conhecimento sobre a realidade das metodologias utilizadas na formação de Engenheiros no Ensino Superior, partiu-se da ideia de que “as pesquisas científicas que discutem sobre metodologias de ensino para a engenharia podem explicitar este cenário” (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018, p. 181). Neste contexto, realizou-se um processo investigativo no formato de Revisão Sistemática, utilizando a *Methodi Ordinatio*<sup>7</sup> (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015) como procedimento técnico para tal. Essa investigação originou-se na primeira publicação desta tese, artigo científico intitulado como “Metodologias de Ensino para a formação de Engenheiros no Ensino Superior: Uma Revisão Sistemática<sup>8</sup>” (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018).

---

<sup>7</sup> Metodologia para revisão sistemática que será melhor explicada no capítulo 2.3, subseção referente às etapas da pesquisa.

<sup>8</sup> Artigo publicado em “Laplage em Revista”, Qualis [2013-2016] A1 em Ensino.

A intenção deste artigo publicado (citado acima) foi conhecer as publicações sobre essa temática e verificar as lacunas existentes. A pergunta de partida do artigo foi definida como: “Quais são as metodologias de ensino para a educação de Engenheiros?”.

Com as etapas sistemáticas da *Methodi Ordinatio*, a busca dos artigos<sup>9</sup> realizada nas bases *Science Direct*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*, consideradas pertinentes para a área de estudo em questão, retornou o resultado apresentado na Tabela 1:

**Tabela 1 - Resultado da busca**

<i>Science Direct</i>	<i>Scielo</i>	<i>Scopus</i>	<i>Web of Science</i>	TOTAL
5	36	165	350	556

**Fonte: Pereira e Santos Junior (2018).**

A partir dos 556 artigos científicos, filtraram-se os dados, excluindo os casos de duplicidade<sup>10</sup> e artigos que não se enquadravam na temática da busca. Estas exclusões foram realizadas, respectivamente, com o auxílio do software *Mendeley*<sup>11</sup> e por meio da leitura preliminar de títulos e resumos. Com isso o novo conjunto de dados passou para 223 artigos a serem analisados.

A busca nas bases, da qual originou os artigos a serem analisados, foi apoiada por uma combinação de palavras com o uso de operadores booleanos para melhor refinar os dados: “*teaching method\**” AND “*higher education*” AND “*engineer\* education*”. Os termos foram utilizados na língua inglesa, para atingir um maior número de resultados e abranger um campo internacional.

*Teaching method\** pode ser traduzido como métodos de ensino, metodologias de ensino, ou outras variações por conta do símbolo “\*” que possibilita alterações no sufixo da palavra. *Higher education* é compreendido como Ensino Superior na língua portuguesa e *engineer\* education* como formação de Engenheiros, educação de Engenheiros, formação para engenharia, entre outras variações que representam o mesmo significado.

Porém, na análise dos artigos levantados, tendo em “vista um dos objetivos da Universidade, que é impulsionar e incentivar a pesquisa científica” (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018, p. 188), não foram identificadas metodologias de ensino que atingissem diretamente este propósito. Embora tenha sido encontrado nos resultados metodologias que

<sup>9</sup> A busca aconteceu no dia 28 de maio de 2018.

<sup>10</sup> Exclusão de artigos que constavam em mais de uma base.

<sup>11</sup> *Software* utilizado para gerenciamento de referências.

exijam pesquisa, elas não possuem etapas ou caminhos, que direcionem o acadêmico para a prática da pesquisa científica com foco em produção de novos conhecimentos (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018).

Nesta tese, a necessidade de encorajar a prática da “Pesquisa” no Ensino Superior, relaciona-se com fazer da pesquisa um caminho para o ensino, aproveitando-se dela para o envolvimento da práxis pedagógica teórico-prática.

Essa práxis pedagógica vai ao encontro com uma sistemática inter-relação na intenção de fugir “da ideia tradicional de que o saber está somente na teoria, construído distante ou separado da ação/prática” (FORTUNA, p. 65, 2016), ou seja, faz-se entender que a teoria e a prática não são termos separados que podem se unir posteriormente, mas sim termos que se inter-relacionam e que devem ser durante todo processo inseparáveis. Portanto, a partir deste ponto do texto, será utilizado o termo teórico-prático para se referir a essa práxis pedagógica.

Quanto à Pesquisa, Demo (2006) considera que sem ela não se efetiva o ensino, colocando-a como base da aprendizagem, de modo a se distanciar de uma prática que vise uma mera reprodução do conhecimento. Na obra “*Pesquisa: princípio científico e educativo*” (DEMO, 2006), o autor coloca os desafios da educação, dando uma atenção especial para o Ensino Superior, explicitando a veracidade de proporcionar o desenvolvimento de atitudes críticas e questionadoras, por meio da Pesquisa, proporcionando a capacidade do aluno em compreender a realidade de modo que possa intervir, modificar e colaborar com os avanços.

O ensino com Pesquisa, enquanto metodologia de ensino, não possui um caminho delineado, pois coloca o professor entre os navegantes, em que não está definido nem o percurso nem o ponto de chegada. Ensino com pesquisa “constitui-se numa viagem sem mapa; é um navegar por mares nunca antes navegados” (MORAES, 2004, p. 141).

Para apoiar a importância da Pesquisa como caminho para o ensino, é importante não confundir a ponto de acreditar que a abordagem da pesquisa científica, trabalhada nas disciplinas específicas (Metodologia Científica e/ou Métodos e Técnicas de Pesquisa, Metodologias de Pesquisa) da grade curricular dos cursos superiores no Brasil, atenda esses pressupostos. Pressupõe-se que trabalhar a pesquisa de modo isolado, ficando ausente nas demais disciplinas da grade, não surtirá os mesmos efeitos para o ensino.

Lampert (2008) realiza uma crítica sobre a obrigatoriedade de conteúdos voltados para a pesquisa científica somente nas disciplinas de Metodologia Científica e/ou Métodos e Técnicas de Pesquisa, visto que, para ele, a pesquisa precisa ser abordada em todas as disciplinas. Nesta tese, entende-se que os conteúdos presentes nas ementas das disciplinas de

Metodologias de Pesquisa deveriam estar atrelados ao curso como um todo, mas, infelizmente, é comum que os graduandos se relacionem com etapas de uma pesquisa científica somente nessas disciplinas específicas.

Paralelamente a isso, as contribuições das pesquisas desenvolvidas pelos colegas do grupo de pesquisa, cadastrado no CNPq “Ensino e Aprendizagem de Probabilidade e Estatística”, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Ponta Grossa (UTFPR), também apontaram para a importância de proporcionar um ensino que considere a práxis pedagógica teórico-prática. Entre essas pesquisas, podemos citar Ishikawa (2018), a qual constatou nos resultados de um de seus trabalhos, que os acadêmicos do curso de Engenharia de Produção demonstravam mais interesse nas aulas de Probabilidade e Estatística quando o professor da turma relacionava teoria e prática<sup>12</sup> fazendo chamadas para a importância da pesquisa por meio de situações da realidade dos futuros Engenheiros.

Esse resultado possui concordância com demais pesquisadores da Educação Estatística. Oliveira Junior e Araújo (2018), por exemplo, afirmam que o ensino de Estatística deve acontecer por meio de situações significativas aos alunos, ou seja, a aprendizagem é mais facilmente efetivada quando os alunos estudam questões do seu contexto, possibilitando relação entre o conteúdo e as aplicações.

Porém, é perceptível que, em muitos casos, a abordagem teórico-prática dos conteúdos dos cursos do Ensino Superior fica a cargo das disciplinas de Estágio Supervisionado (momento de contato com a realidade profissional). A crença de que o graduando conseguirá relacionar o conteúdo teórico do curso com a prática, durante o Estágio Supervisionado, existe, mas não há total evidência dessa eficiência. Durante esta pesquisa, percebeu-se que, apesar de não poder afirmar como realidade aplicada a todos, que enquanto a disciplina de Estágio não chega à vida acadêmica do graduando, ele geralmente “estuda” somente a teoria<sup>13</sup>.

É conhecida a existência de metodologias de ensino que apresentam preocupação com essa inter-relação teoria e prática dos conteúdos, além de se compreender que a metodologia Ensino com Pesquisa, por exemplo, por ser uma metodologia sem caminho definido, poderia, em alguns casos, proporcionar essa relação.

---

<sup>12</sup> Cabe esclarecer que o significado dessa relação será interpretado dentro do contexto da práxis pedagógica conforme explica Paulo Freire (FORTUNA, 2016) e será melhor esclarecido no capítulo 5.

<sup>13</sup> Essa informação foi escrita baseando-se principalmente na experiência profissional e acadêmica da autora desta pesquisa.

Deste modo, os resultados da Revisão Sistemática apontaram para lacunas nas metodologias utilizadas na formação do Engenheiro, pois não atendem de forma simultânea os objetivos do curso e o da Universidade. Conforme afirmam Pereira e Santos Junior (2018), os objetivos dos cursos de Engenharia, de um modo geral, visam a formação de profissionais preparados para atuarem em suas áreas específicas de formação, dentro do contexto atual da sociedade. Para alcançar tais objetivos, compreende-se a necessidade de traçar caminhos que auxiliem os acadêmicos na construção de suas habilidades como futuros Engenheiros, visando a teoria e a prática como interligadas, além de enfatizar o desenvolvimento da Pesquisa.

Assim, tem-se que as metodologias de ensino devem, além de proporcionar a formação inicial do Engenheiro, possibilitar que ele se torne um Engenheiro pesquisador. Por isso, justifica-se esta pesquisa, visto que os resultados da Revisão Sistemática não apontaram para um caminho bem definido a ser trilhado de modo a estabelecer uma estratégia para o ensino para cursos de Engenharia com abordagem teórico-prática e contribua para a formação de um Engenheiro pesquisador.

Diante deste apontamento, coloca-se de forma explícita a pergunta que deu início a essa pesquisa: Qual caminho deve ser trilhado para o ensino de Probabilidade e Estatística para cursos de Engenharia que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador?

Da necessidade de responder tal questionamento, definiu-se como objetivo geral:

• **Propor possíveis caminhos para composição de uma estratégia para o ensino de Probabilidade e Estatística, visando a um ensino que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador.**

Além disso, foram definidos os objetivos específicos como:

- Identificar as metodologias de ensino utilizadas na formação de Engenheiros;
- Identificar as metodologias de ensino utilizadas nas disciplinas de Probabilidade e Estatística, do curso de Engenharia de Produção, e da disciplina de Engineering Design Process<sup>14</sup>, ambas ofertadas na UTFPR, campus Ponta Grossa;
- Analisar as dimensões valorizadas durante a vivência da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Engenharia de Produção.

---

<sup>14</sup> Engineering Design Process (EDP) é uma disciplina com metodologia diferenciada e ofertada na UTFPR, Campus de Ponta Grossa. O capítulo 4 esclarecerá sobre a disciplina.

- Delinear um caminho, com etapas para compor uma estratégia de ensino, considerando uma abordagem teórico-prática e de incentivo à pesquisa científica para o ensino de Probabilidade e Estatística visando à formação de Engenheiros.

Na intenção de melhor explicitar a estrutura desta Tese, a subseção 1.2 refere-se a alguns detalhes pertinentes que esclarecem ao leitor a organização do texto.

## **1.2 Organização da tese**

Esta Tese está organizada em sete capítulos. O capítulo um apresenta a introdução da pesquisa, delimitando o tema, expondo a justificativa, a pergunta de partida e objetivos: geral e específicos. O capítulo dois apresenta a metodologia da pesquisa, com o delineamento, as etapas, as informações quanto ao local de aplicação e caracterização dos envolvidos. Há ainda o detalhamento sobre o método selecionado para tratamento dos dados (Análise Textual Discursiva).

O capítulo três detalha os resultados quantitativos da Revisão Sistemática. O capítulo quatro trata das Metodologias Ativas que são atualmente utilizadas na formação de Engenheiros, apontando para os benefícios e lacunas. O capítulo cinco coloca discussões pertinentes quanto à formação do Engenheiro.

O capítulo seis apresenta a análise dos dados e apresenta o caminho construído para o ensino de Probabilidade e Estatística na formação de Engenheiros, e o capítulo sete registra as considerações finais desta Tese.

## **2 FUNDAMENTOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo descreve sobre os fundamentos e procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento desta Tese, abordando sobre a fundamentação que caracteriza a pesquisa, as etapas que foram necessárias para o desenvolvimento, desde a definição do objetivo até as considerações finais, e esclarece sobre o local e sujeitos envolvidos no estudo.

### **2.1 Caracterização da pesquisa**

A classificação desta pesquisa, conforme os fundamentos de Gil (2008), está caracterizada como Aplicada e Qualitativa. Essa caracterização é entendida como uma pesquisa em que há a necessidade de ir a campo, coletar dados qualitativos, além da análise bibliográfica. Uma vez que para este estudo, foram necessárias experiências vivenciadas junto aos participantes da pesquisa ao longo de um ano.

Quanto aos objetivos, classifica-se como uma pesquisa Descritiva com aproximações para a pesquisa Explicativa, pois conforme Gil (2002), alguns estudos descritivos vão além de descrever os dados coletados e observações realizadas, pretendendo explicar e determinar novas relações, no caso desta pesquisa, fundamentar um novo caminho para o ensino de Estatística na formação de Engenheiros.

Com base nos procedimentos técnicos, esta pesquisa está classificada como Estudo de Campo. Segundo Gil (2002), esse tipo de pesquisa é basicamente “desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo” (p. 53). Geralmente esses dados são somados a outros, como a análise de documentos, revisão de literatura, entre outros.

### **2.2 Local e participantes da pesquisa**

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Ponta Grossa, Paraná, Brasil, especificamente no curso de Engenharia de Produção. Para a escolha do local de pesquisa, considerou-se a vivência do estágio de docência, o qual é obrigatório para bolsistas CAPES, e foi realizado no mesmo curso.

Os participantes foram os alunos do curso de Engenharia de Produção matriculados na disciplina de Probabilidade e Estatística, alunos da disciplina de EDP e professores de ambas as disciplinas. A pesquisa foi aplicada no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

### 2.3 Etapas da pesquisa

O caminho percorrido durante essa pesquisa está organizado em 5 etapas. A **primeira etapa** consistiu na escolha e junção dos temas “Formação de Engenheiros” e “Ensino de Probabilidade e Estatística”. Com a definição, foi levantado parte do referencial teórico, leituras iniciais, primeiros rascunhos dos objetivos, porém sentiu-se a necessidade de efetivar as ações de pesquisa que compõem a segunda etapa.

A **segunda etapa** desta pesquisa visou à revisão sistemática para aprofundamento e definição final dos objetivos inicialmente delineados. Neste sentido, partiu-se na busca pelas metodologias de ensino de Probabilidade e Estatística adotadas para a formação de Engenheiro conforme explicitado na Introdução.

Para tal ação, adotou-se o uso da *Methodi Ordinatio*, elaborado por *Pagani, Kovalski e Resende (2015)*, por ser uma metodologia de revisão sistemática que caracteriza uma busca por publicações científicas em base de dados conceituadas (a escolha do pesquisador) e organiza as publicações por ordem de relevância, considerando três fatores: número de citações, fator de impacto e o ano da publicação.

A questão de partida para tal revisão sistemática foi “Quais são as metodologias de ensino para a educação de Engenheiros?” (sem delimitar para o Ensino de Probabilidade e Estatística<sup>15</sup>) (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018).

Para melhor compreensão do processo, é cabível esclarecer que a *Methodi Ordinatio*, ação principal da etapa 2, engloba nove passos, que serão aqui explicitados: definição da intenção da pesquisa (passo 1); realização de uma pesquisa preliminar nas bases de dados (passo 2); delimitação das palavras-chave (passo 3); busca definitiva (passo 4); filtragem dos resultados (passo 5); identificação do fator de impacto e número de citações (passo 6); aplicação da equação InOrdinatio (passo 7); Download do artigos (passo 8) e Leitura dos selecionados (passo 9) (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015).

---

<sup>15</sup> A busca não foi delimitada, pois nos testes observou-se que usar os termos “probabilidade e estatística”, ou até mesmo “ensino de probabilidade e estatística” como palavras-chaves, retorna em pesquisas fora do contexto e limita como resultado pesquisas com dados quantitativos por conta da palavra estatística.

O primeiro passo, definição da intenção da pesquisa, foi a de tomar conhecimento das publicações científicas que abordam o tema metodologias de ensino utilizadas na formação de Engenheiros. O segundo passo, realização de uma pesquisa preliminar nas bases de dados, tem a função de auxiliar o pesquisador na delimitação das palavras-chave que serão usadas na busca definitiva. No terceiro passo, definição das palavras-chave, as mesmas são escritas e organizadas de modo a conseguir o maior número de resultados na busca. As palavras utilizadas na busca definitiva foram “teaching method\*” AND “higher education” AND “engineer\* education”. Essa definição se deu a partir de testes e estudos das variações dos termos realizados na etapa anterior. Utilizou-se também operadores booleanos, entre um termo e outro, para refinamento dos dados.

Posteriormente, no quarto passo, aconteceu a busca definitiva dos artigos nas bases de dados. As bases consultadas foram: *Science Direct*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*, consideradas pertinentes à área de estudo em questão.

No quinto passo, filtragem dos dados, foi realizada a exclusão dos casos de duplicidade, ou seja, os artigos que constavam em duas ou mais bases de dados permaneceram em apenas uma. Essa ação foi facilitada pelo *software Mendeley*, conhecido como uma ferramenta que auxilia com o *download* e gerenciamento dos artigos baixados das bases. Ainda no processo de filtragem, foram realizadas as leituras preliminares dos títulos e resumos dos artigos, visando identificar quais não se alinhavam na temática da revisão sistemática.

Após essa filtragem, todos os dados foram exportados para uma planilha do Excel<sup>16</sup>, e iniciou-se o sexto passo que consistiu na identificação do fator de impacto dos periódicos em que os artigos foram publicados e número de citações que cada um já obteve até a data da revisão<sup>17</sup>.

O sétimo passo refere-se à aplicação da equação InOrdinatio, a qual é necessária para a classificação por relevância dos artigos. Essa classificação é realizada a partir do índice, resultado da InOrdinatio, posteriormente ordenado em ordem decrescente. Para a determinação do índice, aplica-se:

$$InOrdinatio = \frac{Fi}{1000} + \alpha \cdot [10 - (AnoPesq - AnoPub)] + (\sum Ci) \quad \text{Eq. 1}$$

Na Equação 1, *Fi* representa o fator de impacto, que para esta pesquisa foi utilizado o SNIP (*Source Normalized Impact per Paper*),  $\alpha$  é um peso que o pesquisador decide para o

<sup>16</sup> Essa atividade foi facilitada pelo *software JabRef*.

<sup>17</sup> 28 de maio de 2018.

ano de publicação, podendo ser qualquer valor numérico de 1 a 10, quanto maior esse número, mais importância para estudos atuais está sendo considerada. Como este estudo trata de metodologias/propostas de ensino, considerou-se  $\alpha = 10$ .  $C_i$  refere-se ao número de citações que o artigo possui, o qual pode ser encontrado pelo Google Acadêmico.

O oitavo passo consiste no *download* dos artigos ordenados e considerados para leitura e estudo aprofundado. O nono passo, leitura sistemática, como o próprio nome diz, é a leitura minuciosa e interpretação do pesquisador dos artigos baixados.

Neste sentido a segunda etapa relaciona-se com o primeiro objetivo específico: Identificar as metodologias de ensino utilizadas na formação de Engenheiros.

- A **etapa 3** é a parte consistente da pesquisa de campo e tem como intenção analisar as dimensões valorizadas durante a vivência da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Engenharia de Produção.

Essa etapa está organizada em dois cenários diferentes: 1- Sala de Aula de Probabilidade e Estatística; 2- Reuniões particulares com um grupo de alunos voluntários que compõem a disciplina de Probabilidade e Estatística e também participam de alguns momentos da disciplina de EDP<sup>18</sup>.

Cenário 1: Sala de Aula de Probabilidade e Estatística – Durante dois semestres (02/2017 e 01/2018) a pesquisadora acompanhou todas as aulas da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso e relatou todas as observações possíveis em diário de campo.

Cenário 2: Reuniões particulares com um grupo de alunos voluntários – Nessas reuniões, no início de cada semestre, todos os alunos foram convidados a participar, mas por questões de disponibilidade e interesse houve a participação de 9 alunos. As reuniões aconteceram semanalmente com o intuito de discutir assuntos quanto ao ensino e a aprendizagem da disciplina de Probabilidade e Estatística, aplicação dos conteúdos e possíveis ações de pesquisa científica. Para melhor organização do grupo foi criada uma pasta virtual compartilhada, o que possibilitou armazenamento de materiais compartilhados entre aluno-alunos, aluno-pesquisadora e pesquisadora-alunos. E todas as reuniões foram registradas em atas pela pesquisadora ou acadêmicos que participavam das reuniões.

Ainda sobre esse cenário, também foi criado um grupo com o aplicativo *WhatsApp* (W2) para conversas gerais visando facilitar e ampliar a oportunidade de comunicação.

A sala de aula da disciplina EDP também faz parte do cenário 2. Com autorização do professor da disciplina de EDP foi possível colocar os alunos voluntários participantes

---

<sup>18</sup> A pandemia do coronavírus ainda não era uma realidade, por isso todos os cenários foram no modo presencial.

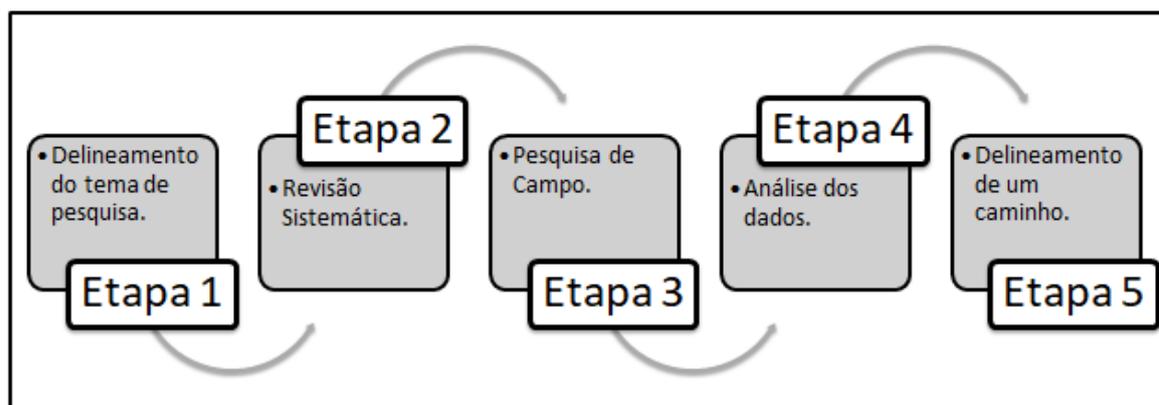
(acadêmicos do curso de Engenharia de Produção matriculados na disciplina de Probabilidade e Estatística) em contato com essa disciplina a fim de conhecer situações reais em que os alunos trabalhavam durante o semestre, principalmente, os casos em que envolviam conteúdos de Probabilidade e Estatística. Isso proporcionou uma visão mais extensa quanto à aplicação de conteúdos e fomentou discussões quanto às práticas em sala de aula, pesquisa, projetos e escrita científica. Os dados deste cenário foram registrados em diário de campo.

A ideia de proporcionar essa vivência dos alunos voluntários (acadêmicos do curso Engenharia de Produção), mesmo que cursando o segundo período do curso, em contato com a disciplina de EDP, surgiu do orientador desta tese, o qual tinha conhecimento dessa disciplina na UTFPR, e considerando o objetivo dessa pesquisa sugeriu que seria válido o envolvimento.

- A **etapa 4** visa efetivar a análise das dimensões valorizadas durante a vivência da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Engenharia de Produção e a **etapa 5** consistirá no delineamento de um caminho para composição de uma estratégia para o ensino de Probabilidade e Estatística, visando a um ensino que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador.

A Figura 1 representada visa ilustrar de forma organizada e relacionada com os objetivos definidos para esta Tese as etapas descritas neste capítulo.

Figura 1- Etapas da Pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022).

Ambas as **etapas 4 e 5** precisam apresentar uma fundamentação consistente para análise e conclusão quanto aos dados da etapa 3. A seção 5.4 esclarece sobre a metodologia selecionada para fundamentar a análise dessas etapas (ATD – Análise Textual Discursiva).

## 2.4 Metodologia da análise dos dados

Para análise (etapas 4 e 5) dos dados coletados (etapa 3) será utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) a qual “corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 13).

A ATD é formada por quatro etapas: 1 - Desmontagem do texto; 2 - Estabelecimento de relações; 3 - Captação do novo emergente; e 4 - Um processo auto-organizado, em que as três primeiras etapas compõem um ciclo de análise e são consideradas como elementos principais (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A primeira etapa da análise corresponde a uma leitura cuidadosa dos dados, “implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de produzir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 33).

Sobre essa leitura cuidadosa, Moraes (2003) esclarece que ela visa “construir compreensões com base em um conjunto de textos, analisando-os e expressando a partir da análise alguns dos sentidos e significados que possibilitam ler” (p. 193). Depois dessa leitura, inicia-se o processo de desconstrução e unitarização do corpus.

Essa desconstrução e unitarização do corpus consistem em desmontar ou desintegrar os textos, destacando seus elementos constituintes. Esse processo é delicado e visa colocar o foco nos detalhes, embora se admita sobre a complexidade e impossibilidade de se fragmentar um elemento até o limite final o objetivo é exatamente esse, perceber o significado dos textos em diferentes limites de seus pormenores. O pesquisador detém autonomia para decidir sobre a medida da fragmentação dos textos, o que originará as unidades de análise (MORAES, 2003, p. 195).

A segunda etapa, denominada “Estabelecimento de relações” consiste na categorização, a qual visa construir relações entre as unidades de análise, (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 33). A categorização permite unir as unidades do corpus com significados de uma mesma linha de pensamento, ou seja, com características em comum. A nomeação das categorias é elaborada pelo autor, podendo ainda contar com a existência de subcategorias, caso seja necessário para favorecer uma melhor organização e compreensão.

As categorias desta pesquisa seguem um método mais indutivo do que dedutivo, tendo em vista que não foram definidas a priori pela pesquisadora, apenas consideram-se as

leituras e experiências ao longo da experiência da pesquisadora, bem como as vivências do desenvolvimento desta pesquisa.

Na terceira etapa, a síntese interpretativa visa à captação do novo emergente, ou seja, é a busca pelas compreensões. É importante nessa etapa o pesquisador “assumir-se autor de seus argumentos” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 54) na intenção da construção do Metatexto (quarta etapa). Porém, é importante esclarecer que:

todo o processo de Análise Textual Discursiva volta-se à produção do metatexto. A partir da unitarização e categorização constrói-se a estrutura básica do metatexto. Uma vez construídas as categorias, estabelecem-se pontes entre elas, investigam-se possíveis sequências em que poderiam ser organizadas, sempre no sentido de expressar com maior clareza as intuições e compreensões atingidas. Simultaneamente, o pesquisador pode ir produzindo textos parciais para as diferentes categorias que, gradativamente, poderão ser integrados na estruturação do texto como um todo (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 54).

Com isso, o resultado final da ATD aplicada a essa pesquisa, visa responder à pergunta de partida desta Tese: “Qual caminho deve ser trilhado para o ensino de Probabilidade e Estatística para cursos de Engenharia que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação de um Engenheiro pesquisador?” e, conseqüentemente, atender ao objetivo geral.

### 3 REVISÃO SISTEMÁTICA

De acordo com o exposto no capítulo 1 (Introdução), após a aplicação dos filtros<sup>19</sup>, foram obtidos 223 trabalhos, resultantes da Revisão Sistemática, tendo sido ordenados por relevância, conforme a *Methodi Ordinatio* propõe. Optou-se pela leitura completa dos 15 primeiros trabalhos mais relevantes.

O Quadro 1 expõe os títulos, autores e ano de publicação dos 15 primeiros trabalhos em ordem decrescente no *InOrdinatio* que foram objetos desta análise.

**Quadro 1 – Quinze Primeiros Trabalhos**

Ordem de classificação	Título do Trabalho	Autores	Ano
1	<i>Learning outside the classroom through MOOCs</i>	Brahimi e Sarirete	2015
2	<i>Experimental evaluation of the impact of b-learning methodologies on engineering students in Spain</i>	González et al.	2013
3	<i>Fidelity of Implementation of Research-Based Instructional Strategies (RBIS) in Engineering Science Courses</i>	Borrego et al.	2013
4	<i>A Campus-Wide Study of STEM Courses: New Perspectives on Teaching Practices and Perceptions</i>	Smith et al.	2014
5	<i>The WHATs and HOWs of maturing computational and software engineering skills in Russian higher education institutions</i>	Semush et al.	2018
6	<i>A Holistic Approach to Delivering Sustainable Design Education in Civil Engineering</i>	Vemury et al.	2018
7	<i>Towards a framework of interaction in a blended synchronous learning environment: what effects are there on students' social presence experience</i>	Szeto e Cheng	2016
8	<i>Agent-Based Simulation of Learning Dissemination in a Project-Based Learning Context Considering the Human Aspect</i>	Seman et al.	2018
9	<i>Teacher's experiences in PBL: implications for practice</i>	Alves et al.	2016
10	<i>Utilising database-driven interactive software to enhance independent home-study in a flipped classroom setting: going beyond visualising engineering concepts to ensuring formative assessment</i>	Comerford et al.	2018
11	<i>Exploring the effectiveness of continuous activity with automatic feedback in online calculus</i>	Sancho-Vinuesa et al.	2017
12	<i>Collaborative Learning at Engineering Universities: Benefits and Challenges</i>	Sumtsova et al.	2018
13	<i>Engineering education: an integrated problem-solving framework for discipline-specific professional development in mining</i>	Haupt e Webber-	2018

<sup>19</sup> Referente ao 5º passo da *Methodi Ordinatio* descrito no Capítulo 2.3 – Etapas da Pesquisa.

	<i>engineering</i>	Youngman	
14	<i>Advanced teaching method for balanced operations of overhead transmission lines based on simulations and experiment</i>	Forcan <i>et al.</i>	2018
15	<i>Research and application of the virtual simulation system teaching method in NC machining course</i>	Li <i>et al.</i>	2017

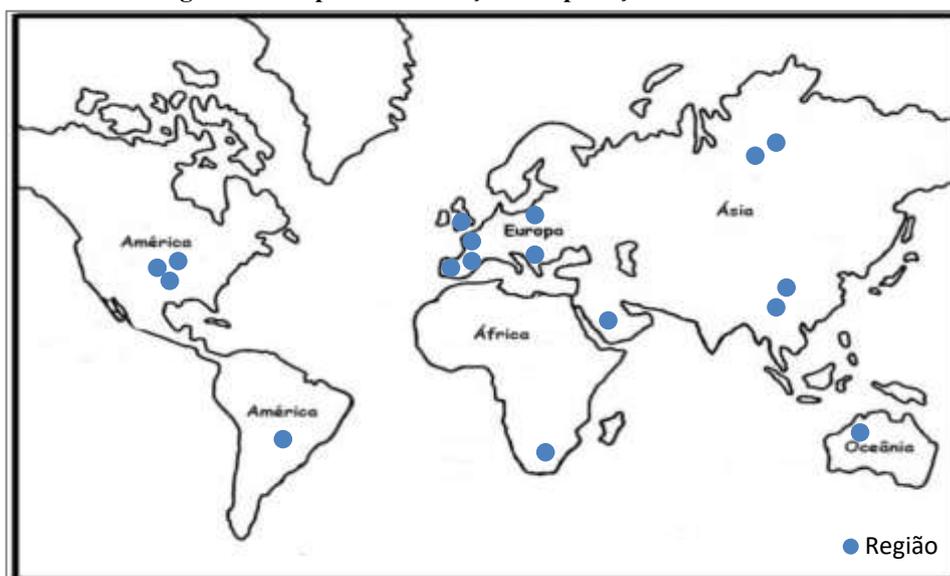
**Fonte: Adaptado de Pereira e Santos Junior (2018).**

Os títulos dos trabalhos foram mantidos no idioma original da publicação (inglês). Embora o trabalho de Seman *et al.* (2018) seja a única pesquisa brasileira, foi publicado em uma revista internacional, por isso também consta na língua inglesa.

A decisão pela leitura dos 15 primeiros trabalhos foi interpretada como suficiente, considerando a distribuição geográfica dos trabalhos selecionados (Figura 1), além da inviabilidade de leitura, análise e discussão da totalidade dos trabalhos. A distribuição geográfica mostra que os trabalhos selecionados estão bem distribuídos no mapa, o que resume de forma satisfatória um cenário de quais metodologias que estão sendo trabalhadas na formação de Engenheiros pelo mundo de forma abrangente.

Conforme representados na Figura 1, os primeiros trabalhos se referem a aplicações de metodologias de ensino em diversos países. A distribuição destes países faz-se presente na Ásia, África, Europa, Oceania, América do Sul e América do Norte. Dessa forma, os 15 primeiros são estudos diversificados e abrangentes em questões territoriais. Os 17 pontos no mapa representam a localização de cada um dos trabalhos. Apesar de serem 15, há um deles, o de Comerford *et al.* (2018), que aplicou o estudo em três países diferentes, Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha, o que justifica o fato de serem 17 pontos.

**Figura 2 - Mapa da localização de aplicação dos trabalhos**



**Fonte: Pereira e Santos Junior (2018).**

Porém, apesar da distribuição geográfica, nota-se uma concentração das pesquisas no continente Europeu. Isso pode indicar a Europa como a região mais propícia a estudos relevantes com a temática Metodologia de Ensino para a formação de Engenheiros no Ensino Superior.

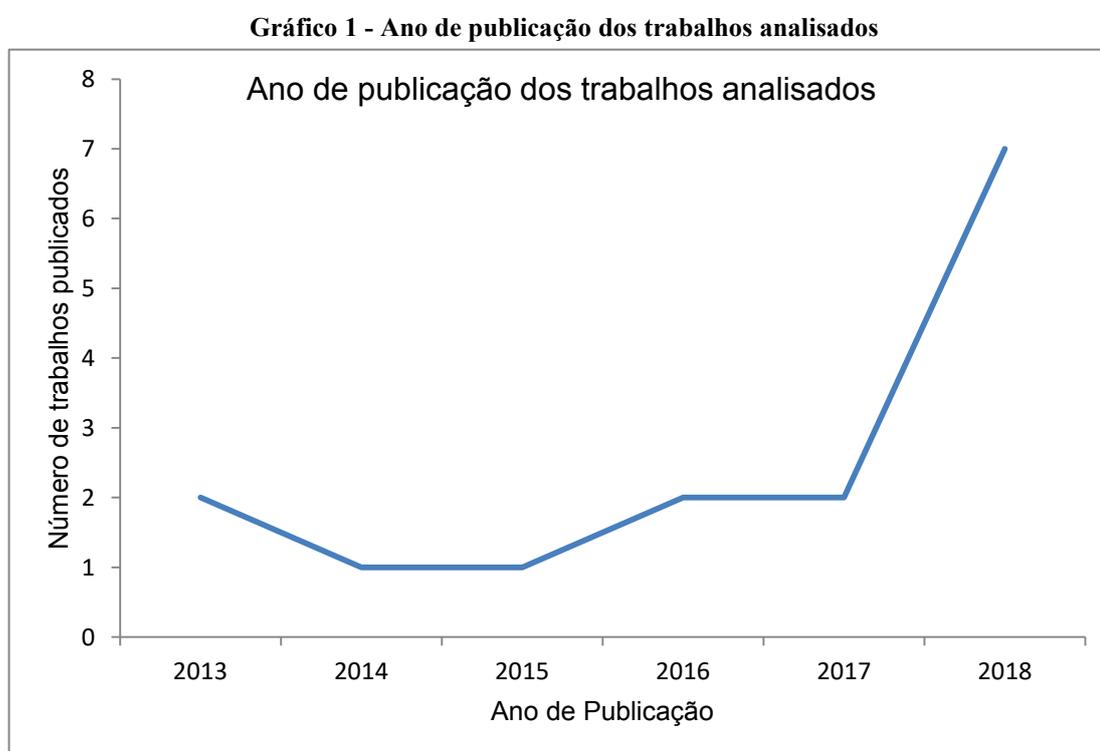
Organizado em um *ranking* de classificação quanto ao número de publicações científicas, 47% pertencem ao Continente Europeu, ocupando a primeira posição. América do Norte e Ásia empatam em segundo e terceiro lugares, respectivamente, África, América do Sul e Oceania ficam em quarto, quinto e sexto lugar, também com empate. A Tabela 2 ilustra esse *ranking*, considerando os 17 estudos.

**Tabela 2 – Ranking dos continentes quanto ao número de publicações**

Continente	Ranking	Número de Trabalhos	Frequência Relativa (%)
Europa	1º	8	47%
América do Norte	2º	3	17,6%
Ásia	3º	3	17,6%
África	4º	1	5,8%
América do Sul	5º	1	5,8%
Oceania	6º	1	5,8%

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Além da distribuição territorial, é interessante observar os anos em que os trabalhos foram publicados, pois sete dos quinze trabalhos (47%) foram publicados em 2018. Apesar da preferência por publicações atuais na ordenação por relevância da revisão sistemática, por meio da definição do valor de alfa na equação InOrdinatio<sup>20</sup>, ainda é possível afirmar sobre a atualidade do tema, inclusive vislumbrar um crescimento das pesquisas que abordam essa temática. O Gráfico 1 ilustra essa ocorrência no formato de linha, mostrando o aumento de publicações a partir do ano 2015.



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Com essa análise primária, observa-se um crescimento das metodologias de ensino caracterizadas como Ativas. Conforme afirmado por Pereira e Santos Junior (2018), essa ocorrência “[...] pode estar relacionada com as exigências do mercado de trabalho e necessidades de impulsionar a formação do Engenheiro no mundo” (p.187).

Deste modo, os resultados da Revisão Sistemática motivaram a elaboração do próximo capítulo (3, Metodologias Ativas), o qual é composto pelos trabalhos selecionados desta revisão e acrescidos de outros autores que se fizeram necessários para melhor explicar os

<sup>20</sup> Ver metodologia, Capítulo 4.

termos e demais discussões consideradas pertinentes.

#### 4 METODOLOGIAS ATIVAS

As Metodologias Ativas podem ser compreendidas como propostas metodológicas de ensino centradas no aluno (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018). O termo possui um conceito amplo e enquadra diversas estratégias de ensino, como: “aprendizagem baseada em problemas, problematização, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem por pares (ou *peer instruction*), *design thinking*, método do caso e sala de aula invertida, dentre outras” (FONSECA; MATTAR, 2017, p. 186). Essas metodologias também podem ser entendidas como caminhos que visam à formação crítica, o desenvolvimento da autonomia, o despertar da curiosidade e a preparação do acadêmico para a tomada de decisões (BORGES; ALENCAR, 2014).

A partir da análise minuciosa dos quinze trabalhos apresentados no capítulo anterior, foi possível representar na Figura 3, sistematicamente, a frequência relativa quanto às metodologias que são utilizadas nos cursos de engenharia do mundo. A frequência relativa foi organizada doravante de duas categorias<sup>21</sup>: Ensino Híbrido e Estratégias de Ensino Baseadas em Pesquisas (RBIS)<sup>22</sup> (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018).

Inclusas na Categoria “Ensino Híbrido”, constam duas subcategorias “Sala de Aula Invertida” e “Variações não especificadas”. As variações não especificadas correspondem a metodologias com nomenclatura não definidas, mas que apresentam características do Ensino Híbrido. A organização da categoria RBIS ficou mais ampla, dividida em três subcategorias: Aprendizagem Baseadas em Problemas (PBL), Aprendizagem Orientada por Projetos (PDL) e Variações não especificadas, e esta última ainda subdividida em duas subcategorias secundárias: “com” e “sem” uso de *software* para simulações<sup>23</sup>.

Com isso, nota-se que 43% dos artigos trabalham com a proposta do Ensino Híbrido para os cursos de formação de Engenheiros e 57% com RBIS. Não há uma diferença significativa entre as duas categorias, entretanto é plausível dizer que existe uma tendência maior para o uso de RBIS (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018).

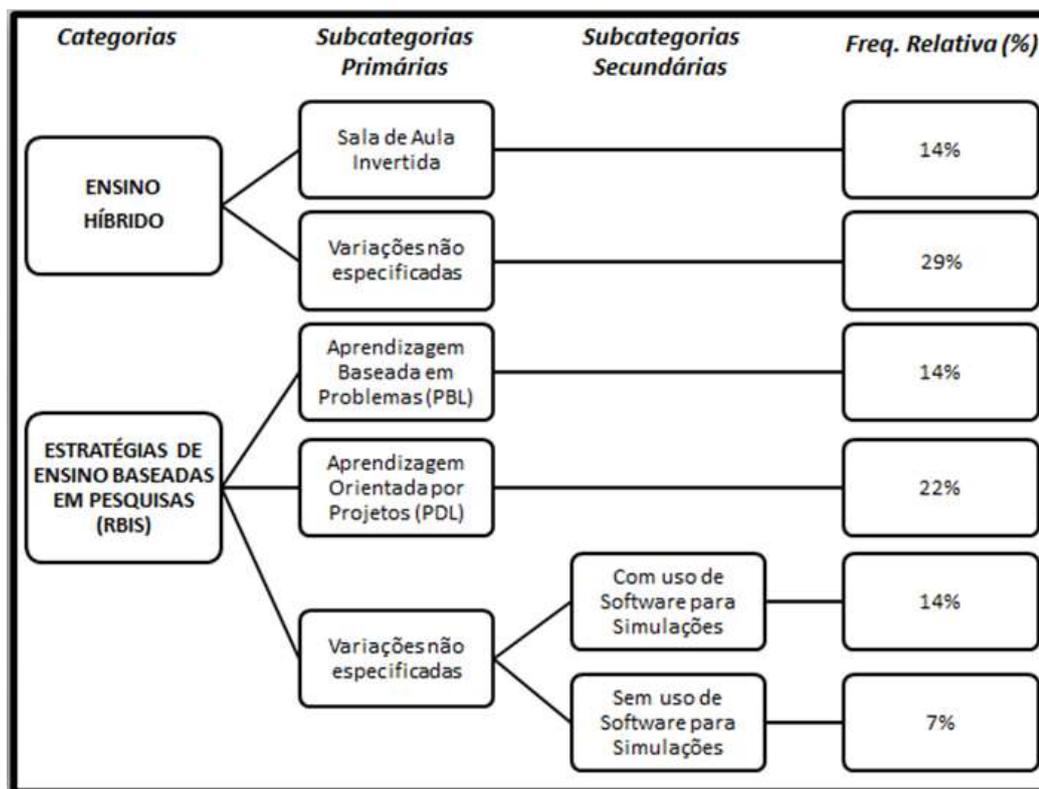
---

<sup>21</sup> Essa organização em duas categorias foi dada a partir da análise dos artigos considerando a interpretação da autora desta pesquisa.

<sup>22</sup> As definições de Ensino Híbrido e Estratégias de Ensino baseadas em Pesquisas (RBIS) serão discutidas na próxima subseção.

<sup>23</sup> A existência de duas subcategorias na categoria RBIS surgiu por conta da forte ênfase percebida a partir da leitura dos trabalhos, dada para os softwares de simulações. Já na categoria Ensino Híbrido não há essa divisão de metodologias com e sem softwares, visto que todos já utilizam algum recurso tecnológico para possibilitar a parte do ensino on-line.

Figura 3 - Frequência relativa das metodologias



Fonte: Pereira e Santos Junior (2018).

Diante da organização explicitada na Figura 3, é importante esclarecer que o trabalho de Smith *et al.* (2014) não foi representado, visto que não aborda especificamente uma metodologia de ensino. Contudo, ele não foi excluído durante o processo de filtragem da *Methodi Ordinatio* por ser considerado pertinente e dentro da temática pesquisada. O artigo Smith *et al.* (2014) tem a intenção de defender a importância dessas metodologias na formação de Engenheiros, colocando as vantagens, porém não trata de nenhuma das classificadas em específico.

Ademais, o trabalho de Smith *et al.* (2014) afirma sobre a “importância da compatibilidade entre os objetivos do curso e as metodologias de ensino aplicadas em sala de aula” (PEREIRA; SANTOS JUNIOR, 2018, p. 186), assim tanto faz parte da temática quanto traz contribuições para este estudo.

Com base nos dados da Revisão Sistemática, é aceitável afirmar que as Metodologias Ativas circundam no Ensino Superior nas práticas de ensino visando à formação de Engenheiros. Considerando que as Metodologias Ativas priorizam e favorecem o desenvolvimento profissional e pessoal em uma perspectiva crítica e ativa (BORGES;

ALENCAR, 2014), é considerável dizer que há uma preocupação com a formação de qualidade destes profissionais.

Na contemporaneidade, é notável que o Brasil e o mundo utilizam métodos de ensino os quais são enquadrados nas características das Metodologias Ativas, porém o resultado da Revisão Sistemática oportunizou tornar explícito alguns métodos específicos, aplicados nos cursos de formação de Engenheiros do Ensino Superior.

Neste sentido, as próximas subseções discutem sobre os trabalhos apresentados no Quadro 1, exposto no Capítulo 1, de modo mais detalhado no sentido de apontar para especificações de cada metodologia utilizada, bem como definindo Ensino Híbrido e Estratégias de Ensino baseadas em Pesquisas (RBIS), dando suporte teórico sobre abordagens dos métodos e mostrando os indícios que oportunizaram a pergunta de partida desta Tese.

#### 4.1 Ensino híbrido

A investigação inicial desta tese – denominada Revisão Sistemática, a qual teve como intenção verificar quais as metodologias de ensino para a educação de Engenheiros foram utilizadas no mundo – foi efetivada por meio de uma análise de quinze trabalhos. Conforme exposto na Figura 2 do Capítulo 3, seis dos quinze trabalhos trazem discussões sobre o Ensino Híbrido como proposta para a formação de Engenheiros, direta ou indiretamente. Esses trabalhos são: Brahim e Sarirete (2015), González *et al.* (2013), Szeto e Cheng (2016), Comerford *et al.* (2018), Sancho-Vinuesa *et al.* (2017) e Sumtsova *et al.* (2018). Nesta seção estão colocadas as principais características e discussões quanto à implementação do Ensino Híbrido de acordo com esses autores acrescidos de outros conhecimentos advindos de pesquisadores considerados pertinentes para complementar tais assuntos.

O Ensino Híbrido ou *Blended Learning*<sup>24</sup> corresponde a um ensino que mescla atividades presenciais e a distância, realizadas por meio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Valente (2014) aponta que o Ensino Híbrido foi uma consequência das dificuldades enfrentadas pelos docentes na implementação de Metodologias Ativas, pois para eles as TDIC serviram como auxiliadoras no processo e acabou por alterar a dinâmica do ensino e aprendizagem escolar, surgindo então o Ensino Híbrido.

O Ensino Híbrido visa oportunizar momentos de discussões e de práticas dentro da sala de aula. Nessas discussões o aluno é envolvido de forma ativa. Fora da sala de aula é

---

<sup>24</sup> Expressão em língua inglesa equivalente ao Ensino Híbrido.

possibilitada a aprendizagem considerada como pré-requisito para os momentos presenciais. Porém, essa aprendizagem (fora da sala de aula), guiada por materiais impressos, disponibilizados na *web*, ou outros meios, deve ser entendida como um acontecimento formalizado e previamente preparado por um especialista. Sobre essa preparação Valente (2014) esclarece que:

[...] o conteúdo e as instruções devem ser elaborados especificamente para a disciplina ao invés de usar qualquer material que o aluno acessa na internet. Além disso, a parte presencial deve necessariamente contar com a supervisão do professor, valorizar as interações interpessoais e ser complementar às atividades on-line, proporcionando um processo de ensino e de aprendizagem mais eficiente, interessante e personalizado (p. 84).

Para Valente (2014), há diferentes maneiras de mesclar atividades presenciais e a distância a partir da promoção da aprendizagem externa à sala de aula. Uma delas é a metodologia da Sala de Aula Invertida ou *Flipped Classroom*<sup>25</sup>, a qual Brahimi e Sarite (2015) discutem ao longo de seu trabalho.

A Sala de Aula Invertida é uma modalidade do Ensino Híbrido e condiz com a inversão da sala de aula tradicional. “Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula e a aula se torna o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas” (VALENTE, 2018, p. 86).

Para um melhor entendimento, é possível descrever quatro regras básicas para a inversão da sala de aula: 1) Na sala de aula devem estar envolvidas atividades que instiguem participação ativa dos alunos, como questionamentos e resolução de problemas que obriguem a recuperação, aplicação e ampliação do conteúdo visto antes da aula; 2) Imediatamente após a conclusão das atividades presenciais é importante que os alunos recebam um feedback; 3) Os alunos devem ser estimulados a participar das atividades fora e dentro da sala de aula considerando pontuação avaliativa, ou seja, com a aferição de nota; 4) Os materiais utilizados fora e dentro da sala de aula devem ser bem estruturados e planejados (*Flipped Classroom Field Guide*, 2014).

Sobre essa Inversão da Sala de Aula, Bahimi e Sarirete (2015) escrevem que a aprendizagem fora da sala de aula deve ser apoiada e incluída nos currículos das instituições de ensino, especialmente por conta do rápido crescimento da tecnologia. Nessa perspectiva, discutem a metodologia da Sala de Aula Invertida utilizando uma TDIC, nomeadamente

---

<sup>25</sup> Expressão em língua inglesa equivalente a Sala de Aula Invertida. Também é possível utilizar o termo “*inverted classroom*” assim como os autores Lage, Platt e Treglia (2000) fazem uso.

*Massive Open Online Course* (MOOC), entendido na língua portuguesa como “Curso *Online* Aberto de Massas”, os quais são cursos desenvolvidos e disponibilizados por meio de ambientes virtuais de aprendizagem, Web 2.0 ou redes sociais (PEREIRA, SANTOS JUNIOR, 2018). Para Brahimí e Sarirete (2015), fazer uso dos MOOCs contribui para o ensino de vários níveis escolares, inclusive no Ensino Superior, na formação de Engenheiros<sup>26</sup>.

Borba, Silva e Gadanidis (2014) explicam que os MOOCs se referem a um desenvolvimento recente da educação que “normalmente não exige pré-requisitos” (p. 95). É um modelo de curso totalmente a distância, sem tutoria, elaborado por especialistas e disponibilizado para o público em geral, alguns gratuitos e outros pagos.

Antes de Brahimí e Sarirete (2015) argumentarem sobre a utilização dos MOOCs em seu trabalho, mostraram dados de uma pesquisa aplicada com 310 alunos da Arábia Saudita, concluintes do Ensino Médio, futuros estudantes do Ensino Superior. Essa pesquisa visou investigar e mostrar dados quanto aos meios utilizados à aprendizagem dos alunos fora da sala de aula e se esse tipo é procurado pelos estudantes. Neste sentido, mostraram que os atuais estudantes buscam esse tipo de aprendizagem, independente da metodologia de ensino adotada pelo professor, ou seja, nos dias atuais parece ser um acontecimento rotineiro e natural.

Dentre as questões colocadas para os estudantes, ainda na pesquisa de Brahimí e Sarirete (2015), destacam-se duas: uma sobre quais os meios utilizados para a aprendizagem fora da sala de aula, e outra se eles consideravam esses estudos fora da sala de aula como um impacto positivo na formação escolar. Na primeira questão, o resultado revelou que o *YouTube* é o meio mais utilizado para a aprendizagem fora da sala de aula.

O *Facebook*, o *WhatsApp* e o site da escola ficaram, respectivamente, em segundo, terceiro e quarto lugar nessa lista de preferência dos estudantes. Segundo Brahimí e Sarirete (2015), os alunos participantes dessa pesquisa, quando optam por redes sociais, usam esses meios principalmente para se conectar com os colegas de classe e manterem-se atualizados quanto aos assuntos escolares. Se essa pesquisa fosse aplicada hoje, provavelmente já teríamos também outras ferramentas utilizadas pelos estudantes para esse mesmo meio.

---

<sup>26</sup> O trabalho de Brahimí e Sarirete (2015) não é ligado diretamente com a formação de Engenheiros, mas foi considerado para análise na pesquisa de Pereira e Santos Junior (2018) e é abordado nesta Tese. A justificativa deve-se pelo fato dos autores Brahimí e Sarirete (2015) atuarem como docentes no Departamento de Engenharia Elétrica e de Ciência da Computação da Effat University, na Arábia Saudita. Assim, embora os autores visem ao ensino médio, observou-se concepções relacionadas com a formação de Engenheiros no decorrer do texto.

Esses resultados indicam, de um modo geral, que os alunos têm buscado meios de aprendizagem fora da sala de aula e que as TDIC se fazem presentes em suas rotinas. Contudo, não é possível afirmar, no caso destes estudantes, que as TDICs utilizadas foram elaboradas e planejadas por especialistas ou por seus professores (exceto o *site* da escola).

Quanto ao segundo questionamento da pesquisa de Brahimí e Sarirete (2015), “se aprender fora da sala de aula tem um impacto positivo para a formação individual”, 44,5% concordam fortemente que há um impacto positivo; 51,6% simplesmente concordam; 2,6% não concordam nem discordam dessa afirmação, e 0,3% discordam fortemente. Esses resultados mostram a maioria considerando importante o estudo fora da sala de aula.

A partir desses resultados, Brahimí e Sarirete (2015) entendem que a comunidade e os pais devem reforçar a importância e o valor da aprendizagem fora da sala de aula, fazendo com que, conseqüentemente, as escolas incorporem essa aprendizagem em seus currículos e programas, por meio de metodologias de ensino. É com a visão da importância deste tipo de aprendizagem que os MOOCs foram incorporados no processo de ensino, pois proporcionam a oportunidade de um curso preparado por especialista com o intuito de efetivar a aprendizagem e inverter a sala de aula.

Para o mundo árabe, os MOOCs possuem potencial para somar com o sistema tradicional de Ensino Superior e proporcionam uma mudança transformadora na educação (BRAHIMI, SARIRETE, 2015). Entretanto, apesar da eficiência entendida pelos autores, apontam que a taxa de desistência desses cursos ainda é alta, relacionando isso com fatores os quais contribuem com essa alta taxa de desistência, como a ausência de relacionamento interpessoal.

Para Brahimí e Sarirete (2015), o principal desafio com relação ao uso do MOOCs está em “[...] identificar qual é o melhor modelo e as melhores práticas no uso desta tecnologia e como podemos otimizá-lo para nossos alunos” (p. 608). Neste sentido, os autores de A.1, Brahimí e Sarirete (2015), apesar de mencionarem que a metodologia discutida em sua pesquisa condiz com a Sala de Aula Invertida, indicam uma ausência de “melhor modelo” e “melhores práticas” a serem utilizadas em sala de aula, apontando para uma lacuna no ensino, o que reforça a justificativa e necessidade desta Tese.

Com isso, observa-se uma necessidade da reestruturação do modelo de ensino, com a finalidade de atender às transformações naturais da escola. Entende-se que os autores Brahimí e Sarirete (2015) enxergam que os ambientes escolares não podem ser mais vistos com a mesma estrutura de anos atrás, além da necessidade de considerar que as escolas e as instituições de ensino não são ambientes limitados para o processo de ensino e aprendizagem.

O ensino e a aprendizagem condizem, atualmente, com um processo além das paredes escolares.

Também a favor da Sala de Aula Invertida, Comerford *et al.* (2018) escreveram sobre essa opção como implementação do Ensino Híbrido na formação de Engenheiros. O foco do estudo foi voltado para *softwares* a serem utilizados como meio de oportunizar o estudo fora da sala de aula. Neste sentido, os autores relataram sobre dois aplicativos criados e aplicados, em turmas de países diferentes de formação de Engenheiros (Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha), por eles mesmos, com o intuito de auxiliar a implementação da Sala de Aula Invertida.

A essência do trabalho de Comerford *et al.* (2018) concentra-se na importância da avaliação formativa, visando auxiliar o processo de ensino. Segundo Parreira e Silva (2015), a avaliação formativa tem como objetivo fazer com que “o avaliando identifique e conscientize o nível de desempenho em que se situa, e possa evoluir para um nível que lhe assegure uma avaliação final positiva” (p. 370). Neste sentido, entende-se avaliação formativa como um recurso que auxilia os alunos quanto ao processo de aprendizagem e, conseqüentemente, também favorece a prática do professor, que a partir dos resultados consegue identificar falhas no processo de ensino e propor melhorias.

Seguindo esta mesma linha conceitual de avaliação formativa, Comerford *et al.* (2018) destacam a necessidade de *feedbacks* nas atividades realizadas em casa, pois para eles, o *feedback* permite ao aluno identificar seus erros e o direciona para caminhos instrutivos de como corrigi-los, constituindo-se em um componente importante dentro da avaliação formativa.

Os autores Sancho-Vinuesa *et al.* (2017) também abordam e discutem sobre a importância da avaliação formativa e do *feedback*:

Destacamos avaliação e feedback entendidos como estrutura para o ensino e a aprendizagem. A partir deste ponto de vista, consideramos uma metodologia baseada em atividades contínuas com feedback imediato, e avaliação formativa como a pedra angular do processo de aprendizagem (p.63).

Neste sentido, os autores colocam, como centro do processo, a interação professor-aluno, relacionando-se com a devolutiva do *feedback* dada pelo professor para o aluno. Por isso, a pesquisa que originou o trabalho de Sancho-Vinuesa *et al.* (2017) concentra-se em aplicar uma metodologia na formação de Engenheiros na Espanha, a qual os autores não afirmam ser Sala de Aula Invertida, mas que está enquadrada na proposta de Ensino Híbrido e que se preocupa, principalmente, com o envolvimento dos alunos.

Entre os recursos utilizados na implementação, visando a essa preocupação, observaram-se envolvimento com a ferramenta *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (MOODLE), traduzida como “Ambiente Modular de Aprendizagem Dinâmica Orientada a Objetos”, e com a ferramenta WIRIS (editor de fórmulas matemáticas), bem como conceitos de “*gamificação* e de *feedback* automático”<sup>27</sup>, sempre se preocupando com interações professor-alunos.

O Moodle é uma plataforma livre que condiz com um sistema de gestão do processo de ensino e aprendizagem. “É um aplicativo desenvolvido para ajudar os educadores a criar cursos on-line, ou suporte on-line a cursos presenciais, de alta qualidade e com muitos tipos de recursos disponíveis” (SABBATINI, 2007).

Além da interação professor-alunos, presente no estudo de Sancho-Vinuesa *et al.* (2017), observa-se a importância de interações aluno-aluno e aluno-conteúdo para o processo de ensino e aprendizagem. Sobre isso os autores Szeto e Cheng (2016) discorrem de forma mais investigativa no contexto do Ensino Híbrido.

Szeto e Cheng (2016) escrevem que o Ensino Híbrido está “se tornando uma viável abordagem instrucional no Ensino Superior com o advento da tecnologia” (p. 1). Na visão desses autores, parece haver viabilidade do uso dessa metodologia na formação de Engenheiros, visto que a aplicação do estudo foi dada em um curso de Engenharia.

Essa implementação consistiu em estudar as interações pedagógicas entre aluno-aluno, aluno-professor e aluno-conteúdo nos diferentes ambientes de aprendizagem (virtual e presencial), ou seja, no Ensino Híbrido. O objetivo do estudo circundou em torno de investigar a aprendizagem de 150 acadêmicos durante dois anos em uma universidade da China.

Os resultados trazem conclusões importantes para a temática, pois apontaram que a aprendizagem presencial é enriquecida por uma aprendizagem virtual de qualidade. Especificamente em relação a interações aluno-aluno e aluno-professor, os dados indicaram que nos momentos virtuais a aproximação se potencializa entre aluno-professor, já nos momentos presenciais a aproximação de aluno-aluno é superior, conforme dados da Tabela 3.

---

<sup>27</sup> O conceito de *gamificação* “consiste na aplicação de elementos de jogos em situações que não são jogos, com objetivo de gerar engajamento, atrair usuários, chamar atenção” (TENÓRIO; GÓIS; SANTOS JUNIOR, 2016, p. 961), assim, o *feedback* automático, em muitos casos, está relacionado com *gamificação*, por ser considerado um fator que informa o aluno sobre sua aprendizagem, sobre sua fase no processo de aprendizagem, além de também poder estar associado com um ranking da aprendizagem (característica comum em jogos virtuais).

Tabela 3 – Tipos de interação observados na implementação de Szeto e Cheng (2016)

Ambiente	Tipo de interação	Número de interações
Virtual	Aluno-aluno	40
	Aluno-professor	81
	Aluno-conteúdo	36
Presencial	Aluno-aluno	239
	Aluno-professor	55
	Aluno-conteúdo	34

Fonte: Adaptado de Szeto e Cheng (2016).

Além disso, a relação aluno-conteúdo manteve-se praticamente igualitária comparando os ambientes virtual e presencial. Todavia, Szeto e Cheng (2016) colocam que esses resultados não podem ser generalizados, tendo em vista que foi considerada uma amostra pequena de alunos para a investigação.

Todavia, nessa perspectiva, é oportuno dizer que, considerando os aspectos pessoais de cada acadêmico e também do professor, cada tipo de interação pode ser prevaletido de formas diferentes dependendo do ambiente. Por exemplo, há acadêmicos que se sentem melhor para interagir com o professor em momentos presenciais, também há acadêmicos os quais interagem melhor com o conteúdo em momentos virtuais. A verdade é que todas as possibilidades podem ocorrer se levarmos em contas as particularidades de cada envolvido no processo.

Tendo em vista que as diferentes interações possuem ligações com a aprendizagem (SZETO; CHENG, 2016), faz sentido comentar que o Ensino Híbrido proporciona maiores oportunidades de ensino e aprendizagem. Pois a mistura da sala de aula virtual com a sala de aula presencial constrói um somatório de possibilidades para a aprendizagem.

Ainda sobre a perspectiva do Ensino Híbrido, os autores González *et al.* (2013) também destacam a importância dessa metodologia para a formação de Engenheiros. Quanto à importância do Ensino Híbrido, foram colocados após os resultados de um estudo experimental, o qual visou à implementação desta metodologia na formação de Engenheiros, em uma instituição da Espanha, com o auxílio do MOODLE (mesma ferramenta presente na pesquisa de Sancho-Vinuesa *et al.* (2017)).

Utilizando o Moodle como um suporte *on-line* ao curso presencial, o estudo experimental de González *et al.* (2013) envolveu 99 acadêmicos no período de 2007/2008 e 101 acadêmicos no período de 2008/2009, e entre os resultados, após análise quantitativa dos dados, foi verificado que: a reação dos acadêmicos quanto ao Ensino Híbrido foi positiva; a

aprendizagem foi efetiva em nível satisfatório; os acadêmicos adquiriram competências; durante a execução de atividades práticas nota-se a transferência do conhecimento adquirido.

Neste sentido, a partir dos resultados obtidos, González *et al.* (2013) consideram que o Ensino Híbrido ressalta a responsabilidade do aluno no processo de aprendizagem e contribui com “uma maior motivação e um resultado mais satisfatório para todos os envolvidos no processo” (GONZÁLEZ *et al.*, 2013, p. 376).

Ainda sobre a ferramenta MOODLE que, conforme observado, viabiliza o Ensino Híbrido, os autores Sumtsova *et al.* (2018) também a colocam como possibilidade de contribuição para o processo de ensino e aprendizagem. Porém, os autores abrangem para o conceito de Aprendizagem Colaborativa.

A proposta de Sumtsova *et al.* (2018) é um Ensino Híbrido pautado na ferramenta MOODLE, porém numa perspectiva de Aprendizagem Colaborativa. O termo “Aprendizagem Colaborativa” refere-se a uma aprendizagem que incentiva os alunos a trabalharem juntos em pequenos grupos, sejam de forma presencial ou virtual (SUMTSOVA *et al.*, 2018). “A ideia subjacente por trás da Aprendizagem Colaborativa é que o conhecimento é criado por comunidades humanas e que a aprendizagem ocorre no processo de comunicação” (SUMTSOVA *et al.*, 2018, p. 161).

Entre as principais formas e métodos de trabalhar com a Aprendizagem Colaborativa, Sumtsova *et al.* (2018) citam o trabalho de pesquisa em equipe, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, entre outros, que se enquadram nos temas dos demais artigos, resultantes da Revisão Sistemática que origina esta Tese, os quais serão discutidos na próxima subseção.

Até aqui podemos observar que dentro das possibilidades de Ensino Híbrido há várias ferramentas de suporte para o ensino (MOOC, MOODLE, Plataforma Youtube, entre outros), chamada de atenção para a importância da avaliação formativa, dos feedbacks, das diferentes possibilidades de interação (professor-aluno, aluno-aluno, aluno-conteúdo), mas todas as propostas analisadas tendem a ter características da Sala de Aula Invertida. E ainda, dentro do que foi observado, considera-se a viabilidade do uso dessa metodologia, visando à formação de Engenheiros (PEREIRA *et al.*, 2021).

Uma Revisão Sistemática ainda mais específica, considerando a Sala de Aula Invertida aplicada à formação de Engenheiros, mostrou considerações pertinentes e complementares aos dados apresentados até aqui, pois foi possível também concluir que, apesar dos benefícios, há lacunas:

Entre as lacunas destaca-se a ausência de material teórico que direcione e ofereça suporte para docentes e discentes quanto a Sala de Aula Invertida como modelo pedagógico; a dificuldade e falta de tempo para preparar os materiais a serem disponibilizados para os alunos antes da aula presencial; a falta de formação dos docentes para a utilização do modelo (PEREIRA *et al.*, 2021, p. 56)

Essas questões também podem ser conclusivas a partir dos dados da revisão apresentados aqui, pois não se identifica detalhamentos quanto às práticas aplicadas, a fim de dar suporte ao docente. Pereira *et al.* (2021) concluiu sobre a necessidade de “novas intervenções na formação dos docentes que viabilizem suporte e direcionamento para a prática do professor na Sala de Aula Invertida” (p. 57). Todavia, para que isso ocorra com eficiência, fazem-se necessárias pesquisas que construam caminhos a serem trilhados neste sentido, ou seja, que apresentem base teórica consistente para servirem como suporte para essas intervenções e práticas futuras (PEREIRA *et al.*, 2021), que é exatamente o que se pretende com essa Tese.

#### **4.2 Estratégias de ensino baseadas em pesquisas**

Além do Ensino Híbrido como metodologia para a formação de Engenheiros, observou-se a partir dos estudos apresentados no Capítulo 2, uma forte tendência também para as Estratégias de Ensino Baseadas em Pesquisas (RBIS). Na Revisão Sistemática que faz parte desta Tese, há oito trabalhos que discutem considerações pertinentes as RBIS e que farão parte das discussões apresentadas nesta subseção, são eles: Borrego *et al.* (2013), Semush *et al.* (2018), Vemury *et al.* (2018), Seman *et al.* (2018), Alves *et al.* (2016), Haupt e Webber-Youngman (2018), Forcan *et al.* (2018), Li *et al.* (2017). Porém, outros autores também complementam algumas ideias na intenção de esclarecer ainda mais tais estratégias.

Borrego *et al.* (2013) tratam sobre a fidelidade da implementação de Estratégias de Ensino Baseadas em Pesquisas, ou seja, até que ponto a prática da sala de aula nos cursos de engenharia reflete as intenções originais dessas metodologias? Borrego *et al.* (2013) consideram importante este tipo de estudo, pois argumentam que, raramente, as propostas metodológicas originais fornecem os detalhes suficientes para uma implementação fiel.

Para pesquisar quanto a essa fidelidade, Borrego *et al.* (2013) delimitaram quais os componentes que caracterizam uma intervenção com Estratégias de Ensino Baseadas em Pesquisas. Esses componentes são entendidos como recursos essenciais e foram medidos a fim de concluir se determinado método de ensino fez-se presente ou não de fato. Para a delimitação de tais componentes, os autores seguiram critérios sistêmicos baseados em

Mowbray *et al.* (2003). O processo de medida e as análises seguiram métodos qualitativos de pesquisa.

Os autores observaram que há uma confusão quando se afirma que uma prática docente utiliza determinada metodologia, pois nem sempre a metodologia é aplicada fielmente. Por exemplo, “uma discussão realizada em grupo de alunos pode ser indicativa de aprendizagem cooperativa, mas não é necessário afirmar que a aprendizagem cooperativa está sendo aplicada” (BORREGO *et al.*, 2013, p. 403).

Além do mau hábito que muitas vezes se afirma em que determinada metodologia foi utilizada em tal prática, há também o problema de que raramente há materiais os quais fornecem detalhes suficientes para implementar determinada metodologia (BORREGO *et al.*, 2013). Essa questão é mais uma consideração que motiva o desenvolvimento desta Tese, porém com uma cobrança direta da necessidade de delinear, descrever e apresentar de forma clara os detalhes para uma futura implementação em sala de aula.

As Estratégias de Ensino Baseadas em Pesquisas (RBIS), segundo Borrego *et al.* (2013), incluem as metodologias citadas e descritas no Quadro 2 de forma sucinta, visto que este texto não tem a intenção de detalhar as informações para implementação destas metodologias, mas sim conhecê-las em sua essência. Porém, os autores utilizados e citados no Quadro 2 (além das considerações de Borrego *et al.* (2013)) são sugestões de referências para aprofundamento, caso haja o interesse do leitor em buscar subsídios para implementação.

**Quadro 2 – RBIS**

RBIS	BREVE DESCRIÇÃO
Ensino just-in-time (JiTT).	Traduzido como Ensino sob Medida, essa metodologia consiste em o professor solicitar que os alunos façam atividades individuais como tarefas de casa antes da aula, envolvendo conceitos ainda não trabalhados. E no decorrer da aula, as respostas dessas atividades são utilizadas pelo professor e ajustadas. (Há a possibilidade de combinar uso de tecnologia WEB para esta metodologia e prática da tarefa de casa antes da aula, porém não é caracterizada como Ensino Híbrido) (BORREGO <i>ET AL.</i> , 2013; PRINCE E FELDER, 2007).
Ensino Baseado em Casos.	Situação de ensino em que o professor solicita que os alunos analisem estudos de casos de situações históricas ou hipotéticas. Esses casos são selecionados levando em conta situações que serão provavelmente enfrentadas na vida profissional dos alunos. E solução para esses problemas visam tomada de decisão (PRINCE E FELDER, 2007).
Aprendizado de Serviço.	Conforme define Oakes (2009), é entendida como uma atividade experiencial, em que os alunos se envolvem com serviços na comunidade, e a partir disso refletem sobre seu envolvimento nas ações de modo a entender melhor o conteúdo. Essa prática se preocupa com consciência quanto às necessidades sociais e desenvolvimento de responsabilidades.
Solução de problemas.	Nesta prática o professor organiza equipes, e enquanto um aluno propõe e desenvolve a solução para um problema, outro realiza questionamentos de modo que sejam esclarecidos os pensamentos do aluno solucionador (FELDER E BRENT, 2009).
Aprendizagem baseada em inquérito.	Nesta metodologia, o termo inquérito refere-se a perguntas e problemas iniciais utilizadas para contextualizar um aprendizado. Compreendido por Borrego <i>et al.</i> (2013) como uma estratégia em que os alunos possuem perguntas/problemas a serem resolvidos
Instrução entre	Borrego <i>et al.</i> (2013) explica essa metodologia a partir da concepção de Mazur (1997), o

os pares.	professor que elaborou o método. A Instrução entre os pares condiz com uma discussão prévia entre os alunos. O professor disponibiliza um texto base com uma breve exposição ao conteúdo e após disponibiliza questões conceituais de múltipla escolha para os alunos discutirem, e votarem na resposta que acharem pertinente, dependendo dos resultados o professor inicia o avanço da explanação da matéria ou permite novas discussões e votações.
Testes Conceituais.	Essa proposta consiste em utilizar perguntas conceituais de múltipla escolha. Entre as alternativas, os distratores são planejados de modo que reflitam nos erros comuns entre os alunos (BORREGO <i>ET AL.</i> , 2013).
<i>Think-pair-share</i> (TPS).	Traduzido como Pensar, Compartilhar e Socializar (PCS). É uma estratégia de aprendizado em que os alunos trabalham individualmente por um rápido intervalo de tempo na solução de um problema e na sequência se reúne em pares para reconciliar as soluções propostas <sup>28</sup> .
Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL).	Conhecida como PBL (do inglês Problem Based Learning) é uma metodologia em que parte de um problema, que fornece contexto e motivação para a aprendizagem. Se faz necessário que os alunos, em sua maioria em equipe, colem informações para a solução do problema. Nas equipes há a atuação de instrutores facilitadores, não caracterizados como fontes primárias das informações (PRINCE E FELDER, 2007). Segundo Lohman (2002), os problemas usados na PBL tendem a ser relativamente bem estruturados, rico em informações contextualizadas, e os alunos aplicam conhecimentos os quais já estão familiarizados.
Aprendizagem Colaborativa e Aprendizagem Cooperativa.	Há pouco consenso quanto a diferença entre aprendizagem Colaborativa e Aprendizagem Cooperativa na literatura (BORREGO <i>et al.</i> , 2013). De modo geral, Borrego <i>et al.</i> (2013) define Aprendizagem Colaborativa com a prática dos alunos trabalharem juntos em direção de um objetivo em comum, enquanto a Aprendizagem Cooperativa condiz com uma forma estruturada de trabalho em grupo em que os alunos também buscam objetivos em comum, porém, em pelo menos um momento, são avaliados individualmente. Ou seja, a diferença está concentrada na forma em que os alunos são avaliados.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

De forma geral, observa-se que, para Borrego *et al.* (2013), as Estratégias de Ensino Baseadas em Pesquisas podem ser compreendidas como Metodologias Ativas com diferentes abordagens para colocar o aluno em uma posição ativa em sua aprendizagem, sempre envolvendo alguma ação ou característica de pesquisa, por mais simples que seja, sem exigir a condição de Ensino Híbrido.

Semush *et al.* (2018) colocam um Modelo de Educação Centrado em Projetos (PEM, do inglês Project-Centred Education Model), o qual é uma combinação de uma abordagem competitiva frontal (FCA, do inglês Frontal Competitive Approach) e da metodologia denominada Aprendizagem Orientada por Projetos (PDL, do inglês Project-Driven Learning).

Para esses autores, Semush *et al.* (2018), em FCA o sentido de “frontal” está relacionado com uma abordagem a qual envolve toda uma turma de alunos em busca de um objetivo em comum, e “competitiva” refere-se à oportunidade de sucesso para os alunos criativos ou outras ações de sucesso.

<sup>28</sup> Como não há outros autores no quadro para esta metodologia como sugestões de referências para o leitor buscar subsídios para implementação, sugere-se: GUIA COMPLETO SOBRE A METODOLOGIA ATIVA TPS. Blog da Future Education. 2021. Disponível em: <https://blog.futureeducation.digital/guia-completo-sobre-a-metodologia-ativa-tps/>. Acesso em: 29 out. 2021.

Dentre as características para a implementação da FCA, como organização de um ambiente criativo; estímulo do potencial criativo do aluno, incentivo à competição entre os alunos, destaca-se neste texto a necessidade de uma avaliação bem definida. Semush *et al.* (2018) posicionam-se quanto à importância de propor um sistema bem definido de avaliação, e dentro da proposta trabalhada por eles, sugerem o uso de rubricas para compor o modelo avaliativo.

Podemos afirmar que na avaliação “as rubricas surgiram como estratégia para integrar os estudantes, padronizar os critérios, imprimir maior transparência ao processo e efetivo acompanhamento de todas as etapas previstas, até a sua finalização” (BLASS, IRALA, p. 205, 2021).

Neste sentido, interpretamos que as rubricas guiam tanto alunos quanto professor no processo de aprendizagem com ênfase no processo avaliativo, visto que visa orientar os critérios considerados para a avaliação da aprendizagem. Neste caso, exige do docente um planejamento bem estruturado quanto ao método avaliativo antes de iniciar o processo de ensino em sala de aula.

Sobre a PDL, que também compõe o modelo PCEM do trabalho de Semush *et al.* (2018), os autores afirmam que além de ser entendida como Aprendizagem Orientadas por Projetos, o termo “orientadas” pode ser substituído por “baseados” ou “dirigidos” (SEMUSH *et al.*, 2018). Conforme afirmam Pereira e Santos Junior (2018), na literatura há várias nomenclaturas diferentes empregadas para descrever metodologias de ensino que se efetivam por meio de projetos/problemas. Embora nem todos os pesquisadores concordem com os significados exatos de cada termo, “[...] eles são utilizados como sinônimos: Project-Based Learning (PBL), Project-Led Education (PLE) e Project Organized Learning (POL), com algumas variações em sua implementação” (SANTANA *et al.*, 2009, p. 2).

Uma breve descrição de PDL está representada no Quadro 3.

**Quadro 3 – PDL**

RBIS	BREVE DESCRIÇÃO
Aprendizagem Orientada por Projetos (PDL)	Visa trabalhar com projetos na intenção de imitar a realidade profissional, e com isso cada aula gera várias outras semanas de trabalho. Geralmente acompanha o assunto do curso e é direcionada para aplicação do conteúdo. Possibilita que os alunos aprendam a gerenciar o trabalho como um todo (SANTANA, 2009). A Aprendizagem Orientada por Projetos também pode ser definida como “[...] um extenso processo de investigação, estruturado em torno de questões complexas e autênticas, aplicadas na vida real, com produtos e tarefas cuidadosamente planejados” (SANTANA, 2010, p. 41).

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Outro trabalho que aborda PBL e PDL, porém de forma mista, é dos autores Vemury *et al.* (2018) os quais compreendem que os métodos de ensino aplicados no Ensino Superior possuem papel importante na aprendizagem dos futuros Engenheiros, além de possuir impactos marcantes na formação e futuro desses alunos.

Neste sentido, Vemury *et al.* (2018) apostam em uma metodologia adaptada mesclando PBL e PDL, a qual foi aplicada nos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014 em uma Universidade da Inglaterra para a formação de Engenheiros. A metodologia visa a três condições: “aprender fazendo, cooperação e trabalho em equipe na aprendizagem e aprendizagem por meio da resolução de problemas” (p. 11).

A organização da metodologia aplicada por Vemury *et al.* (2018) pode ser resumida em 6 componentes: a) Palestras formais, que dizem respeito a uma série de aulas expositivas abordadas pelo professor, apresentando os conhecimentos considerados básicos e essenciais. Geralmente com um tempo breve destinado a perguntas e respostas; b) AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem), que permite, aos alunos, acessar todo o material das aulas antes da aula; c) Palestras de convidados industriais e eventos corporativos profissionais, vistas como oportunidade de contato com o mundo real. d) Reuniões de revisão de progresso, realizadas em formato semiprofissional (de indústria) para monitorar o progresso de cada grupo e direcionar para um auxílio caso surja algum problema. Antes da reunião, o grupo é obrigado a entregar um relatório de progresso a fim de direcionar as perguntas do cliente (professor); e) Tutoriais para pequenos grupos, em que as reuniões de revisão de progresso não oportunizam a participação de todos os membros do grupo, apenas do representante do grupo, nomeado como presidente. Por essa razão, faz-se necessário tutoriais para pequenos grupos, mesmo que em um tempo menor devido a falta de recursos humanos (tempo disponível do professor por exemplo), para gerar oportunidade de discussões mais detalhadas entre todos os alunos; f) Viagem de campo, considerado como elemento chave e uma oportunidade de contato direto com o contexto real dos problemas estudados.

A leitura e interpretação da autora desta Tese leva a entender que a metodologia aplicada por Vemury *et al.* (2018) não foi elaborada de forma sistemática antecipadamente à implementação. Porém, posterior a esta, os autores coletaram algumas informações em formato de feedback dos alunos. Dentre os feedbacks, alguns pontos negativos foram destacados.

Os pontos negativos identificados foram: a) Problemas no cronograma – a organização do cronograma não foi considerada satisfatória por ter oportunizado algumas horas longas de estudos em um único dia da semana, foi um fato que prejudicou o empenho

de alguns alunos pela dificuldade humana de manter a atenção presa em um único assunto por muito tempo; b) Lacunas de conhecimento – não foi possível abordar todos os conteúdos necessários para a resolução dos problemas envolvidos; c) Tamanho do grupo – os grupos organizados em média de 8 alunos foram considerados uma dificuldade para alguns, os quais observaram problemas na gestão e coordenação desses grupos; d) Conteúdo das palestras formais – Além de se ter notado a ausência de alguns conteúdos que não foram tratados nas palestras, alguns que foram abordados foram considerados desnecessários na prática.

De um modo geral, Vemury *et al.* (2018), considerando a aplicação de sua pesquisa, concordam sobre a eficácia da implementação de metodologias do modelo RBIS, porém também destacam a necessidade de avanços e melhorias neste contexto, visto que não conseguiram atingir a eficácia do ensino em todos os alunos.

Os trabalhos de Seman *et al.* (2018) e Alves *et al.* (2016) repetem uma metodologia já comentada neste referencial, a PBL, a qual foi brevemente descrita no Quadro 2. Mas vale dizer aqui que os autores desses trabalhos também são favoráveis a essa metodologia na prática de formação de Engenheiros por conta da possibilidade de engajamento, oportunidades reais de aprendizagens, principalmente considerando a condição ativa do aluno neste processo.

Os trabalhos de Haupt e Webber-Youngman (2018), Forcan *et al.* (2018) e Li *et al.* (2017), conforme observado em Pereira e Santos Junior (2018), embora não tragam uma nomenclatura específica para denominar as metodologias discutidas, são classificados também, pelas características e ideias, como RBIS.

Os autores Haupt e Webber-Youngman (2018) não colocam especificamente sobre uma metodologia, discute sobre a importância da resolução de problemas na formação de Engenheiros e finaliza suas discussões com “uma questão de pesquisa aberta que parece importante responder a fim de identificar as melhores práticas pedagógicas para melhorar a capacidade de resolução de problemas [...]” para todas as disciplinas da engenharia (HAUPT E WEBBER-YOUNGMAN, 2018, p. 2).

Essa questão reforça a necessidade de novos estudos quanto às metodologias de ensino para a formação de Engenheiros, pois eles acrescentam que “o impacto cognitivo da inclusão de tecnologias relacionadas na educação, com referência específica ao aprimoramento do ensino e da aprendizagem no complexo espaço de resolução de problemas, precisa ser perseguido” (HAUPT E WEBBER-YOUNGMAN, 2018, p. 18). Ou seja, para esses autores são cabíveis e necessárias pesquisas relacionadas com a temática: metodologias de ensino na formação de Engenheiros.

## 5 A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

A Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019<sup>29</sup>, é o documento que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia). Essas DCNs “[...] definem os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE) [...]” (BRASIL, p.1, 2019) para o curso de graduação em Engenharia.

O capítulo II dessa Resolução dispõe sobre o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia e as competências gerais que o curso deve proporcionar aos seus. O Quadro 4 dispõe sobre esse perfil e competências gerais.

**Quadro 4 – Perfil e Competências do Engenheiro**

	INCISOS	SÍNTESE <sup>30</sup>
PERFIL	I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;	A leitura total dos incisos relacionados com o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia nos leva a perceber que o profissional Engenheiro deve apresentar um olhar analítico, no sentido de conseguir analisar um contexto no seu todo e tomar a decisão certa diante do que vê.
	II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;	
	III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;	
	IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;	
	V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;	
	VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.	
COMPETÊNCIAS GERAIS	I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:	Relacionado com o perfil sintetizado acima, interpreta-se que as competências descritas aqui, podem ser compreendidas como um composto de habilidades relacionadas com a prática da pesquisa científica. Pois além de observar que para a tomada de decisão é necessário habilidades de pesquisa, percebe-se também que tais incisos descritos aqui estão relacionados direta ou indiretamente com as etapas de uma pesquisa, desde a pergunta de partida até a apresentação e exposição dos resultados.
	II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:	
	a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;	
	b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;	
	a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.	

<sup>29</sup> A Resolução CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021 altera alguns artigos da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, porém a essência e os artigos discutidos aqui não foram alterados, por isso cita-se a Resolução nº 2.

<sup>30</sup> Pelo olhar da autora desta tese.

	<p>b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;</p> <p>c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.</p> <p>d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;</p>	
III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos:	<p>a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;</p> <p>b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;</p> <p>c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;</p>	
IV - implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:	<p>a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.</p> <p>b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;</p> <p>c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;</p> <p>d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;</p> <p>e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;</p>	
V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:	<p>a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;</p>	
VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares:	<p>a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;</p> <p>b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;</p>	

		c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
		d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);
		e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;
	VII - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:	a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.
		b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando;
	VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:	a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.
		b) aprender a aprender. Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso.

**Fonte: Adaptado de Brasil (2019).**

Conforme o que está apresentado no Quadro 4, nota-se um grande envolvimento da pesquisa científica com a formação do Engenheiro. Essa relação é percebida considerando e relacionando as competências gerais e o perfil do egresso. Considera-se, ainda, a presença de pesquisas quantitativas como prevalência no cenário da pesquisa científica citada, o que, consequentemente, ressalta a importância da disciplina de Estatística no curso.

Ainda sobre a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, tal documento ressalta sobre a necessidade de cada curso de graduação em Engenharia “possuir seu Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso” (BRASIL, 2019, Art. 6º).

O PPC de graduação em Engenharia deve especificar e descrever claramente informações sobre o curso, dentre essas informações destaca-se aqui: o perfil do egresso e a descrição das competências as quais devem ser desenvolvidas, tanto as de caráter geral (que já constam na Resolução nº 2 de 2019), como também as específicas, considerando a habilitação de cada curso (Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia da Computação, entre outras Engenharias); as atividades de ensino-aprendizagem, descrevendo os conteúdos e as atividades complementares do curso.

Neste sentido, e considerando que esta Tese possui o curso de Engenharia de Produção como local de pesquisa, consultou-se o PPC do referido curso o qual está disponível para consulta no site oficial da IES<sup>31</sup>. O PPC de Engenharia de Produção da UTFPR, campus Ponta Grossa, foi elaborado em 2014, e apesar de ter sido embasado pela Resolução nº 11 do CNE/CES, de 11 de março de 2002 e não pelas Resoluções CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021 (que altera alguns artigos da Resolução nº 2) ou nº 2, de 24 de abril de 2019, o documento que está disponível no site do curso e acredita-se estar em vigência até o presente ano.

Percebe-se aproximações com o que foi apresentado no Quadro 4 e o que consta no PPC de Engenharia de Produção, pois este último descreve que o curso tem por objetivo geral “formar profissionais, com sólido embasamento científico e tecnológico, com rigor analítico, para atuar de forma sistêmica e integrada sobre sistemas produtivos, de produtos e serviços” (PONTA GROSSA, p. 22, 2019). E quanto aos objetivos específicos consta que o curso deve:

- a) Capacitar o egresso para atuar no gerenciamento de sistemas produtivos desde a concepção do projeto até a operação e a desativação, considerando o ciclo de vida dos produtos e serviços;
- b) Formar discente para aplicar técnicas para o tratamento das principais questões envolvendo transporte, movimentação, estoque e armazenamento de insumos e produtos, visando a redução de custos, a garantia da disponibilidade do produto, bem como o atendimento dos níveis de exigências dos clientes;
- c) Resolver problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, por meio de modelos matemáticos habitualmente processados computacionalmente;
- d) Planejar, projetar e controlar os sistemas de gestão da qualidade que considerem o gerenciamento por processos, a abordagem factual para a tomada de decisão e a utilização de ferramentas da qualidade;
- e) Aplicar um conjunto de ferramentas e processos de projeto, planejamento, organização, decisão e execução envolvidas nas atividades estratégicas e operacionais de desenvolvimento de novos produtos;
- f) Desenvolver um conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando em seus tópicos o planejamento estratégico e operacional;

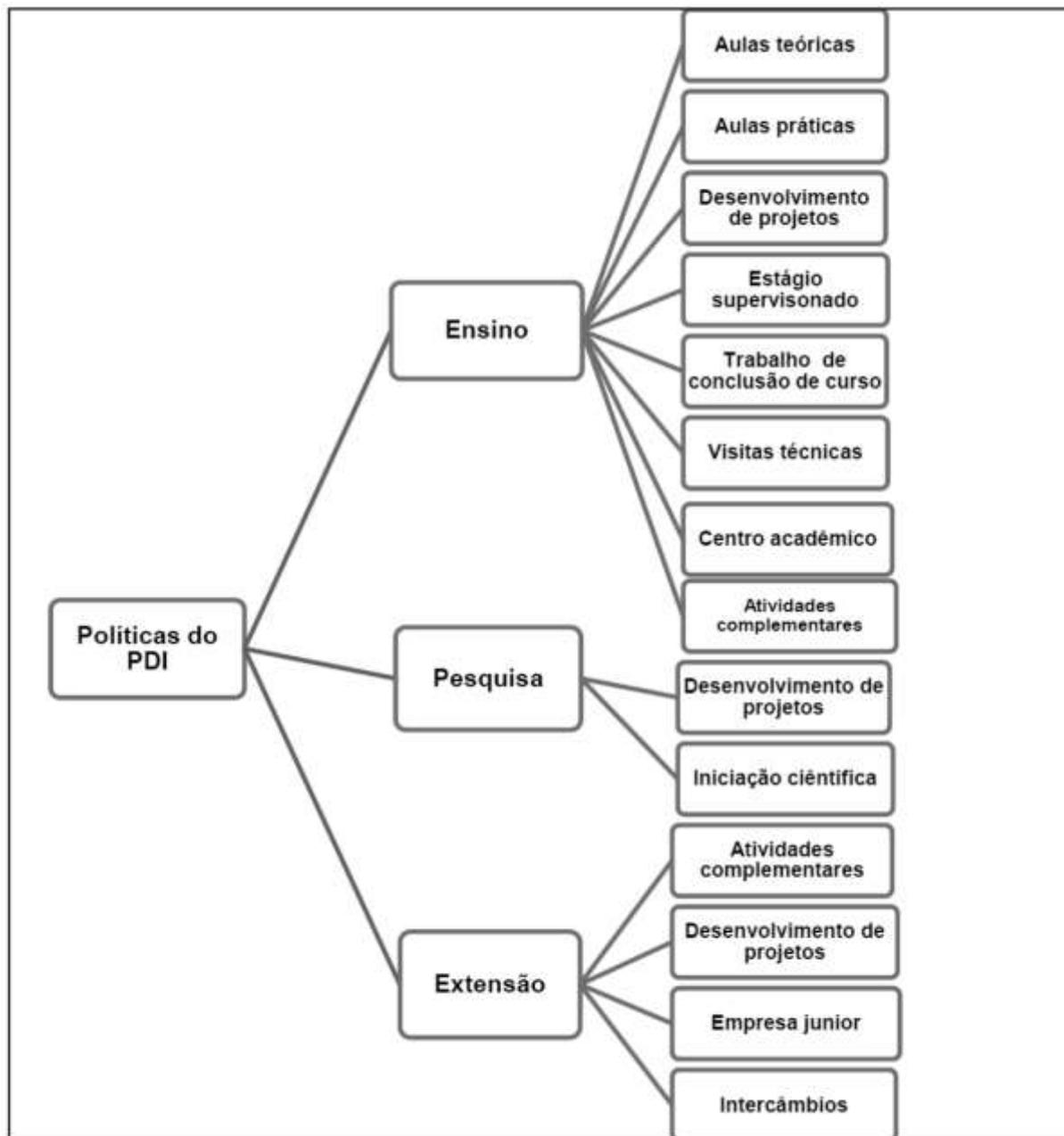
---

<sup>31</sup><http://www.utfpr.edu.br/cursos/coordenacoes/graduacao/ponta-grossa/pg-engenharia-de-producao/documentos/documentos-do-curso-de-engenharia-de-producao/ppe-ep-versao-final-1.pdf/view>. Acesso em ago. 2022.

- g) Formular, estimar e avaliar resultados econômico-financeiros para avaliar alternativas para a tomada de decisão;
- h) Projetar, aperfeiçoar, implantar e avaliar tarefas de sistemas de trabalho, produtos e ambientes e para fazê-los compatíveis com as necessidades, habilidades e capacidades das pessoas visando a melhor qualidade e produtividade, preservando a saúde e integridade física;
- i) Planejar e aprimorar a utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos diversos, da destinação e tratamento dos resíduos e efluentes destes sistemas, bem como da implantação de sistema de gestão ambiental e responsabilidade social.

Quanto às atividades de ensino-aprendizagem, em conformidade com o Projeto de Desenvolvimento Institucional (PDI), elas estão organizadas em atividade de ensino, pesquisa e extensão conforme ilustração da Figura 4.

Figura 4 – Atividades pedagógicas a serem desenvolvidos pelos acadêmicos.



Fonte: Ponta Grossa (2019).

Analisando a Figura 4, percebem-se algumas “vivências” de Ensino, Pesquisa e Extensão em que o acadêmico do referido curso irá percorrer. O Ensino, a Pesquisa e a Extensão são considerados um tripé do Ensino Superior e dará suporte para a boa formação do acadêmico.

Conforme consta na Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, a qual estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, no artigo 43 do capítulo IV, o qual trata da finalidade da educação superior, os cursos de nível superior devem:

[...] incentivar a criação cultural, o desenvolvimento científico, bem como o pensamento crítico e reflexivo; além disso, dispõe que é importante a apresentação do estímulo à **pesquisa** e à investigação científica, de maneira a desenvolver a ciência e a tecnologia; outrossim, informar, por intermédio do **ensino**, os problemas do mundo presente, desenvolvendo o conhecimento do homem e do meio em que ele vive, além dos conhecimentos culturais, técnicos e científicos que integram o patrimônio da humanidade; e, por fim, o artigo trata ainda da importância de se promover a **extensão**, contribuindo com a prestação de serviços especializados para a sociedade, instigando a participação da população e divulgando conquistas e benefícios gerados aos externos diante dos projetos realizados dentro da instituição, no tocante à ciência, cultura e tecnologia (OLIVEIRA; SANTOS, p. 17, 2022).

Dessa forma, fica claro o papel dos cursos de nível superior e a importância da vivência dos acadêmicos de modo que passe por diferentes percursos durante a graduação. E esse percurso deve considerar o tripé: o Ensino, a Pesquisa e a Extensão, exatamente como constam no PDI (Figura 4).

Oliveira e Santos (2022) ainda ressaltam que essa vivência será impactante para a formação profissional do Engenheiro de qualidade e, mais do que isso, destaca quanto à atenção para a formação de docentes. Visto que os docentes dos cursos de nível superior serão diretamente os responsáveis pelas “metodologias de ensino e são os responsáveis pela orientação dos alunos no tocante às pesquisas e aos projetos de extensão, com a intenção de formar mão de obra especializada para o mercado de trabalho” (OLIVEIRA, SANTOS, p. 17, 2022).

Outros autores como Mazzilli (2011), Chesani et. al. (2017), Guersola, Cirino e Steiner (2016) e Ferreira *et al.* (2019) também destacam essa necessidade e preocupação com a formação em nível superior do Engenheiro, considerando o tripé Ensino, Pesquisa e Extensão. Porém, todos concluem que há muito que se fazer quanto ao trabalho pedagógico desenvolvido nas Universidades para alcançar e efetivar de fato o desenvolvimento da formação desses profissionais.

Pensando na construção de possíveis soluções, esta Tese tem o propósito de contribuir com esta demanda a partir da disciplina de Estatística e Probabilidade presente na grade do curso superior de Engenharia da UTFPR, para tanto o texto seguinte traz algumas considerações sobre a Educação Estatística na formação do Engenheiro.

## 5.1 A educação estatística no ensino superior e a estatística na formação do engenheiro

São atuais a preocupação e o crescimento de pesquisas na área da Educação Estatística envolvidas em todos os níveis de ensino, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior. No Brasil, temos o Grupo de Trabalho (GT-12)<sup>32</sup>, criado em 2000, composto por pesquisadores ativos na área de Educação Estatística. O objetivo principal desse GT é se preocupar e agir quanto à compreensão do ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística, considerando aspectos cognitivos, afetivos, epistemológicos, além de se dedicar com a elaboração de materiais de apoio para a prática docente.

Essa preocupação do GT-12 pode auxiliar na definição da Educação Estatística como uma área de pesquisa, pois assim como a Educação Matemática está envolvida com o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, a Educação Estatística envolve-se com o processo de ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística, considerando os aspectos mencionados no parágrafo acima. Neste sentido, podemos afirmar que a Educação Estatística se difere da Educação Matemática apenas na questão do objeto de estudo (Probabilidade e Estatística e não Matemática).

Sobre essa proximidade da Educação Estatística com a Educação Matemática, Damini (2018) complementa que:

a Educação Estatística e a Educação Matemática em muitos momentos compartilham de teorias de aprendizagem ou aspectos metodológicos, no entanto, Estatística e Matemática se diferenciam na medida em que apresentam aspectos teóricos distintos. A Estatística busca produzir um pensamento e raciocínio crítico, com tomada de decisões a partir de situações que envolvem, por exemplo, erros, aleatoriedades, aproximação e estimação; enquanto a Matemática se preocupa com o cálculo, o determinismo e a exatidão. A Educação Estatística se caracteriza como uma área de pesquisa no qual seu interesse está voltado para o ensino e a aprendizagem de conceitos estatísticos e probabilísticos e que busca compreender o processo cognitivo e comportamental, dentre eles os conceitos, os procedimentos e as atitudes, desenvolvidas pelos alunos (p. 44).

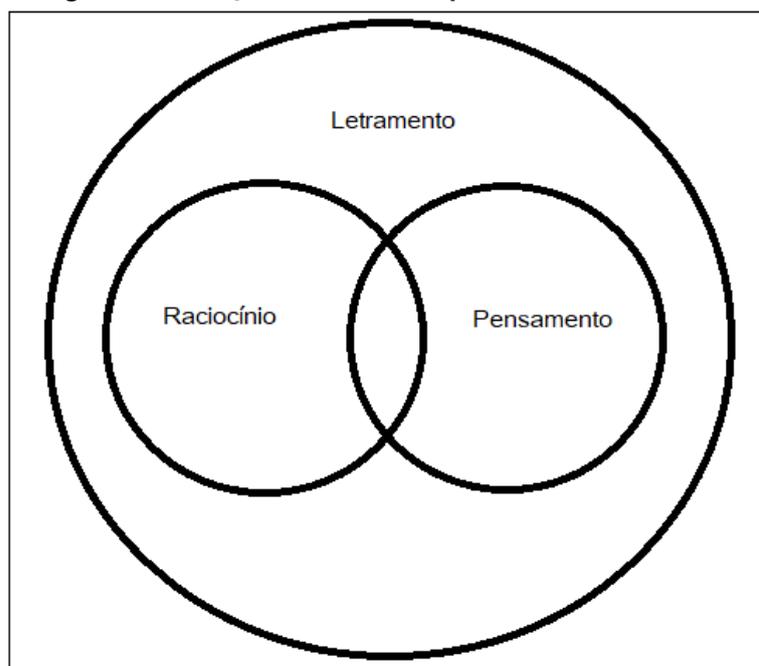
Concordando com Damini (2018), compreendemos a Educação Estatística como uma área de pesquisa interessada no processo de ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística, considerando todo o contexto educacional, pessoal, cultural e histórico envolvido, a qual visa à eficácia do desenvolvimento do Letramento, Pensamento e Raciocínio Estatístico.

---

<sup>32</sup> Grupo da Sociedade Brasileira da Educação Matemática (SBEM).

Os termos Letramento, Pensamento e Raciocínio Estatístico são compreendidos como competências estatísticas (PERIN & CAMPOS, 2020), e conforme a interpretação de Delmas (2002) relacionam-se entre si. A Figura 5 visa ilustrar a ligação dentre essas três competências.

**Figura 5 – Relação entre as competências estatísticas.**



Fonte: Adaptado de Delmas (2002, p.4).

O Raciocínio Estatístico está ligado à capacidade de compreensão conceitual da Estatística aplicada ou a ser aplicada aos dados. O Pensamento Estatístico refere-se à compreensão entre os dados e a situação concreta. Já o Letramento Estatístico, ilustrado na Figura 5 como a competência que inclui tanto o Raciocínio Estatístico quanto o Pensamento Estatístico, está relacionado à capacidade de leitura e interpretação dos dados, bem como avaliar se as informações conclusivas dos dados são coerentes (PERIN, CAMPOS, 2020).

Neste sentido, percebe-se a necessidade do desenvolvimento das competências Raciocínio Estatístico e Pensamento Estatístico para tornar-se Letrado Estatisticamente, pois para ler e interpretar dados estatísticos com clareza e avaliar o significado e coerência dos resultados é necessário compreender conceitos da estatística e como eles foram extraídos da situação real.

Concordando com tudo isso, Silva e Shimiguel (2014) argumentam sobre os objetivos das disciplinas de Estatística no Ensino Superior. Segundo os autores, há dois objetivos em comum entre todos os cursos de graduação que ofertam a disciplina de Estatística: 1) O

desenvolvimento do Letramento Estatístico (a competência abrangente no parágrafo anterior) e 2) O desenvolvimento de habilidades para a pesquisa científica.

Sobre a pesquisa científica, a disciplina de Probabilidade e Estatísticas ofertada nos cursos de graduação pode ser uma importante ferramenta como subsídio para tal. Pois para Ishikawa (2018), a disciplina de Probabilidade e Estatística tem como um dos objetivos promover:

o desenvolvimento de habilidades de pesquisa científica, uma vez que todos os alunos da graduação necessitam ter conhecimento sobre o uso do método científico, o que implica na capacidade de identificar as perguntas, coletar evidências (dados), descobrir e aplicar as ferramentas para interpretar os dados e apresentar os resultados (p. 22).

O Quadro 4, que trata do perfil e competências do Engenheiro, também esclarece sobre a importância de desenvolver habilidades de pesquisa. E Lampert (2008) reforça a Pesquisa Científica como um dos objetivos da Universidade, considerando sua importância também para todos os cursos do Ensino Superior.

Campos (2007) esclarece quanto aos conteúdos de Estatística ministrados nos cursos de graduação, que apesar de variarem de acordo com cada curso, considerando cada especificidade, a maioria das ementas trazem: medidas de tendência central e dispersão, gráficos, distribuições de frequência, teoria elementar de probabilidade e, em alguns casos, métodos de amostragem e inferência.

Observa-se que tais conteúdos podem ser aplicados a estudos e/ou desenvolvimento de projetos práticos que, posteriormente, ainda podem ser descritos em formato de pesquisas científicas relacionados com a prática do Engenheiro. Ou ainda já partirem de uma ação envolvida com a pesquisa científica relacionando os conteúdos teóricos com contexto da realidade de trabalho do Engenheiro.

Quanto à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Ponta Grossa, nos cursos de bacharelado e engenharias, a disciplina denominada Probabilidade e Estatística<sup>33</sup> é obrigatória para todos os cursos e possui carga horária de 60 (sessentas) horas

---

<sup>33</sup> É curioso comentar aqui que as disciplinas de Estatística do Ensino Superior levam na verdade o nome de Probabilidade e Estatística. Esse fato pode ser justificado por se entender que a Estatística precisa da Probabilidade e seus conceitos para se fazer compreender. Portanto, os dois termos caminham juntos muitas vezes de forma concomitante, direta ou indiretamente. Por exemplo, no simples fato de se obter um resultado de pesquisa que considera que 99% dos elementos são de característica  $x$ , é necessário compreender que ao escolher, aleatoriamente, um elemento dessa população é possível que ele não apresente a característica  $x$  conforme a teoria da Probabilidade.

distribuídas ao longo do semestre. O Quadro 5, representado na sequência, descreve em que período cada curso oferta a disciplina de Probabilidade e Estatística. Na maioria dos cursos, a disciplina de Probabilidade e Estatística é vista no 2º período.

**Quadro 5 – Cursos e Períodos em que é ofertada a disciplina de Probabilidade e Estatística**

<b>CURSO</b>	<b>PERÍODO</b>
Bacharelado em Ciência da Computação	2º
Engenharia de Produção	2º
Engenharia Mecânica	2º
Engenharia Elétrica	2º
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	3º
Engenharia Química	5º

**Fonte: UTFPR (2016).**

Sobre a importância da Estatística na formação do Engenheiro, Silva Junior e Lopes (2014) trazem contribuições importantes a partir de um estudo realizado com o objetivo de “investigar como se dá a formação estatística no curso de Engenharia de Produção”. O estudo foi aplicado especificamente em um curso de Engenharia de Produção e a principal percepção final que eles tiveram, após a aplicação da pesquisa, foi a necessidade de se articular a Estatística a outros componentes curriculares ao longo do curso.

Segundo Silva Junior e Lopes (2014), o conhecimento estatístico abordado na formação do Engenheiro de produção é apresentado de forma fragmentada, sem se relacionar com os demais conhecimentos e situações reais da área da engenharia. Isso é uma situação preocupante, considerando que:

na Engenharia de Produção, a Estatística tem grande importância para a atuação profissional. O ensino de Estatística deve, portanto, habilitar o aluno a participar ativamente na produção, interpretação e comunicação de dados. Isso será rotineiro em sua carreira, de forma que não deverá ser um simples apreciador passivo da produção estatística de terceiros. (SILVA JUNIOR; LOPES, 2014, p. 27)

Concordando com tal importância que Silva Junior e Lopes (2014) ressaltam quanto à Estatística para a formação do Engenheiro, o autor Evangelista (2015) afirma ser indiscutível a questão da Estatística inclusa na formação básica do Engenheiro. Pois se considera a Estatística como base necessária para uma boa formação e necessária para a compreensão dos processos que envolvem dados qualitativos.

Percebida a importância da Estatística na formação do Engenheiro, a grande questão está em definir a “metodologia mais adequada para o seu ensino, como integrar Estatística às demais disciplinas do curso e como os alunos podem se sentir seguros para utilizá-la em sua

vida profissional e em sociedade” (EVANGELISTA, 2015). Esse questionamento tem certas aproximações com a pergunta de partida desta Tese: “Qual caminho deve ser trilhado para o ensino de Probabilidade e Estatística para cursos de Engenharia que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação de um Engenheiro pesquisador?”.

Não discutiremos a fundo quanto à abordagem teórico-prática, pois já foi esclarecido que concordamos com a ideia da práxis pedagógica explicada por Fortuna (2016) de acordo com a pedagogia de Freire. Mas, neste texto, cabe esclarecer o que se entende por Engenheiro Pesquisador.

Considera-se que o Engenheiro, seja qual for sua especificidade (Engenheiro de Produção, Engenheiro Mecânico, Engenheiro Elétrico, Engenheiro Químico, entre outros), é um profissional que, com as constantes mudanças na sociedade, no mercado de trabalho e tantos avanços científicos (que não param) precisa estar em constante atualização. Destaca-se a importância do Engenheiro em se posicionar como ativo na pesquisa, ou seja, é preciso se tornar um Engenheiro Pesquisador.

Neste ponto, entende-se por Engenheiro Pesquisador um profissional que visa à prática da pesquisa como soluções para os problemas que surgem no seu trabalho cotidiano e/ou inovações para o mercado de trabalho, e ainda que, como consequência, poderá estar envolvido com o desenvolvimento da pesquisa científica, voltada para produção acadêmica, se relacionando inclusive com os programas de Mestrado e Doutorado.

Sobre essa conduta do Engenheiro Pesquisador, Silva e Cecílio (2007) acrescentam que:

essa nova conduta do mercado traz consigo reflexos para o processo de formação do profissional de engenharia, que cada vez mais é solicitado a atualizar-se e apresentar-se aberto à incorporação de inovações técnicas e científicas. Assim, na medida em que vêm ocorrendo essas mudanças, o Engenheiro precisa e tem como contribuir na formação, ainda na esfera acadêmica, de futuros profissionais que também irão sentir esses reflexos no dia-a-dia da sala de aula (SILVA; CECÍLIO, 2007, p. 62).

Os autores Silva e Cecílio (2007) destacam a necessidade do Engenheiro (já formado) “atualizar-se e apresentar-se aberto às inovações”, bem como a importância destes (Engenheiros já formados) contribuírem na formação acadêmica dos estudantes de engenharia. Assim, subentende-se a necessidade de desenvolver habilidades ligadas a essas ações, pois para os Engenheiros já formados efetuarem tais ações, é importante trabalhar o desenvolvimento de habilidades de pesquisa durante a formação. Silva e Cecílio (2007) ainda acrescentam que:

professores precisam reconhecer e pôr em prática uma concepção de aprendizagem mais estreitamente ligada à questão da formação profissional: como ensinar o aluno a pôr em prática os seus conhecimentos e, também, como adaptar a educação ao trabalho futuro, quando não se pode prever qual será a sua evolução. Aprender a fazer, a fim de adquirir não somente uma qualificação profissional, mas, de uma maneira mais ampla, competências que tornem a pessoa apta a enfrentar numerosas situações e a trabalhar em equipe (SILVA E CECÍLIO, 2007, p. 76).

Nos cursos de Engenharia ofertados na UTFPR – Campus de Ponta Grossa, é possível perceber uma provável preocupação com a formação do Engenheiro Pesquisador considerando a fala de Silva e Cecílio (2007) sobre “ensinar o aluno a pôr em prática seus conhecimentos” e “adaptar a educação ao trabalho futuro”, ou ainda sobre tornar o aluno apto a enfrentar situações reais e a trabalhar em equipe visto que o Campus oferta uma disciplina denominada Engineering Design Process (EDP).

Essa disciplina de EDP possui uma proposta diferente das demais disciplinas dos cursos da UTFPR. É ofertada no 8º semestre de todos os cursos do Campus de Ponta Grossa, e abre 10 vagas por curso a cada semestre<sup>34</sup>.

A disciplina de EDP possui uma proposta de Metodologia Ativa, com características de Ensino Híbrido e RBIS. Ensino Híbrido porque é ofertada na modalidade semipresencial, com projeto de uma plataforma virtual específica para a disciplina<sup>35</sup>, RBIS por estar envolvida diretamente com projetos, situações reais, e resolução de problemas. A ideia geral da disciplina conforme sua ementa (Anexo C) é trabalhar com “resolução de problemas oriundos das empresas e sociedade”.

A disciplina não possui conteúdos a serem cumpridos, pois os alunos matriculados trabalham na busca por problemas diferentes e reais a cada semestre. Inclusive, se um mesmo aluno cursar a disciplina mais de um semestre, as abordagens estudadas nunca serão as mesmas, talvez no máximo algumas aproximações de conhecimento e aplicações.

Para a primeira “aula”, os alunos já são organizados em grupos conforme o número de problemas a serem resolvidos, de modo que cada grupo fique com a responsabilidade de elaborar um projeto para solucionar um problema. Os problemas são reais e apresentados pelos profissionais das indústrias da região.

---

<sup>34</sup> Essas informações são referentes ao ano em que a pesquisadora acompanhou a disciplina (2018). Hoje há algumas mudanças, como por exemplo a disciplina oferta vagas intercampus.

<sup>35</sup> Durante os semestres em que a pesquisadora acompanhou a disciplina de EDP a plataforma específica ainda não estava pronta, porém o projeto já estava em fase final. Como alternativa o professor utilizava grupos do *WhatsApp* e reuniões virtuais com os recursos da *Google*.

Algumas instituições apresentam mais de um problema para os alunos trabalharem, o que possibilita a formação de mais grupos. Quem faz toda essa mediação antes do início do semestre, filtragem dos problemas apresentados e contato com as indústrias, fábricas ou empresas é o professor responsável pela disciplina, ele também organiza a divisão dos grupos de acordo com o curso dos alunos e problema a ser resolvido. Por exemplo: se o professor percebe que a situação problema apresentada por uma indústria exige competências mais específicas de Engenheiros Mecânicos, o professor procura colocar ao menos um ou dois alunos do curso de engenharia mecânica, e diversifica o restante do grupo com os alunos dos demais cursos de modo a criar um grupo multidisciplinar.

As “aulas” da disciplina são na verdade reuniões em que a partir das apresentações dos problemas passam a acontecer entre os grupos nos seguintes formatos: a) reuniões entre o professor da disciplina e alunos do grupo; b) reuniões apenas entre os alunos do grupo; c) reuniões entre alunos do grupo ou somente líder do grupo e funcionário (s) representante (s) da empresa.

As reuniões do tipo (a) e (b) podem acontecer nas dependências da Universidade ou em modo virtual, as reuniões do tipo (c) podem acontecer na Universidade, ou em modo virtual ou inclusive nas dependências do estabelecimento originário do problema.

É normal que professor e alunos necessitem de orientações específicas de professores de outras disciplinas ou até mesmo alunos monitores que possam contribuir com o conhecimento necessário para solucionar o problema.

A avaliação da aprendizagem é realizada pelo professor, pelos próprios alunos e também pelos funcionários que recebem e avaliam o projeto final proposto como solução. O modelo de avaliação não estava completamente fundamentado e bem delineado durante o acompanhamento da pesquisadora, porém era notória a preocupação do professor responsável da disciplina em deixar o processo avaliativo cada vez mais sistemático, organizado e acoplado a plataforma em fase de projeto.

Esclarecer sobre a disciplina de EDP faz-se importante nesta pesquisa, devido a sua relação com o tema em estudo e considerando que a mesma está inclusa em uma das etapas da pesquisa.

## 5.2 O ensino de estatística na formação de engenheiros: um cenário das pesquisas brasileiras

É interessante questionar e perceber que o foco do referencial teórico desta tese, apresentado até aqui, foi realizado considerando o cenário internacional, e os resultados foram apresentados no capítulo 3. Por isso, neste ponto do texto, é importante apresentar o que tem sido pesquisado especificamente no Brasil sobre o Ensino de Estatística na formação de Engenheiros.

O catálogo de teses e dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) é um local para buscas de todas as teses e dissertações já defendidas no país. A busca pode ser realizada por palavras-chaves para melhor delinear os resultados que se procura.

Para essa busca, algumas combinações de palavras foram testadas, porém os resultados encontrados estavam fora da temática. As palavras-chaves que resultaram em trabalhos relacionados com o tema foram: “Estatística” AND “Engenheiro” AND “Ensino Superior”<sup>36</sup>.

Entretanto, com essa combinação foi encontrado apenas um trabalho intitulado “Ensino de Estatística na Formação inicial do Engenheiro de Produção”. O trabalho é de autoria de Gerando Bull da Silva Junior e refere-se a uma tese defendida em 2014 no Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul, em São Paulo.

A tese de Silva (2014) foi construída a partir de uma pesquisa qualitativa e interpretativa aplicada na Instituição Federal de Ensino da Grande Vitória, Espírito Santo no segundo semestre de 2013 e primeiro semestre de 2014. O objetivo de Silva (2014) foi investigar como se dá a formação estatística de estudantes de um Curso Superior na área de Engenharia de Produção.

A investigação contou com a participação de cinco acadêmicos e a professora da disciplina de Estatística da turma. Os dados foram coletados por meio de depoimentos e analisados a partir da Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (2011).

Os resultados encontrados mostraram que a formação em Estatística da turma pesquisada acontece, a princípio, de forma tradicional, como uso de Tecnologias da Informação e Comunicação, porém apoiada na resolução repetitiva de exercícios de

---

<sup>36</sup> O operador booleano “AND” foi utilizado para que os resultados fossem relacionados com a três palavras definidas.

semirrealidades. Mas, o principal ponto observado nos dados é que o conhecimento estatístico é visto de forma fragmentada. Para Silva (2014), o ensino de Estatística deve “articular a compreensão dos conceitos com aplicações em situações reais, objetivando romper o isolamento entre a Academia, o mercado de trabalho e o mundo fora do ambiente da indústria” (p. 181).

Silva (2014) também percebeu que “falta perspectiva de articular saberes das outras disciplinas em relação à Estatística mostrando, desde o início, que este conhecimento tem vasta aplicabilidade”. Consequentemente, os conhecimentos e aplicações não são abordados de forma interligada, desconsiderando a abordagem teórico-prática. Além do distanciamento das disciplinas entre si, prevalecendo a ideia de um curso fragmentado.

Silva (2014) também destaca a necessidade de trabalhar a compreensão dos conceitos estatísticos e não concentrar as aulas somente nas fórmulas. A professora investigada na pesquisa “nos lembrou que estamos em uma era na qual tudo é medido com objetivo de obter dados, usados na geração de informações sobre comportamentos, doenças, educação ou qualquer fato que se queira conhecer”. Ou seja, a Estatística assume um papel de instrumento de investigação do mundo e precisa ser considerada neste contexto na formação de Engenheiros.

As conclusões finais de Silva (2014) apontaram para “a necessidade de buscar novas perspectivas para o professor trabalhar o conhecimento estatístico” (p. 183). Neste sentido, percebe-se que essa pesquisa, encontrada no catálogo de teses e dissertações, acaba apontando a importância e necessidade de novas pesquisas que se envolvam com metodologias, propostas pedagógicas, discussões, reflexões, materiais didáticos, caminhos e possibilidades para o ensino de Estatística na formação de Engenheiros.

Contudo, agora com mais motivação quanto à importância desta pesquisa, o próximo tópico inicia as discussões sobre a análise dos dados.

## 6 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados coletados possuem dois cenários de origem diferentes: Sala de Aula de Probabilidade e Estatística e Reuniões particulares com um grupo de alunos voluntários que compõe a disciplina de Probabilidade e Estatística e participam de forma voluntária da disciplina de EDP. Cada uma dessas origens de dados foi codificada, respectivamente, com os números 1 e 2 conforme Quadro 6 abaixo.

**Quadro 6 – Cenários da coleta de dados**

CENÁRIOS	CODIFICAÇÃO
Sala de Aula de Probabilidade e Estatística	1.
Reuniões particulares com um grupo de alunos voluntários que compõe a disciplina de Probabilidade e Estatística e participam de forma voluntária da disciplina de EDP	2.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Entre as fontes de coleta há o “Diário de campo”; “atas de reuniões”, e devido a necessidade que os alunos sentiram de criar um grupo de “*WhatsApp*”, as mensagens trocadas por lá também foram coletadas.

O diário de campo consiste em registros anotados pela própria pesquisadora no cenário I e II. As atas de reuniões são documentos escritos também pela pesquisadora ou pelos acadêmicos enquanto participavam da disciplina de EDP. E as mensagens do *WhatsApp* são todas as mensagens trocadas entre alunos e pesquisadora que participaram das atividades do cenário 2.

Devido ao processo de desconstrução possibilitado pela Análise Textual Discursiva, os dados serão chamados a partir de agora de excertos e, para melhor tratá-los, a codificação a seguir será utilizada (Quadro 7):

**Quadro 7 – Codificação e descrição dos dados**

CODIFICAÇÃO DO EXCERTO	DESCRIÇÃO
DC1	Excerto do Diário de campo do cenário I.
DC2	Excerto do Diário de campo do cenário II.
A2	Excerto da Ata registrado pela pesquisadora ou acadêmico no cenário II.
W2	Excerto de conversa de WhatsApp (W2) do cenário II.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Deste modo, como exemplo de codificação completo de um excerto, pode-se citar: DC1\_L14 (Excerto do diário de campo do cenário, encontrado na 14ª Linha<sup>37</sup>) seguidos da classificação Categoria e Unidade nas quais o excerto pertence.

Após a leitura e análise dos dados, o processo de desconstrução oportunizou a verificação dos excertos e construção das relações entre as unidades de análise organizadas em categorias. O Quadro 8 representa as Categorias e Unidades que compõem a análise dos dados.

**Quadro 8 – Categorias e unidades identificadas**

CATEGORIA	UNIDADES E DESCRIÇÃO
C1 – A abordagem teórico-prática.	U1 – Valorização da práxis pedagógica teórico-prática como benefício para a formação do Engenheiro.  Foram classificados em C1.U1 os excertos que demonstraram uma valorização, por parte dos acadêmicos, da práxis pedagógica teoria e prática voltada para a formação profissional do Engenheiro.
	U2 - Valorização da práxis pedagógica teoria e prática como facilitadora da aprendizagem.  Foram classificados em C1.U2 os excertos que demonstram uma valorização, por parte dos acadêmicos, da práxis pedagógica teoria e prática como facilitadora da aprendizagem.
	U3 – Valorização da práxis pedagógica teoria e prática como facilitadora do ensino.  Os excertos inclusos na C1.U3 tratam dos excertos que indicam a práxis pedagógica teoria e prática como facilitadora do ensino, pois se faz perceber uma vantagem para o professor que ensina o conteúdo devido ao maior engajamento dos acadêmicos.
C2 – Uso de <i>softwares</i>	U1 – Valorização e/ou necessidade do uso de <i>softwares</i> para simulação e facilitação para análise dos dados.  Foram classificados em C2.U1 os excertos que valorizam e/ou indicam a necessidade do uso de softwares como <i>minitab</i> e <i>excel</i> para simular algum comportamento dos dados ou facilitar a análise dos dados estatísticos.
	U2 - Valorização e/ou necessidade do uso de <i>softwares</i> para viabilizar oportunidades de comunicação além da sala de aula.  Foram classificados em C2.U2 os excertos que valorizam e/ou indicam a necessidade do uso de recursos tecnológicos para viabilizar a comunicação entre alunos e alunos e alunos e professor em momentos além da sala de aula presencial.
C3 – Metodologias Ativas	U1 – Valorização de características de metodologias ativas na abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística considerando a condição ativa do acadêmico.

<sup>37</sup> Todos os dados foram organizados de forma que pudéssemos numerar as linhas de cada material.

	<p>Foram classificados em C3.U1 os excertos que valorizam características de metodologias ativas na abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística tornando o aluno ativo durante a aprendizagem.</p>
	<p>U2 – Valorização de característica de metodologias ativas na abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística considerando o trabalho cooperativo.</p> <p>Foram classificados em C3.U2 os excertos que valorizam características de metodologias ativas na abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística com ênfase na aprendizagem cooperativa entre os acadêmicos.</p>
C4 – Letramento Estatístico	<p>U1 – Valorização da pesquisa científica como oportunidade para o ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística.</p> <p>Foram classificados em C4.U2 os excertos que utilizam a pesquisa científica como oportunidade para o ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística. O contato com a pesquisa científica foi identificado como caminho possível para efetivação do ensino e aprendizagem do acadêmico.</p>
	<p>U2 – Uma abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística que considera o desenvolvimento das competências estatísticas.</p> <p>Foram classificados em C4.U2 os excertos que valorizam a abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística que se preocupa com o desenvolvimento das competências estatísticas, principalmente o letramento estatístico.</p>

**Fonte: Autoria própria (2022).**

A Categoria 1 agrupa as unidades de análise que mostram indícios da valorização da práxis pedagógica teórico-prática. Dentre as valorizações, percebem-se alguns excertos relacionados com a própria formação do Engenheiro, mostrando ser uma vantagem, indicando ser uma contribuição. Nesta categoria, há também excertos envolvidos com a aprendizagem dos acadêmicos, os quais indicam ser facilitadores para tal processo. Outros excertos relacionados com o ensino também foram percebidos, os quais mostram a presença da práxis pedagógica teórico-prática como facilitadora para o processo de ensino, considerado como uma vantagem para o professor.

Assim, foram relacionadas três unidades de análise diferentes para a Categoria 1. As Unidades 2 e 3 desta Categoria, respectivamente relacionados com a aprendizagem e com o ensino, foram tratadas separadas, pois a percepção na análise dos dados foi que nos momentos em que se identificou relação com o ensino, não havia como confirmar a efetivação da aprendizagem, e vice e versa.

A Categoria 2 agrupa duas unidades de análise que se envolvem com os recursos tecnológicos. A primeira unidade desta Categoria organiza os excertos que percebem a necessidade do uso de recursos tecnológicos para simular, analisar ou até mesmo tratar dados

estatísticos. Os recursos que foram identificados necessários para essas situações foram o *minitab* e *excel*.

A unidade 2 da Categoria 2 também trata da valorização dos recursos tecnológicos, porém como oportunidade de comunicação além da sala de aula física, pois foram meios que tornaram possível momentos de comunicação entre acadêmico-acadêmicos, professor-acadêmicos e acadêmicos-professor.

Na Categoria 3, reuniram-se duas unidades de análise que se aproximam entre si considerando características gerais de algumas Metodologias Ativas. A unidade 1 reúne os excertos que valorizam a condição ativa do acadêmico durante o processo de ensino de Probabilidade e Estatística. Esta condição de manter o acadêmico no centro do processo, tornando o participativo, ou seja, ativo para efetivação da aprendizagem, é uma característica própria das Metodologias Ativas.

Nos dados analisados, observou-se também situações de atividades realizadas em cooperação, o que foi percebido como valorizado, e por ser outra característica de algumas Metodologias Ativas ficou enquadrada na Categoria 3 como unidade 2.

Na Categoria 4, duas unidades de análise foram identificadas. Esta Categoria condiz com situações de desenvolvimento da competência estatística determinada como Letramento Estatístico. Relembrando o que afirma Perin e Campos (2020), o Letramento Estatístico vai ao encontro da capacidade de leitura e interpretação dos dados, além de avaliar se a conclusão referente aos dados é coerente.

Neste sentido, fazem parte da Categoria 4 duas unidades de análise, a primeira se envolve com o uso da pesquisa científica como oportunidade para o ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística, pois na análise dos dados desta Tese se envolve com escrita, leitura, planejamento de pesquisa quantitativa e análise dos dados. A unidade 2 da Categoria 3 também se envolve com as competências estatísticas, porém de um modo mais geral e sem necessitar do desenvolvimento da pesquisa científica.

Na intenção de ilustrar a Análise Textual Discursiva, realizada sobre os dados coletados, a seguir apresentam-se os excertos categorizados na C1 que efetivaram a existência da U1:

“[...] *Duas alunas argumentaram que é complicado estudar para a prova, no sentido de ser uma tarefa “chata”, pois eles não enxergam tanta necessidade e aplicação diante da realidade do curso [...]*” (DC1\_L358\_C1\_U1). Esse excerto mostra uma ausência da práxis pedagógica teórico-prática a qual interpretamos aparentemente que estas acadêmicas consideram como algo de valor, mesmo que de forma indireta. Essa interpretação foi

percebida na medida em que se observou que se a abordagem teórico-prática tivesse se demonstrado presente para elas, o estudar para a prova não seria algo “chato”, tendo em vista que elas vivenciariam a teoria e prática de forma inseparável, dando sentido ao que se estuda.

Fortuna (2016) esclareceu que a teoria e prática não podem ser vistos como duas coisas separadas, mesmo que a ideia seja uni-las posteriormente. Para Fortuna (2016), na mesma concepção de Paulo Freire, a abordagem teórico-prática é algo inseparável que se inter-relacionam durante todo o processo de ensino e aprendizagem.

Outro exemplo de excerto desta unidade pode ser verificado em “*A aluna Nariane<sup>38</sup> me procurou antes do início da aula para saber se a questão do máximo e mínimo do problema da Fábrica X<sup>39</sup> tem relação com o intervalo de confiança que eles viram na aula. Isso demonstrou que ela tem interesse em saber as respostas para suas perguntas, que ela tem dúvidas, e quer saber a relação dos conteúdos teóricos da aula com as aplicações que está estudando*” (DC1\_L390\_C1\_U1).

Verifica-se nesse excerto um envolvimento espontâneo da acadêmica quanto à inter-relação teórico-prático. Isso tornou a aula participativa, interessada na aula. Outros excertos como os citados abaixo também nos leva a mesma conclusão:

“*A aluna Nariane, antes desta reunião, já havia conseguido participar de reuniões de vários grupos da disciplina de EDP e fez uma fala para os demais mencionando o quanto está se sentindo motivada e interessada nos projetos. Ela apontou, como benefício para todos, o fato de poderem se integrar a uma disciplina disponível apenas aos alunos do 7º período, enquanto eles ainda estão matriculados no 2º. Com a explicação e argumentos da Nariane, os alunos viram que a participação deles proporciona conhecer os processos das empresas e isso os coloca a frente como futuros profissionais. Os alunos Gustavo, Vanessa e Eliana demonstraram motivação e entusiasmo, principalmente após passarmos (Nariane e eu) o que já tínhamos de informações dos grupos de EDP*” (DC1\_L27\_C1\_U1).

A unidade 2, da Categoria 1, que reúne os excertos que valorizam a abordagem teórico-prática como facilitadora da aprendizagem pode ser representada pelos seguintes excertos: “*O aluno Aislan respondeu que era o cozido. (A resposta estava certa)*” (DC1\_L513\_C1\_U2). Neste excerto, o aluno interagiu durante a aula de Probabilidade e Estatística e respondeu corretamente à solução para uma situação problema em que o professor da disciplina de Probabilidade e Estatística levou para a sala de aula. A situação era

---

<sup>38</sup> Todos os nomes foram alterados para a respeitar a participação dos envolvidos na pesquisa.

<sup>39</sup> Todos os nomes reais das empresas participativas da disciplina de EDP foram alterados para manter os sigilos dos dados.

um problema real apresentado pela Empresa Y, o que oportunizou a inter-relação dos conteúdos (teórico-prática) e demonstrou ter contribuído com a aprendizagem acadêmica, já que o acadêmico respondeu corretamente.

Vale ressaltar que, durante as aulas de Probabilidade e Estatística, de um modo geral, enquanto o professor não levava os problemas reais, e sim trabalhava com situações apresentadas pelo livro didático (na maioria dos casos situações distantes do Engenheiro de Produção), os acadêmicos mantinham-se mais apáticos, com pouca participação de perguntas e respostas.

No excerto extraído de uma Ata: *“O aluno Marcos procurou por Carol para auxiliar na análise dos dados referente ao experimento que fizeram na UTFPR”*. (A2\_Y\_L4\_C1\_U2) percebe-se uma motivação de um acadêmico em ir atrás do próprio conhecimento, o qual interpretamos também como valorização da abordagem teórico-prática para a aprendizagem.

Outro excerto que remete a essa valorização pode ser verificado em: *“achei e e entendi”* (W2\_L2563\_C1\_U2), pois refere-se à escrita do acadêmico Gustavo no grupo do WhatsApp do cenário 2 quando ele se refere a uma resposta que encontrou e entendeu a respeito de uma situação prática que estava analisando.

No excerto: *“O rendimento (conforme experiência do professor) dos alunos será melhor na 2ª avaliação. (A 2ª parte é mais aplicada, talvez deveria então ser a mais difícil, porém os alunos se dão melhor)”* (DC1\_L18\_C1\_U2), essa fala foi dita pelo professor da disciplina de Probabilidade e Estatística e registrada no Diário de Campo do cenário 1, e mostra que o próprio docente percebe uma melhora da aprendizagem de seus alunos quando a teoria é vista em conjunto com a prática.

A Unidade 3 da Categoria 1 foi concretizada por conta da presença de excertos que identificaram participação dos acadêmicos durante as aulas. Percebeu-se que todos os momentos que havia interação na aula eram momentos que se observava uma abordagem teórico-prática. Geralmente, a participação era percebida por meio de perguntas que os acadêmicos faziam, demonstrando interesse no conteúdo como está ilustrado nos excertos abaixo:

*“Uma aluna questionou: para eu fazer um teste eu não tenho que ter certeza que minha amostra é totalmente aleatória?”* (DC1\_L448\_C1\_U3); *“Eliana participou desta aula com argumentação, interagindo com o Professor (Aislan também)”* (DC1\_L180\_C1\_U3); *“Pergunta da Eliana: Como eu defino o tamanho da amostra?”* (DC1\_L193\_C1\_U3); *“Com esse exemplo prático, os alunos estavam mais atentos na aula, de um modo geral...”* (DC1\_L280\_C1\_U3).

Vale destacar que os excertos que melhor representam essa unidade são do Diário de Campo 1, pois é o momento em que se refere aos registros feitos pela pesquisadora durante a aula da disciplina de Probabilidade e Estatística e foi o momento mais propício para perceber situações quanto à valorização da abordagem teórico-prática para o ensino. Quando um aluno participa de forma ativa, faz perguntas e interage com o docente é mais vantajoso para o desenvolvimento das atividades de ensino, tanto que em alguns casos o docente inclusive comemorou a interação dos acadêmicos como nos excertos seguintes:

*“Um aluno (Danilo) perguntou: Mas e em caso de pesquisas eleitorais que são mais de dois candidatos (como fica o caso do sucesso e fracasso)? O Professor comemorou essa pergunta e explicou que é feito o sucesso de um e a soma dois demais será o fracasso. Mas será necessário calcular o sucesso de cada um. O planejamento é o mesmo”.* (DC1\_L348\_C1\_U3); *“A aluna Vanessa comentou sobre o experimento foi feito errado a princípio, pois o grupo queria encontrar uma função matemática que se descreve uma relação entre as amostras (cru e cozido). O professor gesticulou que gostou do comentário da Julia e disse que iria explicar isso”.* (DC1\_L536\_C1\_U3);

Esses resultados percebidos na Categoria 1 estão de acordo com Ishikawa (2018) e Oliveira Junior e Araújo (2018), pois esses autores já perceberam que os acadêmicos se interessam mais nas aulas quando há abordagem teórico-prática (ISHIKAWA, 2018) e que a aprendizagem é efetivada de forma mais fácil quando os alunos estudam situações realistas (OLIVEIRA JUNIOR; ARAÚJO, 2018). Porém, com a organização das unidades de análise, percebeu-se que a abordagem teórico-prática é valorizada para situações de ensino, aprendizagem e de formação profissional para o Engenheiro.

Já a Categoria 2, que traz excertos sobre a valorização (e/ou necessidade) do uso de recursos tecnológicos para simulação e facilitação para análise dos dados estatísticos, ou para oportunizar a comunicação entre acadêmicos-acadêmicos e acadêmicos-professor além da sala de aula. E essa categoria foi efetivada pelos excertos relacionados com essas duas funções respectivamente.

Neste sentido, como exemplos da Unidade 1, Categoria 2, temos os excertos: *“O experimento ocorreu, mas os alunos não foram aumentando a quantidade de macarrão (ver dados - planilha do excel)[...]”* (A2\_Y\_L4\_C2\_U1); *“[...] O professor abriu o minitab e transferiu os dados para lá [...]”* (DC1\_L542\_C2\_U1); *“Gabriel UTFPR: tô tentando entender como usar o Minitab”* (W2\_L23033\_C2\_U1).

Os três excertos escolhidos para representar essa Unidade apontam para o uso de recursos tecnológicos para análise e tratamento dos dados, sendo percebido como necessário

no caso dos conteúdos da disciplina de Probabilidade e Estatística. Em (A2\_Y\_L4\_C2\_U1) percebe-se que foi registrado na Ata de reuniões sobre a situação problema da Empresa Y em que o uso do *excel* foi necessário e valorizado como recurso para analisar os dados. No excerto (DC1\_L542\_C2\_U1), o professor faz uso do recurso *minitab* para lecionar durante a aula, e em (W2\_L23033\_C2\_U1) um acadêmico também optou pelo *minitab* para trabalhar com seus dados estatísticos.

O *excel* e o *minitab* são conhecidos como softwares possíveis para trabalhar com dados estatísticos para fazer análises e simular situações, e esse tipo de simulação está previsto nas competências gerais do Engenheiro (BRASIL, 2019). Por isso, excertos desse tipo foram observados como indícios de valorização desses softwares e que vão de encontro com o desenvolvimento das competências do profissional que se deseja formar.

Embora de forma breve, também apareceram outros softwares como *Matlab*, *Mapple*, *Software R* e *Statistica*: [...] “Materiais que podem ser usados: Calculadora, Excel, Matlab, Mapple, Statística, Minitab, Software R.” (DC1\_L22\_C2\_U1), além do hardware Calculadora. Neste registro, foi anotada a fala do professor da disciplina de Probabilidade e Estatística quanto aos recursos que poderiam ser utilizados para os estudos durante o semestre.

Na Unidade 2 da Categoria 2 consta os excertos que demonstram o uso de softwares como *Whatsapp*, *Google Meet (Hangouts)* e *Google Drive*, como oportunidades de comunicação além da sala de aula: Em: “Carol faremos a reunião por Skype? Pensei em fazer no hangouts e eu mando o link aqui já já [...]” (W2\_L1152\_C2\_U2); “Pegaram meu número de celular para incluir no grupo e me avisarem das reuniões na UTFPR” (A2\_L2\_C2\_U2); “Galerinha já q tava de bobeira e a gente acabou por não fazer nada, criei uma pasta no drive e compartilhei com vcs, lá já coloquei umas coisas mas estão incompletas, e criei um questionário que está incompleto também pq não sei fazer direito kkk, mas peço q todos olhem e escrevam o que queiram para q possamos conversar” (W2\_L1058\_C2\_U2).

Nesses excertos, percebe-se a utilização de softwares para ampliar e possibilitar a comunicação. Observou-se que apenas os momentos presenciais em sala de aula não eram o suficiente para manter a comunicação e troca de materiais. É necessário oportunizar outros momentos, além de ser algo inevitável. Brahim e Sarirete (2015) já haviam percebido essa necessidade dos estudantes, eles se comunicam por meios não presenciais.

Na Categoria 3, que valoriza algumas características de Metodologias Ativas, reúnem-se 2 Unidades de análise, a primeira voltada a condição ativa do acadêmico e a

segunda para o trabalho cooperativo durante o processo de ensino e aprendizagem. Podem ilustrar a Unidade 1 da Categoria 3 com os seguintes excertos: “*Nesta aula houve uma maior interação dos alunos: \_O que pode ter influenciado? Possível resposta: Eles terem ficado duas aulas estudando e resolvendo exercícios sem professor em sala?*” (DC1\_L156\_C3\_U1). Neste excerto observa características da Sala de Aula Invertida, que conforme defende Valente (2018) e Comerford *et al.* (2018) pode ser um caminho para o desenvolvimento da autonomia do acadêmico, tornando o ativo durante todo o processo.

Porém, o excerto aponta para uma suposta situação, o qual é cabível uma reflexão, além de que não há na íntegra a implementação da Sala de Aula Invertida, apenas uma estratégia diferente foi utilizada em sala. O excerto: “*O professor enviou outro e-mail com atividades para os alunos fazerem em casa. E na próxima semana apenas trazerem as dúvidas*” (DC1\_L689\_C3\_U1) também mostra que ocorreu uma prática parecida com a do excerto anterior, o que mostra indícios de valorização de ambas as situações, visto que foi uma repetição de intenções de propostas pedagógicas parecidas em momentos diferentes: convidar o aluno a estudar e consultar o material antes da aula propriamente dita.

O seguinte excerto pode complementar essa discussão quando observamos o comportamento de uma acadêmica: “*Uma das alunas (Vanessa) comentou sobre o fato de alguns professores da UTFPR acreditarem que os alunos aprendem sozinhos, ela comentou que isso é complicado. Ela disse que algumas aulas de Probabilidade e Estatística aconteceram isso, e ela não concorda que assim o aluno aprende. Disse que disponibilizar material com a teoria para o aluno ler não será efetivada a aprendizagem, segundo ela é preciso que o “professor dê a aula”.*” (DC2\_L128\_C3\_U1). É interessante perceber que o argumento da acadêmica tem sentido, e que a metodologia Sala de Aula Invertida concorda com isso.

A proposta da Sala de Aula Invertida não condiz com simplesmente permitir que o aluno consulte um material de estudo sozinho, estude e aprenda. Não, na verdade, o acadêmico apenas terá um contato inicial para uma preparação prévia para a aula com o professor posteriormente. A ideia da Sala de Aula Invertida não é poupar o docente de lecionar.

Na Unidade 2 desta mesma Categoria, há os seguintes excertos que melhor representam a questão do trabalho cooperativo, no qual se observa que em vários momentos os acadêmicos preferem trabalhar de forma cooperativa (em grupos): “[...] “*as conclusões chegamos juntos*” (W2\_L167\_C3\_U2); “*Pq eu pensei que decidiriam essas 4 coisas juntos*” (W2\_L1008\_C3\_U2); “*Como a Vanessa disse precisamos ser organizados se quisermos*

*terminar a tempo, então acho que nessa reunião juntos nós podíamos estabelecer alguns prazos para assim não nos perdermos no tempo, oq acham?”* ((W2\_L1036\_C3\_U2).

É notório que nesses excertos, todos extraídos da conversa do *WhatsApp*, visto que é o local em que geralmente os acadêmicos mais expõem opiniões de forma instantânea, houve várias falas quanto ao trabalho em grupo. Esse tipo de trabalho é considerado muito válido por autores como Sumtsova *et al.* (2018), pois para eles “a aprendizagem ocorre no processo de comunicação” (p. 161).

Vale esclarecer que a unidade faz uso do termo Aprendizagem Cooperativa e não Colaborativa apenas por considerar a definição de Borrego *et al.* (2013) que diferenciando os dois termos apenas pelo método avaliativo, em que o último possibilita momentos de avaliação individual. E como é o que tem acontecido na disciplina de Probabilidade Estatística, consideramos o termo cooperativo.

A última Categoria da Análise, Categoria 4, denominada Letramento Estatístico, também contempla duas Unidades de Análise. A Unidade 1 reúne os excertos que utilizam a pesquisa científica como oportunidade para o ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística, além de oportunizar o Letramento Estatístico; e os excertos da Unidade 2 destacam o desenvolvimento do Letramento Estatístico em outras oportunidades de ensino e aprendizagem.

Delmas (2002), Damin (2018) e Perin e Campos (2020) são alguns dos autores que ressaltam a importância de desenvolver competências como o Letramento Estatístico. Conforme já dito, o Letramento Estatístico condiz com a capacidade de leitura e interpretação dos dados e permite que o acadêmico avalie se a conclusão extraída dos dados é coerente. Neste sentido, e ainda ao encontro com as competências do Engenheiro, é primordial que isso seja trabalhado na formação do acadêmico dentro da disciplina de Probabilidade e Estatística.

Para ilustrar a Unidade 1 podemos citar: “ [...] *ideia do artigo é investigar se 50% ou mais dos alunos concluintes estão trabalhando na área de formação (engenharia específica), pois os alunos desconfiam que tem aluno que se formou em engenharia mecânica trabalhando em áreas da produção entre outras situações... (Teste de hipótese...)* (DC2\_L511\_C4\_U1) que reflete sobre a produção de um artigo científico, pesquisa científica, que vai ao encontro do desenvolvimento do Letramento Estatístico.

Outro excerto pode ser observado num trecho da conversão do *WhatsApp* em que Caroline escreve: “[...] *Minha cabeça ainda está borbulhando com as informações da nossa reunião de hoje... Pense só, tentar fazer um estudo p ver se o número de livros que uma pessoa lê tem alguma relação com o desempenho acadêmico dela no curso de engenharia*”...,

e Nariane interage na sequência escrevendo “*Ou então se as atividades extracurriculares influenciam no desempenho acadêmico. Claro que influenciam. Mas da pra saber o quanto*” (W2\_L585\_C4\_U1).

E essa relação entre pesquisa científica, escrita científica e desenvolvimento de competências estatísticas ganhou destaque quanto à motivação dos acadêmicos em participar de pesquisas desse tipo. Um exemplo disso pode ser observado no excerto que surgiu após o edital para inscrição de Iniciação Científica Voluntária (programa da Universidade que incentiva o acadêmico a desenvolver pesquisas de forma voluntária – sem bolsa), pois os acadêmicos se manifestaram de forma positiva: Caroline escreve: “*Saiu o edital para IC voluntário...Vamos formalizar os trabalhos?*”, e Gustavo rapidamente interage escrevendo: “*F.I.N.A.L.M.E.N.T.E. Errr, o que eu devo fazer? Não achei publicação no facebook e nem no site da utf.*” (W2\_L2413\_C4\_U1).

Sobre essa questão da Pesquisa no cenário universitário, o referencial teórico já trouxe vários autores que ressaltam a importância do incentivo a pesquisa como Lampert (2008), Machado, Lampert e Falavigna (2017) entre outros.

Já para ilustrar a Unidade 2 da Categoria 4 pode-se citar alguns excertos como: “*Tem 95% de chance de estar certo. Mas lembrar que existe o 5% de chance de estar errado (Existe a probabilidade de estar errado)*” (DC1\_L191\_C4\_U2); “[...] *Questionamento dos alunos: Mas se eu coletar outra amostra vai dar o mesmo resultado? Na prova não terá questões do tipo: Defina desvio-padrão, mas terá questões que será necessário o aluno saber o que é desvio-padrão para resolver o problema*” (DC1\_L206\_C4\_U2); “*A prova de um aluno (a que o professor usou para fazer a resolução na lousa) estava com os cálculos corretos, mas a interpretação final foi errada. O professor comentou que isso nada adianta, ‘fazer os cálculos corretos é inútil se você não sabe interpretar os resultados’*” (DC1\_L468\_C4\_U2).

Nesse contexto, nota-se que todos os excertos dessa unidade ressaltam a importância da compreensão dos conceitos estatísticos, da interpretação da situação e dos resultados, ou seja, esta ressalta a competência Letramento Estatístico, e a professora da disciplina de Probabilidade e Estatística procura sempre deixar claro essa importância, pois a Estatística vai muito além de fazer cálculos.

Mas, de um modo geral, observando as relações entre as unidades que deram origem às 4 categorias, observa-se uma grande relação com o referencial teórico que foi abordado. Esta análise teve por objetivo analisar as dimensões valorizadas nas vivências da disciplina de Probabilidade e Estatística para o curso de Engenharia de Produção. E, como resultado,

percebeu-se que o movimento dos dados seguiu a valorização das Metodologias Ativas, uso de softwares, Pesquisa Científica, Letramento Estatístico e a Abordagem teórico-prática, o que neste sentido já dá indícios para construção do próximo tópico que prossegue sobre a análise dos dados, o denominado Metatexto, o qual é a interpretação pessoal da pesquisadora considerando o exercício de captar o novo emergente dos dados.

### **6.1 O novo emergente: construindo possíveis caminhos**

Neste ponto da análise, resgata-se o objetivo específico de delinear um caminho, com etapas para compor uma estratégia de ensino, considerando uma abordagem teórico-prática e de incentivo à pesquisa científica para o ensino de Probabilidade e Estatística visando à formação de Engenheiros.

Assim, refazer a viagem do início ao fim, das descobertas e percepções que foram possíveis durante o desenvolvimento desta Tese pode ser útil para esse momento. A Revisão Sistemática em nível internacional, apesar de abranger 15 artigos, utilizando a *Methodi Oridinatio*, apontou para várias Metodologias Ativas, porém lacunas as quais mostram que em sua maioria os caminhos para implementação das metodologias não são bem definidos, algumas falhas foram percebidas nesse sentido.

A ausência de material para concretizar a implementação de determinada metodologia, e até mesmo certa confusão quando um docente diz implementar uma metodologia x, pois, na verdade, apenas implementa algumas características da mesma, são algumas das lacunas percebidas na revisão internacional. Pode-se perceber também que algumas Metodologias Ativas não apareceram nos dados, e que não há nada específico que trabalhe de forma conjunta a abordagem teórico-prática e favoreça a formação do Engenheiro Pesquisador.

O referencial teórico também trouxe discussões importantes sobre o objetivo da Universidade considerando a importância da pesquisa por meio dos autores Botey (1988), Latorre e Gonzáles (1992), Hurtado (1997) e Demo (2006), Lampert (2008) e Machado, Lampert, Falavigna (2017). A pesquisa foi identificada como importante tanto para a formação acadêmica quanto para a visibilidade e reconhecimento da Universidade.

Ao longo do capítulo 5 foi esclarecido que se trata aqui tanto da pesquisa científica quanto da pesquisa voltada para inovações no mercado de trabalho. Pois a partir do perfil e das competências do Engenheiro, percebeu-se a intenção do desenvolvimento de um olhar

analítico no sentido de conseguir analisar um contexto no seu todo e realizar uma decisão certa diante do que vê, ou seja, entende-se que analisar o todo e tomar uma decisão está diretamente relacionado com o olhar de pesquisador acadêmico, e, além disso, a Estatística pode somar com esse cenário, pois uma pesquisa estatística proporciona análise de dados reais e tomada de decisão.

Quanto à pesquisa voltada para inovações no mercado de trabalho, Silva e Cecílio (2007) argumentaram sobre tal importância para a formação do Engenheiro na atualidade considerando como uma conduta que o próprio mercado exige. E nesse ponto a disciplina de EDP também foi lembrada, pois acaba sendo uma realidade de busca por inovações ainda no processo de formação do Engenheiro, visto que tal disciplina, ofertada na UTFPR, campus de Ponta Grossa, tem como prática a busca por soluções de problemas reais apresentados por empresas da região.

Por esse motivo, os participantes desta pesquisa também foram envolvidos com a disciplina de EDP, na medida do possível, considerando principalmente os horários dos acadêmicos, para visar à busca de dados que considerasse tais situações vividas por eles. Neste sentido, alguns acadêmicos da disciplina de Probabilidade e Estatística puderam participar de forma voluntária de reuniões da disciplina de EDP para conhecerem de perto quais eram os tipos de problemas apresentados e como se dava a busca por soluções.

Todavia, retomando quanto à Revisão Sistemática, observou-se que não havia ainda uma revisão nacional sobre o tema, e assim optou-se por verificar o que há sobre o ensino de Estatística na formação de Engenheiros no cenário das pesquisas brasileiras, em que foi encontrado apenas uma tese, de Silva (2014), a qual levou à conclusão de que a discussão quanto a novos caminhos para a disciplina de Probabilidade e Estatística na formação de Engenheiros é algo necessário e atual, um campo de pesquisa ainda com poucas informações e reflexões.

As reflexões referentes à Educação Estatística, formação do Engenheiro, ideia de um Engenheiro pesquisador e a importância da Pesquisa na Universidade também foram pontos importantes dessa viagem. Contudo, o acompanhamento e o contato com a disciplina de Probabilidade e Estatística e relações com a disciplina de EDP foram o que proporcionaram a coleta dos dados para interpretação mais profunda e reflexiva.

Com a ATD, o movimento que essa metodologia de análise permite, foi possível construir etapas não lineares para indicar um possível caminho para o ensino de Probabilidade e Estatística na formação de Engenheiros. O primeiro ponto a se observar é que vamos continuar denominando de caminho e não metodologia, por exemplo, pois notou-se que além

de não haver uma clareza em mente dos docentes quanto aos termos metodologias, estratégias, método de ensino parece possuir um tom mais suave a abordar o termo caminho.

Um caminho, mesmo tendo ponto de partida e de chegada, pode conter voltas, retornos, idas e vindas. Considerando a individualidade de cada docente, de cada turma, e mais do que isso, de cada acadêmico, o termo caminho foi definitivamente escolhido.

Seguir um caminho consiste em caminhar, uma ação, tanto do docente quanto dos acadêmicos, mostrando assim, como na Metodologia Ativa, aqui o acadêmico permanece ativo durante todo o processo de ensino e aprendizagem além do docente que também toma essa posição.

Portanto, este caminhar precisa estar de acordo com duas características principais, **acadêmico e docente ativos** durante todo o processo e a **abordagem teórico-prática** precisam se fazer presentes. Resgata-se aqui a práxis pedagógica teórico-prática a qual defende a ideia de que teoria e prática são interligadas e inseparáveis. Não é possível abordar nenhum conteúdo teórico sem estar atrelado a sua prática, porém aqui ressalva-se a importância desta prática estar relacionada ao contexto do Engenheiro de Produção, mesmo que o acadêmico não tenha contato com tantas situações práticas de sua futura profissão.

Ressalta-se que a práxis pedagógica teórico-prática a qual mencionamos, está de acordo com as ideias de Paulo Freire registradas por Fortuna (2016), esclarecendo que teoria e prática não são termos separados, em algum momento podem ser encontrar, mas são inseparáveis durante todo o processo de ensino e aprendizagem.

Acredita-se que o “caminhar” durante esse caminho permite acompanhar os conteúdos de Probabilidade e Estatística estabelecidos na ementa do curso, porém esse mesmo caminhar permite paradas em alguns momentos, o que não impossibilitará de, mesmo realizando pausas, chegar ao ponto de chegada previsto (final do semestre ou ano letivo com conhecimentos de Probabilidade e Estatística bem construídos).

Estas pausas serão o que chamaremos de etapas, porém não necessariamente uma “pausa” com ausência de movimento. Esta pausa será referente ao conteúdo principal que está sendo estudado, porém nada impede que essa pausa possibilite a inserção de novos conhecimentos (o que provavelmente ocorrerá). A cada “pausa” o retorno para uma etapa anterior ou avanço para outras etapas é sempre permitido. Não há necessidade de um caminho linear, mas sim um caminho repleto de curvas, retornos, idas e vindas.

A partir das unidades e categorias de análises construídas durante a ATD foi possível delinear essas etapas:

- Incentivar e utilizar **softwares para simulações**, tratamento e análise de dados estatísticos. Esta etapa é importante para permitir que o acadêmico tenha contato com ferramentas tecnológicas, além de ser necessário o seu uso para trabalhar com dados reais, visto que é inviável realizar análises estatísticas apenas com papel e caneta. Não há delimitação de qual software utilizar, o aconselhável é fazer o uso daquele que o professor já tenha domínio para que possa atender os acadêmicos nos casos de dificuldade.

Esta etapa relaciona-se com as competências do Engenheiro de Produção e também vai ao encontro para proporcionar o desenvolvimento do Letramento Estatístico. Já que para realizar as simulações e interpretar as conclusões, será necessário ser letrado estatisticamente. Na categoria da Revisão Sistemática, a partir da *Methodi Ordinatio*, denominada RBIS, houve a inserção de trabalhos que faziam uso de softwares para simulações, o que já demonstrou características fortes dessa ferramenta para o ensino, mas somente após esse captar do novo emergente ficou clara a necessidade dessa ferramenta para a formação do Engenheiro, pois foi algo que emergiu de fato dos dados, sem ter sofrido influência da literatura.

- Incentivar e utilizar **softwares para comunicação** para além da sala de aula. Os acadêmicos geralmente já fazem isso entre eles em praticamente todas as disciplinas, porém o professor nem sempre consegue criar uma comunicação com a turma desta forma, até por conta do tempo extra que é necessário dedicar-se. Permitir um ambiente de troca não só de mensagens de texto, mas também um local para compartilhamento de materiais de leitura entre outros é algo que os acadêmicos almejam ter sobre a orientação do docente.

Esta característica de uso de softwares para proporcionar a comunicação é outra característica que já havia aparecido também na revisão. Como por exemplo, Brahim e Sarirete (2015) que já ressaltaram sobre a importância da aprendizagem para além do ambiente sala de aula. Proporcionar essa comunicação, de diferentes formas, até mesmo como outras oportunidades de busca de conhecimento será um fator que ampliará as possibilidades, além de não limitar o ambiente de ensino e aprendizagem.

- Incentivar e utilizar momentos de trabalho em **cooperação**, por meio de propostas de atividades em grupo. Estes momentos em grupo permitem uma maior troca de conhecimento entre acadêmicos e também pode ampliar a possibilidade de troca de informação entre docente e acadêmicos, pois pode contribuir para superar a timidez de alguns acadêmicos. Em grupos, os acadêmicos encorajam-se para buscar conhecimento além de

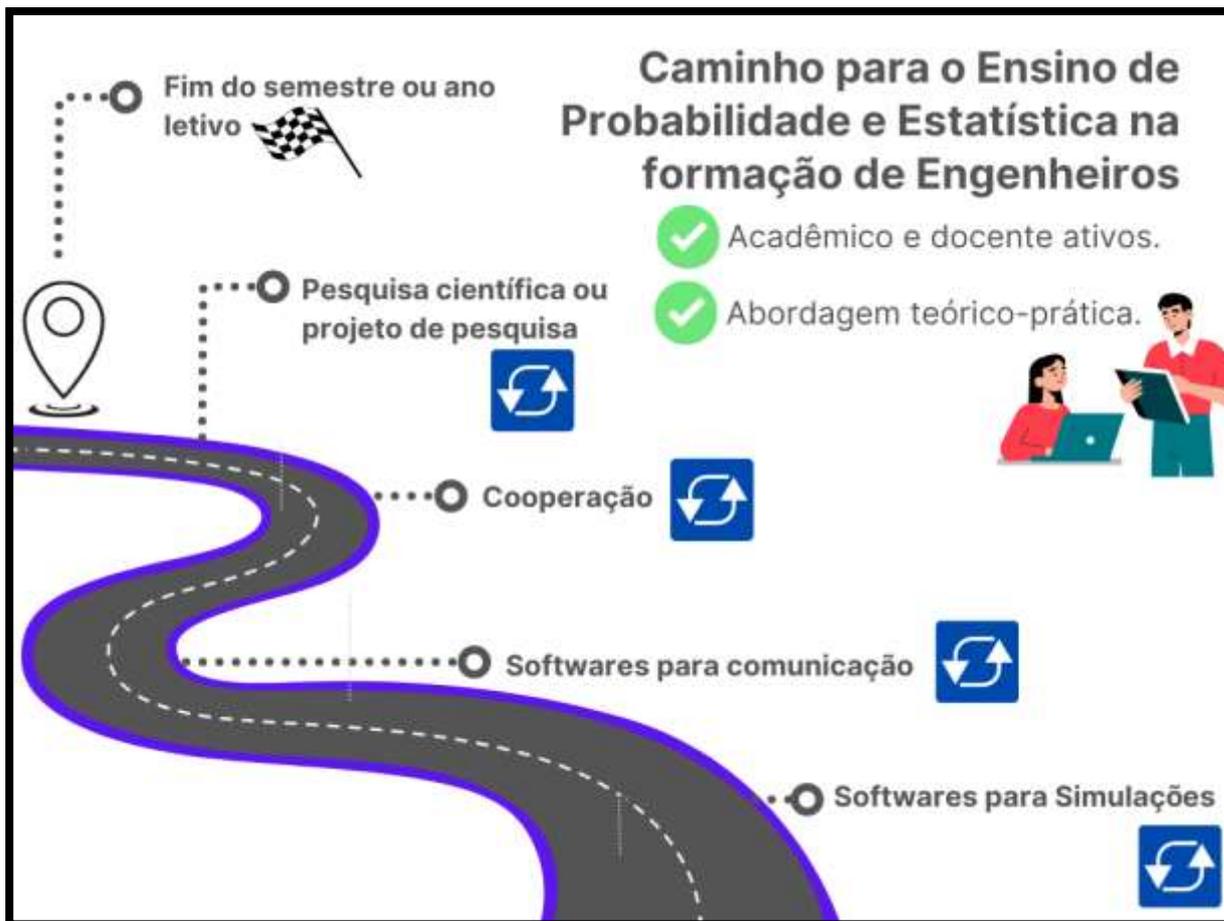
contribuir com a formação de um Engenheiro cooperativo (característica do perfil do Engenheiro de Produção).

O trabalho em cooperação aqui é entendido como situações em que os acadêmicos trabalham em grupos cooperando uns com os outros. E, nos momentos de avaliação, há avaliações individuais de acordo com Borrego *et al.* (2013). Neste sentido, qualquer atividade que possibilite cooperação entre os acadêmicos pode ser caracterizada como trabalho em cooperação.

- Incentivar e utilizar da construção da **pesquisa científica** para fomentar a construção do conhecimento de Probabilidade e Estatística. Vivenciar a construção da pesquisa científica deve ser visto como oportunidade para o ensino e aprendizagem, pois as etapas de uma pesquisa (delimitação do problema, definição de objetivos, escolha da metodologia, execução da metodologia e análise dos dados) aproximam-se com as competências estatísticas e contribuem com a formação de um Engenheiro pesquisador, tanto na área acadêmica como profissional, além de facilitar uma abordagem teórico-prática dos conteúdos. Oportunizar que os acadêmicos vivenciem ao menos um projeto de pesquisa durante a disciplina já pode proporcionar essas experiências, pois contemplará o planejamento de etapas da pesquisa.

Por fim, espera-se que esse Caminho traçado, possa contribuir para compor uma estratégia de ensino, considerando uma abordagem teórico-prática e de incentivo à pesquisa científica para o ensino de Probabilidade e Estatística visando à formação de Engenheiros. Na intenção de melhor ilustrar essas “etapas”, “pausas” com movimentos, possibilidade constante de retorno em um caminho que não é linear, onde acadêmico e docente permanecem ativos durante todo o percurso e a práxis pedagógica teórico-prática se faz presente, a Figura 6 representa o denominado Caminho para o Ensino de Probabilidade e Estatística na formação de Engenheiros.

Figura 6 – Ilustração do Caminho



Fonte: Autoria própria (2022).

O Caminho representado pela estrada possui alguns pontos (etapas) sempre sinalizados pela possibilidade de retorno, inclusive avanços para outras etapas à frente são permitidos. O ponto de chegada prevê o fim do semestre ou ano letivo com a construção do conhecimento de Probabilidade e Estatística e a contribuição com a formação do Engenheiro Pesquisador. Dessa forma, duas características principais fazem-se presentes durante todo o percurso apontados pelos sinais de *check*: acadêmicos e docente ativos e a abordagem teórico-prática.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve origem a partir das lacunas encontradas na análise de uma Revisão Sistemática, considerando o cenário das metodologias para o ensino de Probabilidade e Estatística na formação de Engenheiros. A pergunta de partida delineada foi: Qual caminho deve ser trilhado para o ensino de Probabilidade e Estatística para cursos de Engenharia que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador?

A justificativa da Tese e o referencial teórico, em alguns pontos, visaram juntos defender a ideia da importância da abordagem teórico-prática e a questão do Engenheiro pesquisador. Compreendida a importância de ambos, a pesquisa de campo foi o que permitiu a efetivação da construção de um Caminho para o ensino de Probabilidade e Estatística.

As etapas de pesquisa relacionaram-se com os objetivos específicos traçados a fim de atender um a um. O primeiro deles, “identificar as Metodologias de Ensino utilizadas na formação de Engenheiros” foi atendido por meio da Revisão Sistemática a partir da *Methodi Ordinatio* que apontou quais as Metodologias de Ensino são utilizadas na formação de Engenheiros, que em sua totalidade ficaram em volta de Metodologias Ativas. Embora não aparecessem todos os tipos de Metodologias Ativas, percebeu-se essa grande tendência a qual também foi vista como necessidade, pois os acadêmicos precisam participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

O segundo objetivo específico traçado visou “identificar as metodologias de ensino utilizadas nas disciplinas de Probabilidade e Estatística, do curso de Engenharia de Produção, e da disciplina de Engineering Design Process, ambas ofertadas na UTFPR, campus Ponta Grossa”, o qual foi atingido a partir da coleta de dados nos cenários 1 e 2. A metodologia presente na disciplina de EDP possui características em comum com PBL e na disciplina de Probabilidade e Estatística não há a presença de características próprias de uma única metodologia em específico.

O terceiro objetivo, “analisar as dimensões valorizadas durante a vivência da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Engenharia de Produção”, foi efetivado a partir da Análise Textual Discursiva. Esta análise permitiu verificar as dimensões valorizadas durante a vivência dos acadêmicos na disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Engenharia de Produção, tanto do ponto de vista docente, acadêmico quanto do ponto de vista da pesquisadora.

As unidades de análise efetivadas demonstram as seguintes dimensões de valorização: A práxis pedagógica teoria e prática como benefício para a formação do Engenheiro; A práxis pedagógica teoria e prática como facilitadora da aprendizagem; A práxis pedagógica teoria e prática como facilitadora do ensino; O uso de *softwares* para simulação e facilitação para análise dos dados; O uso de *softwares* para viabilizar oportunidades de comunicação além da sala de aula; A presença de características de Metodologias Ativas na abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística, considerando a condição ativa do acadêmico; A presença de característica de Metodologias Ativas na abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística, considerando o trabalho cooperativo; A pesquisa científica como oportunidade para o ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística; Uma abordagem do ensino de Probabilidade e Estatística que considera o desenvolvimento das competências estatísticas.

Assim, por meio dessas dimensões observadas como valorizadas, o quarto objetivo específico foi alcançado: “delinear um caminho, com etapas para compor uma estratégia de ensino, considerando uma abordagem teórico-prática e de incentivo à pesquisa científica para o ensino de Probabilidade e Estatística visando à formação de Engenheiros”. Pois foi a análise das dimensões que permitiu delinear um Caminho, com etapas para compor uma estratégia de ensino, considerando uma abordagem teórico-prática e de incentivo à pesquisa científica para o ensino de Probabilidade e Estatística visando à formação de Engenheiros.

O objetivo geral de “propor possíveis caminhos para composição de uma estratégia para o ensino de Probabilidade e Estatística, visando a um ensino que considere uma abordagem teórico-prática e contribua para a formação do Engenheiro pesquisador” foi atendido ao longo da Tese, principalmente, após a efetivação do quarto objetivo específico que delineou tal Caminho.

O Caminho traçado e proposto visa contribuir para a formação do Engenheiro ao qual é composto por “etapas”, também denominada como “pausas” com movimentos, com possibilidade constante de retorno em um Caminho que não é linear. Durante este Caminho, acadêmico e docente permanecem ativos durante todo o percurso e a práxis pedagógica teórico-prática deve se fazer presente.

As etapas, não necessariamente nessa ordem, foram denominadas de: *softwares* para simulações; *softwares* para comunicação; cooperação; pesquisa científica ou projetos de pesquisa. Estas etapas contemplam características que devem se fazer presente durante o Caminho para o ensino e aprendizagem de Probabilidade e Estatística na formação de Engenheiros.

Este Caminho foi traçado por meio do Metatexto, última etapa da Análise Textual Discursiva; o qual se considera a tese defendida aqui, porém, não se declara encerrada a discussão. Esta pesquisa pode ser o passo inicial para outras futuras pesquisas, inclusive para outras possibilidades para o Ensino de Probabilidade e Estatística. Fica cabível também, nesse contexto, implementação do Caminho traçado aqui a fim de verificar as contribuições que esse ensino pode proporcionar.

Alguns questionamentos inclusive já surgem a partir desse Caminho delineado, os quais também podem ser interpretados como limitações da pesquisa, visto que não foram respondidos: Quais as contribuições desse Caminho para a formação do Engenheiro Pesquisador? Há uma forma de trabalho específica para garantir a abordagem teórico-prática durante todo o percurso? Quais os melhores softwares a serem utilizados, tanto para simulações quanto para comunicação? Como podemos contribuir com a preparação dos docentes que atuam na formação de Engenheiros?

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. C.; SOUSA, R. M.; FERNANDES, S.; CARDOSO, E.; CARVALHO, M. A.; FIGUEIREDO, J.; PEREIRA, R. M. S. Teacher's experiences in PBL: implications for practice. **European Journal of Engineering Education**, v. 41, n. 2, p. 123–141, 3 mar. 2016. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1023782>.

BLASS, L.; IRALA, V. B. Usar ou não usar rubricas? Um olhar para as práticas avaliativas a partir dos desempenhos discentes. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 4, p. 203–226, 20 jun. 2021. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i4.11757>.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento**. 1 ed. Belo Horizonte. Autentica, 2014.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do Ensino Superior. **Cairu em Revista**, 2014.

BORREGO, M.; CUTLER, S.; PRINCE, M.; HENDERSON, C.; FROYD, J. E. Fidelity of Implementation of Research-Based Instructional Strategies (RBIS) in Engineering Science Courses. **Journal of Engineering Education**, v. 102, n. 3, p. 394–425, [s. d.]. <https://doi.org/10.1002/jee.20020>.

BOTEY, J. *Universitat escoles d'adulta*. Educar, Barcelona, 13, 81-94, 1988.

BRAHIMI, T.; SARIRETE, A. Learning outside the classroom through MOOCs. **Computers in Human Behavior**, Computing for Human Learning, Behaviour and Collaboration in the Social and Mobile Networks Era. v. 51, p. 604–609, 1 out. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.013>.

CHESANI, F. H. *et al.* A indissociabilidade entre a extensão, o ensino e a pesquisa: o tripé da universidade. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil. **Revista Conexão UEPG**, v. 13, n. 3, p. 452-461, 2017

COMERFORD, L.; MANNIS, A.; DEANGELIS, M.; KOUGIOUMTZOGLU A.; BEER, M.. Utilising database-driven interactive software to enhance independent home-study in a flipped classroom setting: going beyond visualising engineering concepts to ensuring formative assessment. **European Journal of Engineering Education**, v. 43, p. 522–537, 1 jul. 2018. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1293617>.

DELMAS, R. C. Statistical literacy, reasoning and learning: a commentary. **Journal of Statistics Education**, 2002.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 2006.

ECLESIAÍSTICO. **Bíblia Sagrada Ave-Maria**. 141. ed. São Paulo: Editora Ave- Maria, 1959.

FELDER, R. M., BRENT, R. Active learning: An introduction. **ASQ Higher Education Brief**, 2(4), 122–127, 2009.

FERREIRA, P. J. G. *et al.* Indústria 4.0: modelo de ensino para a formação de Engenheiros de Produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 3, p. 93-105, 2019.

FONSECA, S. M.; MATTAR, J. Metodologias ativas aplicas à educação a distância: revisão da literatura. **Revista EDaPECI**, v. 17, n. 2, p. 185–197, 13 set. 2017. <https://doi.org/10.29276/redapeci.2017.17.26509.185-197>.

FORCAN, M.; BANJANIN, M.; VUKOVIĆ, G. Advanced teaching method for balanced operations of overhead transmission lines based on simulations and experiment. **The International Journal of Electrical Engineering & Education**, v. 55, n. 1, p. 14–30, 1 jan. 2018. <https://doi.org/10.1177/0020720917750955>.

FORTUNA, Volnei. A relação teoria e prática na educação em Freire. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 1, n. 2, p. 64-72, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, M.; OLMOS, S.; BORHAM, M.; GARCÍA, F. Experimental evaluation of the impact of b-learning methodologies on engineering students in Spain. **Computers in Human Behavior**, Advanced Human-Computer Interaction. v. 29, n. 2, p. 370–377, 1 mar. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.02.003>.

GUERSOLA, M. S.; CIRINO, P. D.; STEINER, M. T. A. Os papéis da universidade: uma visão dos discentes de Engenharia de Produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 2, p. 44- 53, 2016.

HAUPT, G.; WEBBER-YOUNGMAN, R. C. W. Engineering education: an integrated problem-solving framework for discipline-specific professional development in mining engineering. **Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy**, v. 118, n. 1, p. 27–37, jan. 2018. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2018/v118n1a4>.

HURTADO J. C. Innovación educativa y desarrollo profesional docente en la universidad. IN: Tojar Hurtado J.C.& Gutierrez de Tena R. M. (org). **Innovación educativa y formación del profesorado: proyectos sobre la mejora de la práctica docente en la universidad**. Malaga: Universidad de Malaga, 25-47, 1997

ISHIKAWA, E. C. M. **Objeto virtual de aprendizagem colaborativa (Collabora): estudo na disciplina de probabilidade e estatística no Ensino Superior**. 23 fev. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/3071>. Acesso em: 1 jun. 2020.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. **The journal of economic education**, v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220480009596759>. Acesso em: 1 jun. 2020.

LAMPERT, E. O ensino com pesquisa: realidade, desafios e perspectivas na universidade brasileira. **Linhas Críticas**, v. 14, n. 26, 2008. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/1556>. Acesso em: 30 mai. 2018.

LATORRE, A; GONZÁLEZ, R. **El maestro investigador: la investigación en el aula**. 2. ed. Barcelona: Grao, 1992.

LI, Y., LU, X., YU, C., GUO, H.; ZHANG, D. Research and application of the virtual simulation system teaching method in NC machining course. **International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing**, v. 9, n. 01, p. 1850007, 2018.

LOHMAN, M. Cultivating problem-solving skills through problem-based approaches to professional development. **Human Resource Development Quarterly**, v. 13, p. 243–261, 1 set. 2002. <https://doi.org/10.1002/hrdq.1029>.

MACHADO, T. C.; LAMPERT, E.; FALAVIGNA, G. O professor do Ensino Superior: pesquisador ou docente? **Revista FACISA ON-LINE**, v. 6, n. 1, 2017.

MAZZILLI, Sueli. Ensino, pesquisa e extensão: reconfiguração da universidade brasileira em tempos de redemocratização do Estado. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 27, n. 2, 10 dez. 2011. DOI 10.21573/vol27n22011.24770. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbpaee/article/view/24770>. Acesso em: 22 set. 2022.

MAZUR, E. **Instrução de pares: manual do usuário**. Penhascos de Englewood, NJ: Prentice-Hall, 1997.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R. Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a educação em novos tempos. In: MORAES, Roque; LIMA Valderéz Marina do Rosário. (Orgs.). **Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a educação em novos tempos**. 2. ed. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2004. p. 203-235

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2016.

MOWBRAY, C; T., HOLTER, M. C., TEAGUE, G. B., & BYBEE, D. Fidelity criteria: Development, measurement, and validation. **American journal of evaluation**, v. 24, n. 3, p. 315-340, 2003.

OLIVEIRA, C. M. R.; DOS SANTOS, M. S. F. Educação em engenharia de produção: ensino, pesquisa e extensão em uma IES do nordeste. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, 2022.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PARREIRA, A.; SILVA, A. L. DA. A lógica complexa da avaliação. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 23, n. 87, p. 367–388, jun. 2015.

PRINCE, M.; FELDER, R. The Many Faces of Inductive Teaching and Learning. **Journal of College Science Teaching**, v. 36, n. 5, p. 14–20, 2007. Disponível em<  
[https://www.pfw.edu/offices/celt/pdfs/Inductive\(JCST\).pdf](https://www.pfw.edu/offices/celt/pdfs/Inductive(JCST).pdf)> Acesso em: 26 mar. 2020

PEREIRA, C. S.; DOS SANTOS JUNIOR, G. Metodologias de ensino para a formação de Engenheiros no Ensino Superior: uma revisão sistemática. **Laplage em revista**, v. 4, n. 3, p. 180-189, 2018.

PEREIRA, C. S.; DIAS, C. DE F. B.; TENÓRIO, M. M.; SANTOS JUNIOR, G. DOS. Sala de Aula Invertida: Cenários Atuais na Formação de Engenheiros. **Abakós**, v. 9, n. 1, p. 43-59, 27 maio 2021.

PERIN, A. P.; CAMPOS, C. R. Reflexiones sobre la importancia de la modelación matemática como estrategia inductora de competencias estadísticas. **Paradigma**, n. 2, p. 331-355, 2020.

SABBATINI, R. Ambiente de ensino e aprendizagem via Internet: a Plataforma Moodle. **Instituto EduMed**, 2007.

SANCHO-VINUESA, T.; MASIÀ, R.; FUERTES-ALPISTE, M.; MOLAS-CASTELLS, N. Exploring the effectiveness of continuous activity with automatic feedback in online calculus. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 26, n. 1, p. 62–74, [s. d.]. <https://doi.org/10.1002/cae.21861>.

SEMAN, L. O.; HAUSMANN, R.; BEZERRA, E. A. Agent-Based Simulation of Learning Dissemination in a Project-Based Learning Context Considering the Human Aspects. **IEEE Transactions on Education**, v. 61, n. 2, p. 101–108, maio 2018. <https://doi.org/10.1109/TE.2017.2754987>.

SEMUSHIN, I. V.; TSYGANOVA, J. V.; UGAROV, V. V.; AFANASOVA, A. I. The WHATs and HOWs of maturing computational and software engineering skills in Russian higher education institutions. **European Journal of Engineering Education**, v. 43, n. 3, p. 446–472, 4 maio 2018. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1385594>.

SILVA JUNIOR, G. B. da S.; LOPES, Celi Espasandin. Contribuições da educação estatística para a formação de Engenheiros de produção. **Educação Matemática em Revista**, v. 19, n. 42, p. 23-30, 2014.

SMITH, M. K.; VINSON, E. L.; SMITH, J. A.; LEWIN, J. D.; STETZER, M. R. A Campus-Wide Study of STEM Courses: New Perspectives on Teaching Practices and Perceptions. **CBE Life Sciences Education**, v. 13, n. 4, p. 624–635, 2014. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0108>.

SUMTSOVA, O. V.; AIKINA, T. Y.; BOLSUNOVSKAYA, L. M.; PHILLIPS, C.; ZUBKOVA, O. M.; MITCHELL, P. J. Collaborative Learning at Engineering Universities: Benefits and Challenges. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 13, n. 01, p. 160–177, 22 jan. 2018.

SZETO, E.; CHENG, A. Towards a framework of interactions in a blended synchronous learning environment: what effects are there on students' social presence experience?. **Interactive Learning Environments**, v. 24, n. 3, p. 487-503, 2016.

SANTANA, A, C. **Metodologia para a aplicação da aprendizagem orientada por projetos (aopj), nos cursos de engenharia, com foco nas competências transversais**. 13 mar. 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/5234>. Acesso em: 29 jul. 2021.

SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em Revista**, p. 61-80, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/qbYWGSQ6CpXCWqLs65Fvsvy/?format=pdf&lang=p> . Acesso em: 01 ago. 2021.

TENÓRIO, M. M.; GÓIS, L. A.; SANTOS JUNIOR, G. Gamificação na educação: uma revisão sistemática em periódicos de informática na educação. **Atas do IV Congresso Internacional TIC e Educação**. Lisboa, Portugal, 2016. Disponível em: <[https://cld.pt/dl/download/876b2f28-c5ea-42b8-ace5\\_5c94719d9127/Livro\\_Atas.pdf](https://cld.pt/dl/download/876b2f28-c5ea-42b8-ace5_5c94719d9127/Livro_Atas.pdf)> Acesso em setembro de 2019.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, p. 79-97, 2014.

VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, p. 26-44, 2018.

VEMURY, C. M.; HEIDRICH, O.; THORPE, N.; CROSBIE, T. A holistic approach to delivering sustainable design education in civil engineering. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 19, n. 1, p. 197–216, 1 jan. 2018. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2017-0049>.

**APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título da Pesquisa:** Um método de ensino para a disciplina de Probabilidade e Estatística no ensino superior.

Pesquisadora: Caroline Subirá Pereira  
Endereço: Rua Prof. Neusa Perugine Seleti, 55, Jardim Império  
do Sol – Andréia/PR (Brasil)  
Cep: 86380-000 Telefone: (43) 9969-4941  
e-mail: carolinepereira@alunos.utfpr.edu.br

Orientador: Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior  
Endereço: Rua Manoel Machuca, 202, Uvaranas,  
Ponta Grossa/PR (Brasil)  
Cep: 84020-350 Telefone: (42) 991427032  
e-mail: guata@utfpr.edu.br

**1. Natureza da pesquisa:** Você está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade identificar quais as etapas que devem compor um método de ensino para a disciplina de Probabilidade e Estatística de um curso de Engenharia de Produção, visando um ensino que relacione teoria e prática dos conteúdos e contribua para o incentivo à pesquisa.

**2. Local de aplicação da pesquisa:** UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Av. Monteiro Lobato, S/N. CEP 84016-210 Ponta Grossa – Paraná – Brasil. Telefone: (42) 3220-4800.

**3. Participantes da pesquisa:** Acadêmicos da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Eng. De Produção.

**4. Envolvimento na pesquisa:** Ao participar deste estudo você permitirá que a pesquisadora observe sua participação durante as aulas, registre suas falas mantendo anonimato e colete suas opiniões por escrito e interprete. Você tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo. A sua participação terá envolvimento na Fase 3 do projeto de pesquisa da pesquisadora, ou nas fases 3 e 4. A fase 3 corresponde ao acompanhamento da pesquisadora aula-a-aula da disciplina de Probabilidade e Estatística do curso de Engenharia de Produção durante um semestre, a Fase 4 corresponde em sua participação em reuniões semanais conforme a sua disponibilidade, caso haja, para discussões metodológicas e de conteúdos das aulas de Probabilidade e Estatística. Duração: 1 semestre. Esclarece-se ainda que a quantidade de aulas a ser acompanhada serão 4 aulas semanais de duração de 50 minutos cada, e as reuniões semanais terão duração média de 1 hora. Ambas acontecerão nas dependências da UTFPR, campus Ponta Grossa.

**5. Critério de inclusão e de exclusão:** o critério de inclusão é ser aluno regular da disciplina de Probabilidade e Estatística ofertada no curso de Engenharia de Produção da UTFPR, campus Ponta Grossa. E o critério de exclusão, somente na Fase 4 da pesquisa, elimina do estudo os alunos que não apresentarem disponibilidade de horários e interesse em participar das reuniões semanais para discussões metodológicas e de conteúdos das aulas de Probabilidade e Estatística durante um semestre.

**6. Riscos e desconforto:** Os riscos que poderão envolver os participantes da pesquisa se enquadram em muito baixo, pois não terá danos físicos e nem de saúde ao participante. Entretanto, o desenvolvimento do projeto poderá trazer algum desconforto aos acadêmicos, por conta da presença da pesquisadora nas aulas. Mas assegura-se que caso o participante sinta desconforto psicológico, ou constrangimento durante a aplicação da pesquisa, deverá informar a pesquisadora para interromper a coleta de dados. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução CNS 466 de 12/12/2012.

**7. Confidencialidade:** Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seu nome não será divulgado em hipótese alguma.

**8. Benefícios:** Os participantes da pesquisa poderão ter benefícios de proveito direto, pois as discussões que serão realizadas durante as reuniões tendem a contribuir na formação dos acadêmicos, pois serão pertinentes aos conteúdos da disciplina de Probabilidade e Estatística e envolverão situações práticas da área de Engenharia.

**9. Indenização e Ressarcimento:** Não haverá despesas para a participação na pesquisa, portanto, tendo que não há custos para os participantes, não haverá ressarcimento. Porém, garante-se cobertura material para reparação a dano (indenização), desde que comprovado que foi causado pela participação na pesquisa.

**10. Nota de esclarecimento sobre o Comitê de Ética:** O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que estão trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br. Outras informações sobre o Comitê em <http://www.utfpr.edu.br/comites/cep-o-comite-de-etica-em-pesquisa-envolvendo-seres-humanos>.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

( ) quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio : \_\_\_\_\_)

( ) não quero receber os resultados da pesquisa.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem. (Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito).

### Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Nome Completo: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_ Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade/Estado: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Eu, pesquisadora, declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo da Pesquisadora: Caroline Subirá Pereira

Assinatura da Pesquisadora: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ANEXO A - Aprovação do Projeto pelo Comitê de Ética**

## DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

## DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** UM MÉTODO DE ENSINO PARA A DISCIPLINA DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA NO ENSINO SUPERIOR  
**Pesquisador Responsável:** CAROLINE SUBIRA PEREIRA  
**Área Temática:**  
**Versão:** 3  
**CAAE:** 92012218.9.0000.5547  
**Submetido em:** 13/09/2018  
**Instituição Proponente:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
**Situação da Versão do Projeto:** Aprovado  
**Localização atual da Versão do Projeto:** Pesquisador Responsável  
**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB\_COMPROVANTE\_RECEPCAO\_1088445

## DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 3
  - Pendência de Parecer (PO) - Versão 3
    - Documentos do Projeto
      - Comprovante de Recepção - Submissã
      - Declaração de Pesquisadores - Submisã
      - Folha de Rosto - Submissão 6
      - Informações Básicas do Projeto - Subm
      - Projeto Detalhado / Brochura Investigat
      - TCLE / Termos de Assentimento / Justif
    - Apreciação 6 - Universidade Tecnológica F
  - Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações
-------------------	----------	---------	----------	-------

## LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação *	Pesquisador Responsável *	Versão *	Submissão *	Modificação *	Situação *	Exclusiva do Centro Coord. *	Ações
PO	CAROLINE SUBIRA PEREIRA	3	13/09/2018	04/10/2018	Aprovado	Não	   

## HISTÓRICO DE TRÂMITES

Apreciação	Data/Hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	04/10/2018 16:52:25	Parecer liberado	3	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	PESQUISADOR	
PO	04/10/2018 10:06:23	Parecer do colegiado emitido	3	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	02/10/2018 11:25:38	Parecer do relator emitido	3	Membro do CEP	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	25/09/2018 14:49:54	Aceitação de Elaboração de Relatoria	3	Membro do CEP	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	25/09/2018 10:20:58	Confirmação de Indicação de Relatoria	3	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	25/09/2018 10:15:36	Indicação de Relatoria	3	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	24/09/2018 14:22:49	Aceitação do PP	3	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	13/09/2018 14:31:51	Submetido para avaliação do CEP	3	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	
PO	02/09/2018 15:08:07	Parecer liberado	2	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	PESQUISADOR	
PO	30/08/2018 14:57:13	Parecer do colegiado emitido	2	Coordenador	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	

« « « Ocorrência 1 a 10 de 30 registro(s) » » »

**LEGENDA:****(\*) Apreciação**

PO = Projeto Original de Centro Coordenador

E = Emenda de Centro Coordenador

N = Notificação de Centro Coordenador

POp = Projeto Original de Centro Participante

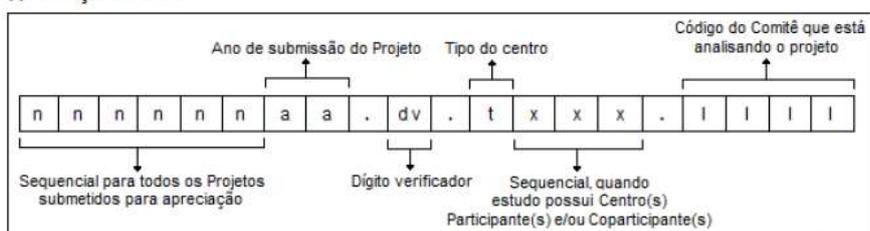
Ep = Emenda de Centro Participante

Np = Notificação de Centro Participante

POc = Projeto Original de Centro Coparticipante

Ec = Emenda de Centro Coparticipante

Nc = Notificação de Centro Coparticipante

**(\*) Formação do CAAE**
[Voltar](#)

**ANEXO B** - Ementa da disciplina de probabilidade e estatística



### Informações da disciplina

Código Ofertado	Disciplina/Unidade Curricular	Modo de Avaliação	Modalidade da disciplina	Oferta
EP32D	Probabilidade E Estatística	Nota/Conceito E Frequência	Presencial	Semestral

### Carga Horária

AT	AP	APS	ANP	APCC	Total
4	0	4	0	0	60

- AT: Atividades Teóricas (aulas semanais).
- AP: Atividades Práticas (aulas semanais).
- ANP: Atividades não presenciais (horas no período).
- APS: Atividades Práticas Supervisionadas (aulas no período).
- APCC: Atividades Práticas como Componente Curricular (aulas no período, esta carga horária está incluída em AP e AT).
- Total: carga horária total da disciplina em horas.

### Objetivo

Desenvolver o raciocínio probabilístico e fornecer conhecimentos básicos para a compreensão adequada de métodos estatísticos, visando sua aplicação na análise e resolução dos problemas da área da ciência da computação e das engenharias.

### Ementa

Elementos de Probabilidade. Variáveis Aleatórias. Distribuição de Probabilidade. Inferência Estatística. Estimativa. Testes de Hipóteses. Controle Estatístico de Processo (CEP). Análise da Variância.

### Conteúdo Programático

Ordem	Ementa	Conteúdo
1	Introdução à Estatística	Visão geral Tipos de dados Pensamento crítico Planejamento da pesquisa Resumo e gráficos de dados.
2	Estatísticas para descrição, exploração e comparação de dados	Visão geral Medidas de tendência central Medidas de dispersão ou variação Medidas de posição Distribuição de frequências Análise exploratória de dados

Ordem	Ementa	Conteúdo
3	Elementos de probabilidade	Probabilidade Conceitos básicos, Espaço amostral, Eventos Operações com eventos, eventos mutuamente exclusivos, Probabilidade sobre o enfoque estatístico, clássico e axiomático, Probabilidade condicional, Eventos independentes
4	Variáveis aleatórias	Variáveis aleatórias Conceito, função de probabilidade, função densidade de probabilidade, função de distribuição acumulada, Expectância e variância de variáveis aleatórias, propriedades
5	Distribuição de probabilidade	Distribuição de probabilidade de V. A. discretas . Distribuição de probabilidade de V. A , Contínuas: Uniforme, Normal, Qui Quadrado, T de Student, Cálculo de probabilidade sob a curva normal e Aproximação da binomial para Normal.
6	Estimação	Estimativa de uma média populacional ( estimativa pontual, margem de erro, estimativa intervalar e tamanho de amostras, Estimativa de uma proporção populacional ( estimativa pontual, margem de erro, estimativa intervalar e tamanho de amostras, Estimativa de uma variância populacional ( estimativa pontual, estimativa intervalar e tamanho de amostras
7	Testes de hipóteses	Hipótese estatística. Erro tipo I e tipo II. Região crítica. Teste unilateral e bilateral. Teste de uma afirmativa sobre uma média. Teste de uma afirmativa sobre uma proporção. Teste de uma afirmativa sobre o desvio-padrão. Inferências sobre duas proporções, Inferências sobre duas médias: amostras independentes, Inferências a partir de amostras dependentes, Comparação da variação de duas amostras.
8	Análise de variância	Experimentos com um fator.
9	Controle estatístico de Processo (CEP)	Controle por variáveis. Controle por atributos.

#### Bibliografia Básica

MORETTIN, Luiz Gonzaga. **Estatística básica**. São Paulo, SP: Makron, c2000, 2 v. ISBN 8534610622 (v.1).

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008. 696 p. + CD-ROM ISBN 9788521615866.

<b>Bibliografia Básica</b>
MORETTIN, Luiz Gonzaga, <b>Estatística básica</b> , 7. ed, São Paulo, SP: Makron, c1999, 2 v, ISBN 85-346-1062-2 (v,1).

<b>Bibliografia Complementar</b>
SPIEGEL, Murray R, <b>Estatística</b> , 3. ed, São Paulo, SP: Makron, c1994, xv, 643 p. (Coleção Schaum), ISBN 8534601208.
LAPPONI, Juan Carlos. <b>Estatística usando excel</b> . São Paulo: Laponi Treinamento e Editora, 2000, 450 p.1 CD-ROM ISBN 85-85624-12-4
BERENSON, Mark L.; STEPHAN, David; LEVINE, David M.; KREHBIEL, Timothy C.. <b>Estatística: teoria e aplicações usando Microsoft Excel em português</b> . 3. ed, Rio de Janeiro: LTC, 2005, 819 p,CD-ROM ISBN 8521614195
DEVORE, Jay L. <b>Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências</b> . São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, c2006. xiii, 692 p. ISBN 9788522104598.
MILONE, Giuseppe. <b>Estatística: geral e aplicada</b> . São Paulo, SP: Thomson, c2004, 483 p. ISBN 8522103399.

#	Resumo da Alteração	Edição	Data	Aprovação	Data
1	Inserção do plano de ensino no sistema	Aurelio Rodrigues Nazareth	04/08/2016	Joseane Pontes	16/05/2018

**ANEXO C** -Ementa da disciplina de engineering design process



### Informações da disciplina

Código Ofertado	Disciplina/Unidade Curricular	Modo de Avaliação	Modalidade da disciplina	Oferta
ENG01B	Engineering Design Process	Nota/Conceito E Frequência	Semi-presencial	Semestral

Carga Horária					
AT	AP	APS	ANP	APCC	Total
0	2	0	90	0	120
<ul style="list-style-type: none"> <li>• AT: Atividades Teóricas (aulas semanais).</li> <li>• AP: Atividades Práticas (aulas semanais).</li> <li>• ANP: Atividades não presenciais (horas no período).</li> <li>• APS: Atividades Práticas Supervisionadas (aulas no período).</li> <li>• APCC: Atividades Práticas como Componente Curricular (aulas no período, esta carga horária está incluída em AP e AT).</li> <li>• Total: carga horária total da disciplina em horas.</li> </ul>					

Objetivo		
Proposição de resolução de problemas oriundos das empresas e sociedade.		
Ementa		
Geração de alternativas e proposta de solução do problema/oportunidades identificadas pelas organizações. Interdisciplinaridade.		
Conteúdo Programático		
Ordem	Ementa	Conteúdo
1	Proposição de resoluções de problemas.	Geração de alternativas.

Bibliografia Básica
PHILLIPI JUNIOR, A. SILVA NETO, A. J. Interdisciplinaridade em Ciência: tecnologia e inovação. Barueri: Manole, 2011.
CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. <b>A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas</b> . 1. ed. São Paulo, SP: Cultrix, 2014. 615 p. (Polêmica). ISBN 9788531612916.
VASCONCELOS, Eduardo Mourão. <b>Complexidade e pesquisa interdisciplinar: epistemologia e metodologia operativa</b> . 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. 343 p. ISBN 85-326-2791-9.

Bibliografia Complementar
---------------------------

<b>Bibliografia Complementar</b>	
MACCAHAN, S. Projetos de engenharia : uma introdução, [s. l.], 2017. Disponível em: <a href="http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000011794&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site">http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000011794&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a> . Acesso em: 18 dez. 2019.	
Empreendedorismo : uma perspectiva multidisciplinar, [s. l.], 2016. Disponível em: <a href="http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000008489&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site">http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000008489&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a> . Acesso em: 18 dez. 2019.	
ALEXANDER, C. K. Habilidades para uma carreira de sucesso na engenharia. Porto Alegre: AMGH, 2015. ISBN 9788580554403. Disponível em: <a href="http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000006261&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site">http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000006261&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a> . Acesso em: 18 mar. 2020.	
SLACK, N. Administração da produção, [s. l.], 2018. Disponível em: <a href="http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000011939&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site">http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000011939&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a> . Acesso em: 4 abr. 2020.	
SANMARTIN, S. Intuição e criatividade na tomada de decisões, [s. l.], 2017. Disponível em: <a href="http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000012710&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site">http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=edsmib&amp;AN=edsmib.000012710&amp;lang=pt-br&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a> . Acesso em: 4 abr. 2020.	

#	Resumo da Alteração	Edição	Data	Aprovação	Data
1	Inclusão	Lia Maris Orth Ritter Antikeira	01/07/2018	Lia Maris Orth Ritter Antikeira	01/07/2018
2	Atualização Referências EBB	Elis Regina Duarte	04/04/2020	Elis Regina Duarte	04/04/2020