

LUIZ FERNANDO CARDOSO DOS SANTOS DURÃO

**Estudo da Engenharia para o Desenvolvimento de Produtos e Inovação e Comparação
da Abordagem Tradicional com o *Design Thinking***

São Paulo

2014

LUIZ FERNANDO CARDOSO DOS SANTOS DURÃO

**Estudo da Engenharia para o Desenvolvimento de Produtos e Inovação e Comparação
da Abordagem Tradicional com o *Design Thinking***

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do diploma de Engenheiro de
Produção

São Paulo

2014

LUIZ FERNANDO CARDOSO DOS SANTOS DURÃO

**Estudo da Engenharia para o Desenvolvimento de Produtos e Inovação e Comparação
da Abordagem Tradicional com o *Design Thinking***

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do diploma de Engenheiro de
Produção

Orientador: Prof. Doutor Eduardo de Senzi
Zancul

São Paulo
2014

Catálogo-na-publicação

Durão, Luiz Fernando Cardoso dos Santos

Estudo da engenharia para o desenvolvimento de produtos e inovação e comparação da abordagem tradicional com o *design thinking* / L.F.C.S. Durão. -- São Paulo, 2014.

108 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Desenvolvimento de produtos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Dedico esse trabalho à minha família que
sempre esteve ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado ao longo de um ano intenso e importante para mim, tanto do ponto de vista profissional, mas principalmente do pessoal. Tive a honra de contar com a participação e a ajuda de pessoas muito especiais a quem eu gostaria de agradecer.

Ao Professor Dr. Eduardo de Senzi Zancul pela orientação, pela oportunidade de participar da ME310, pelo exemplo de atuação acadêmica, pela confiança e pelo carinho. Muito obrigado.

À AEP pela bolsa de estudos para a realização de uma iniciação científica que me ajudou a continuar nesse projeto que faz parte da minha formação como profissional da engenharia. Aos Amigos da Poli pela verba destinada aos protótipos do projeto. Ao Departamento de Engenharia de Produção e à Escola Politécnica por tornarem a viagem possível.

Ao Professor Dr. André Leme Fleury pelas conversas motivadoras e pela amizade.

Aos meus amigos, em ordem alfabética, Alexys, Alice, Amanda, Ana, Arthur, Bain, Bárbara, Bina, Fernando, Felipe, Giulia, Guilherme, Gustavo, Kleber, Kok, Laura, Leandro, Luís, Luiz, Luiza, Milton, Rodrigo, Olívia e Yohanis, pelo convívio e trabalho intensos e pela amizade que desenvolvemos ao longo da vida e da Poli.

A todas as empresas e profissionais que gentilmente participaram deste trabalho.

À minha mãe Eliana, meu avô José, minha vó Lucia, minha irmã Ana, meu irmão Wesley e meu pai Luiz, por estarem sempre comigo. Muito Obrigado.

Principalmente à Deus, seja lá qual seja ou não seja o seu, pela vida e pelas oportunidades.

RESUMO

Desenvolvimento de produto é uma área estratégica da Engenharia de Produção já que procura integrar os aspectos técnicos e de negócios e impulsiona diversas metodologias que visam à inovação. Como o *Design Thinking* e processos mais tradicionais. O problema prático que motiva a realização deste trabalho é a participação do autor na disciplina ME310 – *New Product Design Innovation* da Universidade de Stanford, no período de outubro de 2013 a junho de 2014, que utiliza como metodologia o *Design Thinking*. A análise da situação atual da pesquisa na área indica que faltam trabalhos comparativos entre metodologias tradicionais e o *Design Thinking*. Visando preencher essa lacuna e propor uma solução para o problema identificado, o trabalho tem como objetivos comparar o processo de desenvolvimento de produtos por meio de abordagens tradicionais de gestão do processo com a abordagem de *Design Thinking*. Mais especificamente, o trabalho visa analisar e comparar o processo de desenvolvimento adotado em duas disciplinas distintas da Escola Politécnica da USP, sendo uma focada na abordagem tradicional e outra na aplicação do *Design Thinking*. A fim de atingir esses objetivos, são gerados cinco resultados principais. O primeiro resultado do trabalho é uma régua de comparação que permita o confronto entre metodologias diferentes de desenvolvimento de produto. Essa régua, criada a partir do estudo de teorias voltadas para a capacitação do PDP, possui quatro elementos – processo, cliente, protótipo e equipe. O segundo resultado é, utilizando a régua definida anteriormente, entender as características do PDP tradicional. O terceiro resultado é a definição das características do *Design Thinking*, seguindo os indicadores de comparação definidos. O quarto resultado, capta as características de uma disciplina tradicional na Universidade de Stanford, ME310, que utiliza o *Design Thinking*. Por fim, o quinto resultado é a comparação entre metodologias da escola politécnica que usam, respectivamente, o PDP tradicional e o *Design Thinking*. A avaliação dos resultados indica que os instrumentos e o método propostos neste trabalho contribuem para concluir que não há uma metodologia certa e uma errada, não há uma metodologia mais eficiente e uma menos. Cada uma tem uma função específica podendo inclusive ser utilizadas em conjunto, com o DT para a criação da solução inovadora e o PDP tornando o produto próximo do mercado.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Produtos. *Design Thinking*. Modelo de Comparação.

ABSTRACT

Product Development is a strategic area of the Industrial Engineering once it aims to integrate the technical aspects together with the business aspects to increase innovation methodologies. As an example of these methodologies, it is possible to quote the Design Thinking (DT) and traditional approaches. The practical problem that motivate this work it is the participation of the author at the ME310 – *New Product Design Innovation* at Stanford University, between October 2013 and June 2014, which uses the Design Thinking approach. The analysis of the studies in this field indicates a lack of comparative studies between traditional methodologies and the Design Thinking. Aiming to fill this gap and propose a solution to the problem identified, this work aims to compare traditional with Design Thinking approaches. More specifically, the study aims to analyze and compare the product development process adopted in two different courses from the School of Engineering at USP. One is focused on the traditional approach and another in application of Design Thinking. In order to achieve these goals, five main results were generated. The first result of this work is a comparison rule that allows the confrontation between different methodologies of product development. This rule has four elements - process, customer, prototype and team building. The second result uses the previous rule to define the characteristics of traditional PDP. The third result is the definition of the characteristics of the Design Thinking. The fourth result captures the characteristics of a traditional discipline at Stanford University, ME310, which uses Design Thinking. Finally, the fifth result is the comparison between the school of engineering course's methodologies that use, respectively, the traditional approach and Design Thinking approach. The evaluation of the results indicates that there is no right or wrong approach; there is not a more efficient methodology. Each has a specific function and can even be used together. The DT for the creation of innovative products and the traditional to make the product closer to the market

Key - Words Product Development. *Design Thinking*. Comparison Method.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tabela resumo do desenvolvimento do trabalho.....	20
Figura 2: Esquema simplificado do modelo de capacitação profissional. Fonte: MUNDIM <i>et al.</i> (2002)	25
Figura 3: Principais fases e resultados, Rozenfeld <i>et al.</i> (2006).	26
Figura 4: Níveis de planejamento estratégico. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	27
Figura 5: Analogia entre o Planejamento Estratégico e o Desenvolvimento de Produtos. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	28
Figura 6: Custos e benefícios nas diferentes fases do PDP. Fonte: adaptado de Baxter (2000)	28
Figura 7: Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> , (2006)	30
Figura 8: Ciclo de vida segundo a evolução das vendas do produto. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> , 2006	31
Figura 9: Diagrama de Kano de satisfação dos clientes. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> , 2006	32
Figura 10: Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> , 2006.	34
Figura 11: Funções dos produtos. Fonte: adaptado de Warell (2001).....	34
Figura 12: Tipos de ciclo da fase de Projeto Detalhado. Fonte: Rozenfeld <i>et al.</i> 2006.	36
Figura 13: Critérios para o DT. Fonte Brown (2010) adaptado.	43
Figura 14: Espaço da solução e do problema no DT. Fonte: Lindenberg <i>et. al</i> (2011).....	44
Figura 15: Princípios do DT. Fonte: Almeida (2014)	45
Figura 16: Jornada do DT. Fonte: Almeida (2014) e Pinheiro (2011)	46
Figura 17: Processo convergente/divergente. Fonte: Brown (2010).	48
Figura 18: Metodologia do DT segundo Brown (2010). Fonte: Almeida (2014)	49
Figura 19: Metodologia segundo Vianna (2008). Fonte: Almeida (2014).	52
Figura 20: Metodologia DT segundo d.school (2009). Fonte Almeida (2014) e d.school (2009).	53
Figura 21: Metodologia DT segundo IDEO (2012). Fonte: Almeida (2014).....	54
Figura 22: Processo DT. Fonte: Pinheiro (2011).....	55
Figura 23: Cronograma de atividades.....	59
Figura 24: Metodologia do trabalho	63

Figura 25: Tipos de comparação de dados. Fonte: Ramos (2010).....	63
Figura 26: Combinação de componente da ME310.....	67
Figura 27: Perfil dos alunos ME310 - Stanford 2013 - 2014 - autoria grupo ME310 Brasil ..	69
Figura 28: Observações iniciais grupo ME310 Brasil - Fonte: ME310 Brasil (2014)	70
Figura 29: Trabalho no protótipo "azarão"	72
Figura 30: Testando componente do protótipo "Azarão"	72
Figura 31: Trabalho no protótipo de função crítica	73
Figura 32: Trabalho protótipo de função e aparência	73
Figura 33: Metodologia ME310. Fonte: Almeida (2014).....	74
Figura 34: Gantt comparativo entre PRO2715 e 0303410.....	76
Figura 35: Notas atribuídas as apresentações dos estudantes em três itens determinados	79
Figura 36: Slide fluxo de ideias DT. Fonte: Grupo 0303410.....	80
Figura 37:Slide fluxo de ideias PDP Fonte: Grupo PRO2715.....	80
Figura 38: Classificação dos protótipos considerando a inovação (eixo x), preparação para o mercado (eixo y) e as áreas de conhecimento (tamanho do círculo)	81
Figura 39: Protótipos DT e PDP	82
Figura 40: Comparação dos cursos de origem	83
Figura 41: Origem dos alunos por grupo DT e PDP	84
Figura 42: Quantidade de estudantes por grupo.....	85
Figura 43: Comparação da experiência dos participantes.....	86
Figura 44: Experiência por equipe DT v.s. PDP	87
Figura 45: Resultados da pesquisa em relação a afirmação da habilidade em trabalhar com desenvolvimento de produto antes e após as disciplinas.	88
Figura 46:Resultados da pesquisa em relação a afirmação da intenção em trabalhar com desenvolvimento de produto antes e após as disciplinas	89
Figura 47: Tabela de desenvolvimento do trabalho	97

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre metodologias do DT. Fonte: adaptado de Almeida (2014)	55
Tabela 2: Características ME310.....	75
Tabela 3: Itens inclusos nos relatórios técnicos apresentados pelos estudantes.....	78
Tabela 4: Comparação entre PDP e DT	90
Tabela 5: Relação entre as perguntas de pesquisa, os objetivos e os resultados do trabalho ...	91
Tabela 6: Resultado PDP.....	93
Tabela 7: Resultado DT	93
Tabela 8: Resultado ME310	94
Tabela 9: Resultado comparação de disciplinas	95

ÍNDICE DE SIGLAS

AEP – Associação dos Engenheiros Politécnicos

BOM – *Bill of Materials*

D.SCHOOL – Escola de Design da Universidade de Stanford

DOC – Documentação

DT – *Design Thinking*

IDEO – Consultoria especializada em Design

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

PEP – Plano Estratégico de Produtos

PEUN – Plano Estratégico da Unidade de Negócios

PRE - Apresentação

PRO – Protótipo

SUMARIO

1	Introdução	17
1.1	Motivação do Trabalho	18
1.2	Perguntas do Trabalho	19
1.3	Objetivo	20
1.4	Estrutura do Trabalho	20
2	Revisão bibliográfica	23
2.1	Capacitação para processo de desenvolvimento de produto (PDP).....	23
2.2	Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) tradicional	26
2.2.1	Fases do PDP tradicional	26
2.2.2	Síntese dos tópicos principais.....	40
2.3	<i>Design Thinking (DT)</i>	42
2.3.1	Jornada do DT	45
2.3.2	DT segundo Brown (2010)	47
2.3.3	DT segundo Vianna (2008)	51
2.3.4	DT segundo d.school (2009)	52
2.3.5	DT segundo IDEO (2012)	54
2.3.6	Tabela de comparação	55
2.3.7	Síntese dos tópicos principais.....	55
3	Metodologia.....	59
4	Análises	67
4.1	ME310 – <i>New Product Design and Innovation</i>	67
4.2	Comparação das disciplinas da Escola Politécnica.....	75
4.2.1	Processo	75
4.2.2	Relacionamento com o cliente.....	77

4.2.3	Protótipos	81
4.2.4	Equipe	82
4.2.5	Análise das Percepções	87
4.2.6	Resumo de comparação	90
5	Conclusão.....	91
5.1	Resultados do trabalho	91
5.2	Sugestão para trabalhos futuros.....	98
6	Bibliografia	99
7	Anexos	103

1 INTRODUÇÃO

O cenário competitivo mundial se tornou muito mais complexo, interdependente e com mudanças bruscas ocorrendo em ciclos cada vez mais curtos (TERRA, 2012). Dentro desse contexto, as empresas buscam constantemente o desenvolvimento de novos produtos que levem à inovação. Desenvolvimento de produto é o processo pelo qual a organização transforma oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em informações válidas para produção comercial (AMIGO *et al.*, 2013).

Segundo Terra (2012), há diversas abordagens para o desenvolvimento de produtos que procuram explicar a inovação pelo seu caráter mais intuitivo e imersivo, como o *Design Thinking*. Ao mesmo tempo, há abordagens que procuram explicar a essência do desenvolvimento de produtos e garantir sua reprodutibilidade a partir de entendimento fortemente analíticas, que são as metodologias mais difundidas, atualmente, nas organizações.

Buscando ampliar a utilização de novas metodologias de desenvolvimento de produtos, diversas universidades vêm desenvolvendo disciplinas que aplicam o *Design Thinking* para o desenvolvimento de produtos, como por exemplo, a disciplina 0303410 - Desenvolvimento Integrado de Produto na USP (Universidade de São Paulo), e esforços realizados na d.school da Universidade de Stanford, no Hasso Plater Institut da Alemanha, e na d.school na École des Ponts da França, dentre outras experiências no mundo. O ensino do *Design thinking* busca gerar um conjunto de conhecimentos e de experiências que ajudem a melhorar os resultados do desenvolvimento de produtos (LINDBERG *et al.*, 2011).

Segundo Freeman e Soete (1997), empresas que adotam estratégia dependente não possuem capacitação técnica para a inovação e assumem um papel subordinado às empresas mais fortes. Já as empresas que buscam liderança tecnológica em seus setores, adotam uma estratégia ofensiva, que exige constantes atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e marketing para usufruir totalmente dos benefícios gerados pela inovação, especialmente no caso da criação de novos produtos.

Desenvolvimento de produto é uma área estratégica da Engenharia de Produção já que procura integrar os aspectos técnicos e de negócios e impulsiona diversas metodologias que visam à inovação. Entretanto, há poucas comparações entre modelos tradicionais de desenvolvimento de produto e o *Design Thinking* de tal forma que esse trabalho se propõe a análise dessas suas abordagens.

1.1 Motivação do Trabalho

A motivação para a realização desse trabalho surgiu de trabalhos desenvolvidos pelo autor ao longo dos anos de 2013 e 2014 na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O primeiro trabalho a ser citado é um projeto de iniciação científica financiado pela AEP (Associação dos Engenheiros Politécnicos) iniciada em novembro de 2013 com o título de “Estudo comparativo entre PDP Tradicional e o *Design Thinking* para o desenvolvimento de produtos” cujo principais objetivos são:

- Entender os principais aspectos de metodologias tradicionais de desenvolvimento de produto;
- Entender os principais aspectos da metodologia do *Design Thinking* no desenvolvimento de produto;
- Comparar ambas as metodologias sobre os principais aspectos dentre os quais pode-se citar o processo, a formação de equipes e a prototipagem;
- Comparar a disciplina tradicionalmente realizada no Departamento de Engenharia de Produção dessa Escola, PRO2715-Projeto do Produto e Processo, que utiliza a metodologia tradicional de desenvolvimento de produto, com a disciplina recentemente implementada na Escola, 0303410-Desenvolvimento Integrado de Produtos, que utiliza como metodologia o *Design Thinking* proposto pelo Center for Design Research da Universidade de Stanford.
- Desenvolvimento de um artigo a ser submetido ao *International Journal of Engineering Education*.

Já a segunda motivação para a realização desse trabalho é a participação do autor na disciplina ME310 – *New Product Design Innovation* da Universidade de Stanford, no período de outubro de 2013 a junho de 2014, que utiliza como metodologia o *Design Thinking*. No escopo dessa disciplina o autor participou de projeto de desenvolvimento de produto para empresa do setor aeronáutico. Mais especificamente, o projeto visava o desenvolvimento de uma solução para melhoria do transporte aéreo para pessoas com deficiência física. O trabalho realizado no projeto demandou dedicação aproximada de 40 horas semanais, em atividades como:

- Entendimento do usuário – entendimento das necessidades do usuário e dos seus principais problemas;
- Desenvolvimento de protótipos – a disciplina trabalha com a metodologia de aprendizado na prática. Assim, como escopo desse trabalho, foram desenvolvidos 24 protótipos visando estudar o relacionamento do usuário com o produto e, com isso, aprimorar cada nova iteração no ciclo de desenvolvimento;
- Aprendizado da metodologia – uma das principais motivações para a participação no projeto foi a aprendizagem prática de uma nova metodologia, permitindo a criação de um padrão de comparação coerente com as práticas desenvolvidas na abordagem tradicional e na abordagem do *Design Thinking*.

Ao longo do projeto realizado no âmbito da disciplina ME310, houve intensa interação com a empresa Embraer, que foi a proponente do tema do projeto. As interações contemplaram reuniões de projeto, que permitiram atuação ampla do autor deste Trabalho de Formatura em apresentações formais e em discussões de projeto.

A participação do autor nas duas iniciativas citadas anteriormente motivou a realização de um Trabalho de Formatura que integrasse os principais conceitos estudados e aplicados na prática pelo autor ao longo do último ano. Nesse contexto foi proposto este Trabalho de Formatura.

1.2 Perguntas do Trabalho

Visando desenvolver esse trabalho com base em questionamentos que definam as diretrizes de pesquisa, desenvolveu-se as seguintes perguntas:

1. **Como comparar metodologias de desenvolvimento de produtos?**

Com essa pergunta, deseja-se a criação de parâmetros de comparação que permitam que metodologias, em um primeiro momento, distintas, sejam analisadas sob uma mesma ótica.

2. Como funcionam as metodologias em estudo considerando padrões de comparação definidos anteriormente?

Com essa pergunta, deseja-se conhecer cada uma das metodologias em estudo a fundo para que se tenha insumos que facilitem o estudo prático da comparação.

3. Como é o resultado da comparação aplicada em um caso prático?

Com essa pergunta, busca-se aplicar a metodologia anteriormente desenvolvida em um caso prático, visando identificar se as diferenças anteriores são verificadas na realidade.

1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho é **comparar o processo de desenvolvimento de produtos por meio de abordagens tradicionais de gestão do processo com a abordagem de *Design Thinking***. Mais especificamente, o trabalho visa analisar e comparar o processo de desenvolvimento adotado em duas disciplinas distintas da Escola Politécnica da USP, sendo uma focada na abordagem tradicional e outra na aplicação do *Design Thinking*.

1.4 Estrutura do Trabalho

Com o intuito de orientar a leitura deste trabalho, nesta seção será apresentada a maneira como ele está estruturado, Figura 1, bem como uma breve descrição do que o leitor encontrará em cada um de seus capítulos.

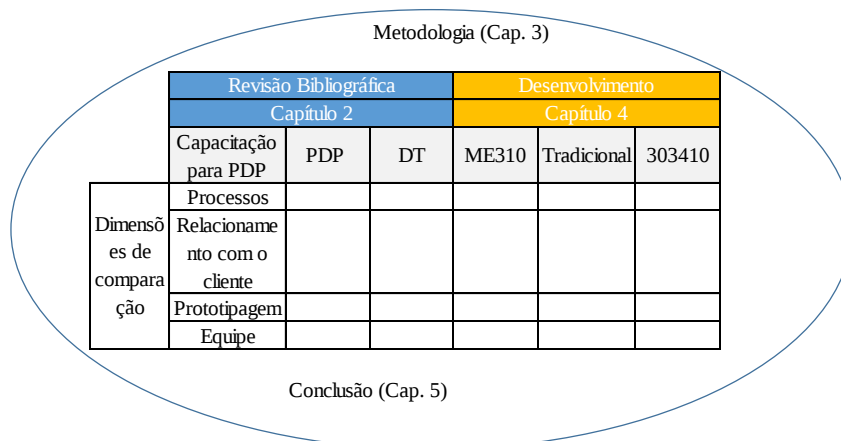


Figura 1: Tabela resumo do desenvolvimento do trabalho

Capítulo 2: Nesse capítulo são apresentadas as revisões bibliográficas a respeito dos principais temas abordados no trabalho, sendo eles o processo tradicional de desenvolvimento de produto, o *Design Thinking*, bem como capacitação para o desenvolvimento de produto usado como base para proposição de dimensões de comparação (processos, relacionamento com cliente, prototipagem e equipe).

Capítulo 3: Nesse capítulo discutir-se-ão as metodologias a serem desenvolvidas durante o trabalho. A metodologia sugerida propõe que sejam realizadas análises gerais da demografia das duas disciplinas a serem comparadas, análise dos entregáveis e análise da percepção dos alunos de ambas as disciplinas

Capítulo 4: Nesse capítulo realizar-se-á o trabalho propriamente dito seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior e utilizando de técnicas estatísticas, como o teste t, para a verificação das diferenças entre as abordagens.

Capítulo 5: Nesse capítulo serão discutidas as conclusões do trabalho buscando combinar as descobertas do capítulo 4 com a bibliografia levantada no capítulo 2 e discutindo as principais semelhanças e diferenças das disciplinas em estudo, bem como em que aspectos serão propostas melhorias no trabalho desenvolvido, além de possíveis temas para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo são apresentadas as revisões bibliográficas a respeito dos principais temas abordados neste trabalho, buscando a criação de uma base de conhecimentos que permita a correta análise e comparação das abordagens em estudo.

2.1 Capacitação para processo de desenvolvimento de produto (PDP)

A inércia inerente a este contexto sustentou durante décadas a premissa de que a manutenção dos mercados podia ser garantida pelo aumento da eficiência nos processos produtivos. As teorias de eficiência não são mais adequadas à realidade técnico-econômica, às configurações de meios e objetivos que condicionam a criação de valores na economia atual. Não se trata de passagem de um modelo para outro – homogêneo e unificado, mas de diversidade de experiências, que vão se construir em linhas de fraturas com relação ao modelo clássico (BASTOS *et al.*, 2002).

Desponta no cenário interativo da escola/empresa uma nova natureza de aprendizagem no processo de trabalho, enriquecida pelas vantagens da cooperação e provocada pela instabilidade das opções organizativas. O leque de perspectivas e de decisões é bastante amplo, o que cria necessariamente “espaços” para serem conquistados pela aprendizagem no trabalho e pelo trabalho, e não rigorosamente dentro dos padrões tradicionais da escola (ZARAFIAN, 1995).

Segundo Fleury & Fleury (1997) a questão da aprendizagem tem que ser sempre pensada de forma sistêmica, o que implica na busca da integração organizacional para atingir objetivos compartilhados, seguindo uma estratégia para a qual cada pessoa e cada unidade organizacional saibam como contribuir. O novo conceito de habilitação emana da cooperação horizontal que gera a comunicação entre os saberes, analisando os problemas e identificando as competências. As atividades produtivas não se constituem em simples etapas produtivas, mas num todo em forma de projetos dinâmicos que são construídos de maneira participativa e integrando todas as competências (BASTOS *et al.*, 2002).

São os espaços de mobilidade no posto de trabalho que formam as “zonas de intercâmbio” do saber experimental. As operações significam o domínio da resolução de problemas, integram habilidades, conhecimentos, motivações e objetivos e situam-se no “entorno social, simbólico e físico do trabalho” (ROJAS, 1997).

O desenvolvimento de produto é um dos processos mais complexos e que se relaciona com praticamente todas as demais funções de uma empresa. Para desenvolver produtos são necessárias informações e habilidades de membros de todas as áreas funcionais, caracterizando-se como uma atividade multidisciplinar (MUDIM *et al.*, 2002). Assim, o desenvolvimento de produto deve ser uma atividade feita em equipe.

Esta tarefa multidisciplinar do PDP reque, portanto, profundos conhecimentos técnicos e relacionamento interpessoal. Ou seja, um profissional qualificado atualmente é uma pessoa especialista em diversos métodos tecnológicos dentro de uma mesma área para transformar o mundo em volta dele, sob condições de contínuo aperfeiçoamento dos conhecimentos técnicos e dos recursos de informação (VODOVOZOV, 1995).

Os programas de capacitação em empresas ainda apontam para uma reprodução de modelos fordistas e tayloristas em que há a primazia pelo saber técnico em detrimento do saber tácito e do conhecimento agregado ao dia a dia do trabalhador. A comunicação acontece na mesma medida em que a capacitação ocorre no cotidiano do chão de fábrica e torna-se o cerne do processo de inovação tecnológica. Desta maneira, a capacitação em empresas precisa ser revista sob a ótica de uma educação continuada em que privilegie também o processo de comunicação no ambiente de trabalho (BASTOS *et al.*, 2002).

Uma forma de minimizar o problema de formar profissionais qualificados para o PDP seria fazer com que as pessoas adquirissem esta experiência dentro das empresas ou mesmo das escolas, entretanto poucas são as escolas ou empresas onde as pessoas podem aprender novas tecnologias acopladas com uma visão integrada do negócio, ou seja, este tipo de aprendizado não é comum, seja nos cursos de graduação das universidades, seja nos cursos de aperfeiçoamento profissional (MUNDIM *et al.*, 2002).

Segundo Mundim *et al.* (2002), há uma nova tendência para a capacitação profissional para o desenvolvimento de produto baseada pela didática ativa, a abordagem de cenário. Essa abordagem é suportada por modelos de referência, a partir dos quais se consegue capturar uma visão sistêmica e integrada do processo de negócio da empresa e se obter o mapeamento dos conhecimentos específicos necessários à execução desse processo.

A abordagem educacional de cenário proporciona alguns benefícios quando comparado com métodos tradicionais, pois:

- Apresenta uma visão holística e integrada do PDP, que permite uma vantagem maior para o aluno identificar a razão por que ele está aprendendo e seu papel dentro do processo (MUNDIM *et al.*, 2002);

- Propõe a experiência de um curso próximo ao desenvolvimento real de um projeto, o que proporciona que as pessoas notem a complexa relação entre os elementos envolvidos no processo de desenvolvimento e exercitem tarefas de trabalho em grupo (PUGH, 1996 apud MUNDIM *et al.*, 2002); e
- Permite um maior nível de retenção de conhecimentos pelos alunos, já que muitos dos conceitos que os alunos aprendem fazendo são de aprendizagem autônoma e serão mais duradouros do que os conhecimentos apresentados em uma aula convencional (SHAEITWITZ *et al.*, 1994 apud MUNDIM *et al.*, 2002).

Segundo Meister (1998) apud Mundim *et al.* (2002), um programa educacional eficiente deve ser uma combinação de formas de aprendizagem, uma vez que uma pessoa retém 20% do que ela vê, 40% do que ela vê e ouve e 70% do que ela vê, ouve e põe em prática. Dessa forma, o modelo cenário exposto anteriormente apresenta a abordagem descrita na Figura 2 abaixo, buscando integrar a teoria com a prática.

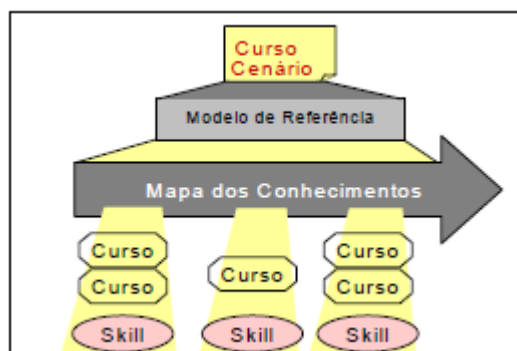


Figura 2: Esquema simplificado do modelo de capacitação profissional. Fonte: MUNDIM *et al.* (2002)

Assim, ao invés de desenvolver no futuro profissional uma determinada habilidade, deve-se sobretudo orientar o profissional para a construção de uma cultura tecnológica que lhe possibilite uma visão ampla do processo em que se encontra. Só desta maneira poder-se-á ter certeza que o profissional formado será capaz de acompanhar as transformações impostas pela nova sociedade (BASTOS *et al.*, 2002).

Desse ponto de vista, espaços são criados e outros são despertados para a capacitação em que a escola está na empresa e a empresa está na escola, não com o intuito de uma exercer o papel da outra, mas para evidenciar um ambiente que já existe no processo produtivo e que precisa agora ser formalizado. A empresa de modo geral é uma grande escola, uma universidade corporativa, pois agrega os saberes de todos os seus trabalhadores (BASTOS *et al.*, 2002).

2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) tradicional

O modelo de PDP tradicional é dividido em macrofases, subdivididas em fases e atividades (ROZENFELD *et al.*, 2006). As fases são geralmente realizadas de maneira sequencial podendo haver, ocasionalmente, sobreposição entre fases. Ao término de cada etapa é realizada uma revisão do projeto, em momentos chamados de *Stage Gates*, que definem a continuidade dos parâmetros. A partir desses aspectos, é possível montar a Figura 3 de Rozenfeld *et al.*, (2006) e definir as macrofases e fases do PDP tradicional.

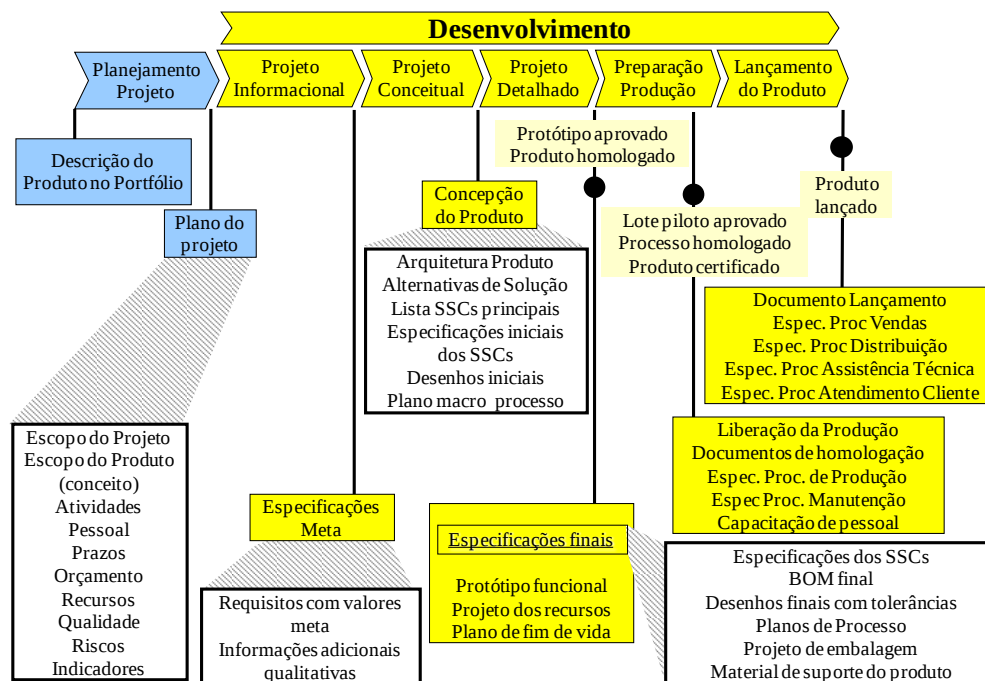


Figura 3: Principais fases e resultados, Rozenfeld *et al.* (2006).

2.2.1 Fases do PDP tradicional

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o que determina uma fase é a entrega de um conjunto de resultados (*deliverables*), que, juntos, determinam um novo patamar de evolução do projeto de desenvolvimento. Os resultados criados em cada fase permanecerão “congelados”, a partir do momento em que a fase é finalizada. A avaliação dos resultados da fase serve também como um marco importante de reflexão sobre o andamento do projeto, antecipando problemas e gerando aprendizado. Ela deve ser realizada por meio de um processo formalizado conhecido como transição de fase ou *Stage Gate*.

Nessa seção, analisar-se-á as principais fases de desenvolvimento de produto proposta pela metodologia tradicional e descritos na Figura 3. Vale ressaltar que apesar de as fases serem apresentadas de forma separada, podem haver intersecção de atividades entre uma fase e outra.

2.2.1.1 Pré-desenvolvimento

Composta das fases de planejamento de produto e de processo, é a macrofase onde se tem o primeiro com o problema, se define o escopo, prazos e orçamentos iniciais. O pré-desenvolvimento objetiva garantir que o direcionamento estratégico e tecnológico da empresa (definidos no planejamento estratégico da corporação), as oportunidades, ideias e restrições sejam sistematicamente mapeados para definir o portfólio de projetos que serão desenvolvidos bem como sua relação com os mercados que se deseja atingir, segundo Pagan *et al.*, (2011) e Rozenfeld *et al.*, (2006).

Ainda segundo Rozenfeld *et al.*, (2006), o planejamento estratégico faz parte da primeira etapa do pré-desenvolvimento. Ele compreende o Planejamento Estratégico da Corporação (PEC), que informa sobre os rumos da corporação como um todo, incluindo todas as unidades de negócio; Planejamento Estratégico da Unidade de Negócios (PEUN), que detalha como será a estratégia da unidade de negócio em si; Planejamento Estratégico de Produtos (PEP), efetivamente a primeira fase do pré-desenvolvimento, em que se determina a estratégia em relação às linhas de produto, a partir da análise do portfólio e da estratégia da unidade de negócio, conforme mostrado na Figura 4. A meta é planejar o portfólio futuro de forma a satisfazer a estratégia da unidade de negócio.



Figura 4: Níveis de planejamento estratégico. Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

Uma analogia interessante para essa atividade é um funil conectando a empresa ao mercado conforme mostrado na Figura 5. Eles vão diminuindo porque, dado o risco dessa atividade, parte deles será congelada ou cancelada antes de ser lançadas por diferentes razões. Mantendo-se um bom planejamento desses projetos, os melhores sobreviverão e atingirão o mercado. Ao final do planejamento do portfólio de produtos, obtém-se um retrato desse funil com a definição exata das famílias, produtos e projetos de desenvolvimento que deverão ser realizados pela unidade de negócio no horizonte de planejamento (ROZENFELD *et al.*, 2006).

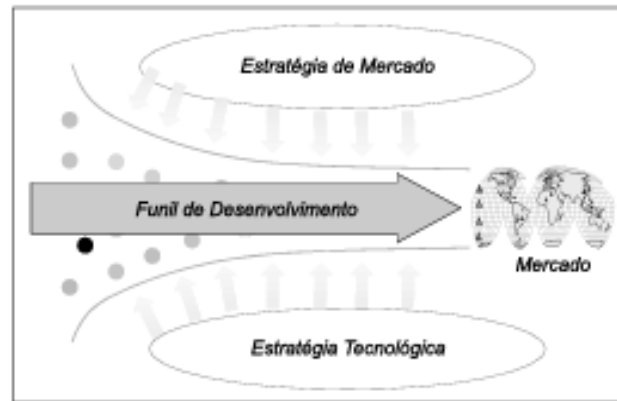


Figura 5: Analogia entre o Planejamento Estratégico e o Desenvolvimento de Produtos. Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

As fases iniciais são as mais importantes no processo de desenvolvimento de novos produtos (BAXTER, 2000). São nas fases iniciais do PDP que predominam o maior número de incertezas nas decisões. A qualidade da realização das fases iniciais influencia diretamente na eficiência do processo e no sucesso do produto (KRISHNAN & ULRICH, 2001; MILLSON & WILEMON, 2006).

Observando as curvas da Figura 6 pode-se dizer que enquanto o orçamento é comprometido em quase sua totalidade nas fases iniciais do PDP, o custo de modificações no projeto aumenta de maneira exponencial a partir da fase de projeto detalhado. Assim, é possível afirmar que as fases iniciais têm como característica um baixo custo e alto benefício, ao contrário das fases finais, que possuem alto custo e baixo benefício ao processo (PAGAN *et al.*, 2011).

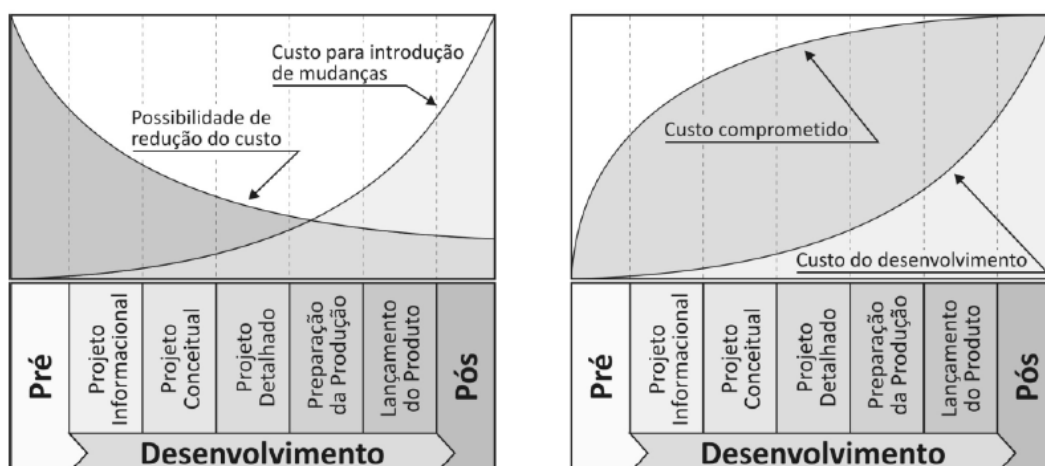


Figura 6: Custos e benefícios nas diferentes fases do PDP. Fonte: adaptado de Baxter (2000)

O Pré-desenvolvimento é, portanto, a ponte entre os objetivos da empresa e os projetos de desenvolvimento, contribuindo com a priorização de projetos de acordo com os critérios da

empresa, uso eficiente dos recursos de desenvolvimento, início mais rápido e eficiente e a definição de critérios claros para avaliação dos projetos em andamento. Cabe ressaltar que o pré-desenvolvimento deve ser usado por todos, especialmente nos casos em que o ambiente é turbulento, o produto é inovador, o tempo de vida do produto no mercado é pequeno e as peças e processos são complexos e numerosos, Segundo Rozenfeld et. al. (2006).

2.2.1.2 *Desenvolvimento*

Mais longo e responsável pelo PDP propriamente dito, é composta de cinco fases, projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), as informações obtidas na macrofase de pré-desenvolvimento são utilizadas pelos times de desenvolvimento, que variam de tamanho e tipo de membro de acordo com o desenrolar do projeto, para determinar as especificações meta do produto. Esses times variam de tamanho e tipo de membro dependendo da fase. Com base nas especificações, são estabelecidas as estruturas funcionais do produto. Em seguida, em conjunto com parceiros e fornecedores, levantam-se alternativas de solução, até que eventualmente uma seja escolhida. Os detalhes da solução elegidas são então reunidas em uma concepção do produto, que por sua vez terá sua viabilidade analisada. Caso o projeto seja aprovado, inicia-se o processo de Projetar-Construir-Testar-Otimizar o produto em ciclos de detalhamento e otimização até a homologação do produto. Os equipamentos necessários à produção são então especificados e adquiridos, possibilitando assim o início da produção e o lançamento do produto. Mudanças sempre ocorrem, o importante é fazer com que elas ocorram nas etapas iniciais de desenvolvimento, onde o custo é menor.

Nessa seção, analisar-se-ão cada uma das etapas da macrofase do desenvolvimento buscando entender qual a influência de cada uma no processo tradicional.

Projeto Informacional

Os elementos obtidos ao final da fase de planejamento do produto fornecem uma definição do escopo, descrevendo o produto que será obtido e as definições básicas e as restrições que cercam o projeto. Feito isso, a equipe de desenvolvimento será reunida e a fase de projeto informacional será iniciada (ROZENFELD *et al.*, 2006).

O objetivo dessa fase é, a partir das informações levantadas no planejamento e em outras fontes, desenvolver um conjunto de informações o mais completo possível, chamado de

especificações-meta do projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006). Diversos autores como Pugh (1990), Baxter (2000), Rozenfeld *et al.* (2006), Nickel (2010), dentre outros, propõe as seguintes etapas principais apresentadas na Figura 7: definição dos clientes. Identificação dos requisitos dos clientes; conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do produto e obtenção das especificações de projeto.

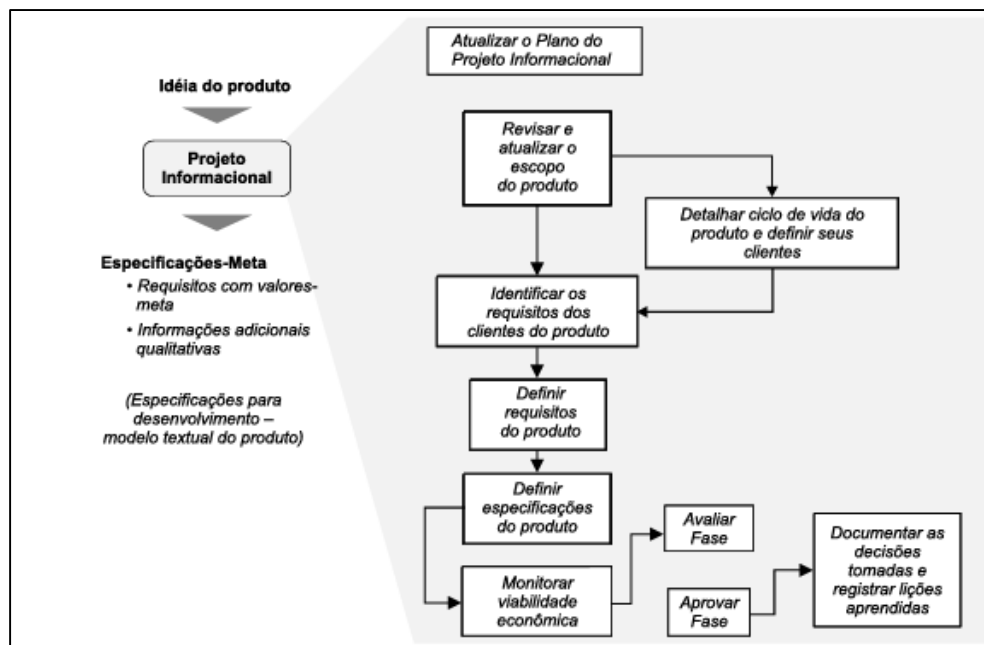


Figura 7: Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional. Fonte: Rozenfeld *et al.*, (2006)

A primeira etapa da fase de projeto informacional é a revisão do escopo do produto. Nessa atividade são coletadas e analisadas as informações que auxiliam a equipe de projeto a entender da forma mais completa possível o real problema. Ainda como parte dessa atividade tem-se a análise das tecnologias disponíveis e necessárias e as pesquisas sobre normas e patentes. A busca dessas informações deve ser dirigida em três direções, independentemente da ordem de realização delas (ROZENFELD *et al.*, 2006):

- Procura de tecnologias e métodos de fabricação disponíveis;
- Procura de patentes sobre o produto que vai ser projetado; e
- Procura de informações sobre produtos similares.

A fase de desenvolvimento, que compreende o planejamento, projeto e produção, é caracterizado por um investimento crescente até o lançamento do produto no mercado. Nas fases de lançamento e crescimento os custos de pesquisa e desenvolvimento, bem como os

custos adicionais de promoção e penetração no mercado, fazem com que os lucros sejam negativos ou baixos como mostra a Figura 8. Essas fases caracterizam-se por ser períodos de investimento e risco (ROZENFELD *et al.*, 2006).

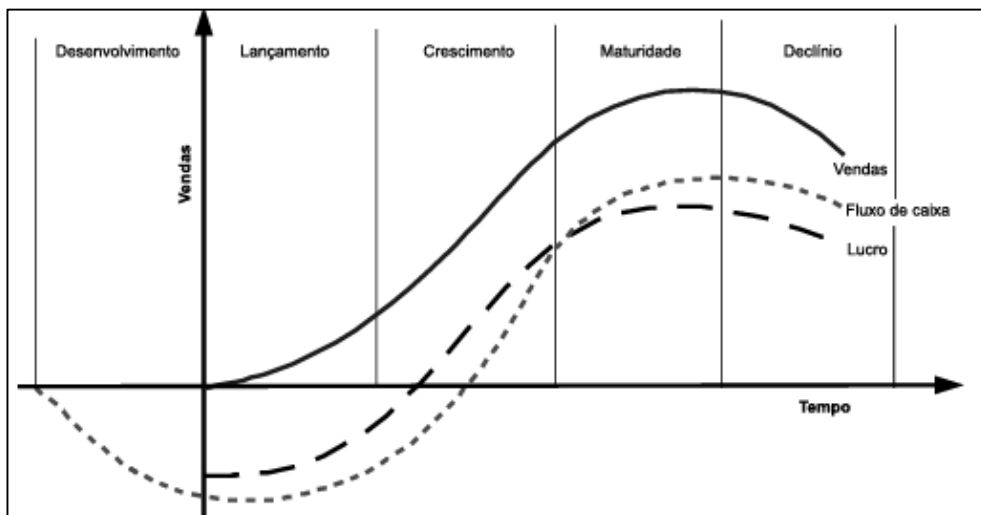


Figura 8: Ciclo de vida segundo a evolução das vendas do produto. Fonte: Rozenfeld *et al.*, 2006

Seguindo a análise do escopo do produto e do ciclo de vida desse, vem a análise dos requisitos dos clientes do produto. Nessa etapa, busca-se levantar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida. Essas atividades “brutas”, na forma de variáveis linguísticas, podem ser obtidas com o uso de listas de verificação ou por meio de observação direta, entrevistas e grupos de foco, ou usando qualquer outro método de interagir com os diferentes clientes. Posteriormente à obtenção das necessidades, é conveniente que essas necessidades sejam agrupadas e classificadas, incluindo aquelas necessidades já detectadas na Declaração do Escopo do Produto. As necessidades serão agrupadas de acordo com as fases do ciclo de vida correspondente ou por afinidades, por meio de um diagrama de afinidades (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Os requisitos associados com o ciclo de vida permitem que sejam considerados os diferentes aspectos das fases pelos quais o produto irá passar, além daqueles relacionados com a fase de uso. É importante que seja entendido o que os clientes realmente esperam do produto, para que o Time de Desenvolvimento possa “escutar a voz dos clientes”. Outro aspecto importante é que os clientes normalmente se expressam em termos das falhas dos produtos, ou do que eles não gostaram na sua experiência. Isso pode ser traduzido pelo diagrama de Kano, descrito na Figura 9 (ROZENFELD *et al.*, 2006).

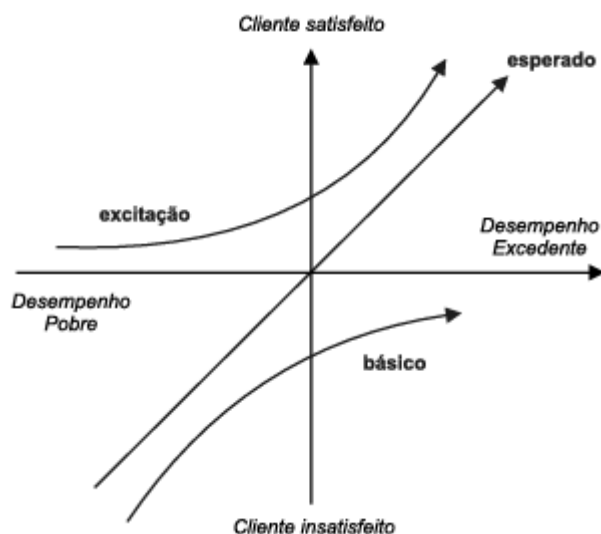


Figura 9: Diagrama de Kano de satisfação dos clientes. Fonte: Rozenfeld *et al.*, 2006

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), os requisitos classificados como básicos são aqueles que só reclamam na ausência, pois consideram que esses requisitos necessariamente devem estar presentes no produto. O principal objetivo de determinar o que os clientes esperam do produto (voz dos clientes) é achar os requisitos que realmente agradam e surpreendem favoravelmente os clientes, pois geram benefícios que os clientes não esperavam. Esse modelo representa os desejos ocultos e desconhecidos, insatisfações toleradas, expectativas até agora não alcançadas, novas facetas de uso e aplicação, aspectos de personalização do produto para o cliente etc. (ROZENFELD *et al.*, 2006). A evolução dos requisitos vai dos requisitos de excitação para requisitos básicos, que devem fazer parte dos produtos.

Os requisitos dos clientes, geralmente expressos na “língua do consumidor”, são tipicamente subjetivos. Esse tipo de informação por não ser precisa, não está ainda na forma adequada para ser utilizada nas decisões necessárias nas demais fases do desenvolvimento de produto. Faz-se necessário que esses requisitos dos clientes, ainda na forma de necessidades, sejam descritos por meio de características técnicas, possíveis de serem mensuradas. Para tal, são definidos os chamados requisitos de produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Para obter-se uma comunicação precisa durante o desenvolvimento do projeto de um produto, torna-se fundamental que as informações que irão caracterizar o produto estejam de acordo com a linguagem técnica de engenharia. Assim, os parâmetros mensuráveis associados à descrição do desempenho esperado são os chamados requisitos de produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Após realizar a conversão, é analisada a correlação entre os requisitos dos clientes e os requisitos do produto. Normalmente, avalia-se com que intensidade um requisito do produto

contribui para o requisito do cliente. Nas tarefas de analisar, classificar e hierarquizar os requisitos de produto, poderiam ser usados como referência o grau de importância dos requisitos dos clientes e a intensidade de contribuição, contribuindo para a formação das especificações-meta (ROZENFELD *et al.*, 2006).

As chamadas especificações-meta de um produto são parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto projetado deverá ter. Nesse momento é bom avaliar a correlação entre os requisitos de produto, pois pode haver uma correlação positiva ou negativa no atendimento dos requisitos dos clientes. As especificações possuem uma natureza evolucionária e são informações que podem mudar constantemente. Essas mudanças nas especificações podem ocorrer durante a sua obtenção, ao longo do desenvolvimento do produto e após o produto estar em uso (ROZENFELD *et al.*, 2006). Definidas as especificações-meta, passa-se para a macrofase do projeto conceitual.

Projeto Conceitual

Diferentemente da fase de projeto informacional que trata, basicamente, da aquisição e transformação de informações, na fase de Projeto Conceitual, as atividades da equipe de projeto relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema do projeto. A busca por novas soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos concorrentes ou similares descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados de patentes, ou até mesmo por *benchmarking*. O processo de criação de soluções é livre de restrições, porém, porém direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto de produto, e auxiliado por métodos de criatividade. A representação das soluções pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos que podem ser manuais ou computacionais, e é muitas vezes realizado em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apoiam nas necessidades ou requisitos levantados (ROZENFELD *et al.*, 2006). Pode-se observar as etapas envolvidas nessa fase na Figura 10 abaixo.

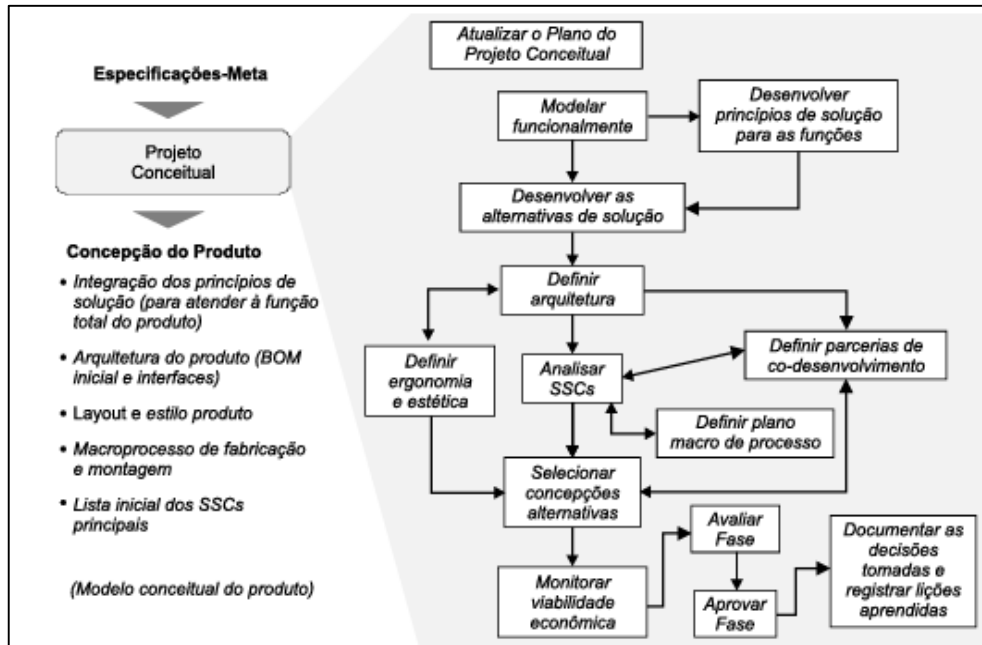


Figura 10: Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual. Fonte: Rozenfeld *et al.*, 2006.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), deve-se descrever o produto de forma abstrata. O produto é represento por meio de suas funcionalidades (Capacidades desejadas ou necessárias que tornarão o produto capaz de desempenhar seus objetivos). Esse tipo de descrição ajuda a quebrar preconceitos e chegar a soluções antes impensadas. Essas funções podem ser técnicas, transformação do estado do sistema, ou integrativas, como funções comunicativas conforme ilustrado na Figura 11 O primeiro passo é a descrição da função global do produto.

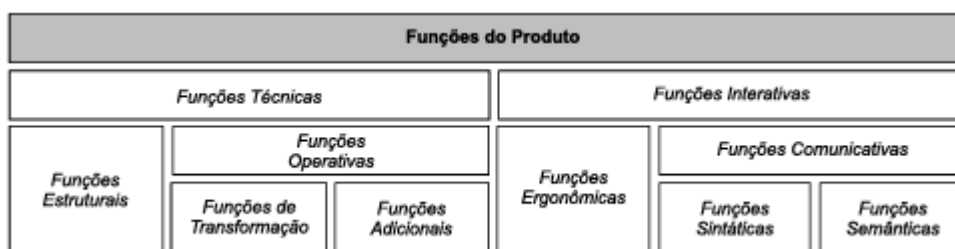


Figura 11: Funções dos produtos. Fonte: adaptado de Warell (2001).

Outros pontos importantes dessa etapa são a utilização da árvore de funções (Modelo da caixa preta buscando identificar as entradas, saídas e fluxos principais de sinal, forma física na qual a informação é transportada, Material e Energia) bem como a decomposição da função total em funções de complexidade menores. Deve-se garantir a compatibilidade de funções adjacentes, a estrutura deve permanecer simples, segundo Rozenfeld *et al.* (2006).

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o produto passa a ser visto como sendo composto de diferentes partes. Dessa forma, as alternativas de solução são desdobradas em sistema, subsistema e componentes como partes que interagem por meio de interfaces. Define-se o layout do produto.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), cada projeto terá uma arquitetura diferente sendo representados os elementos que constituem o produto, incluindo a sua estrutura. Essas estruturas podem ser modulares, não existindo compartilhamento de funções, ou integral, onde as funções são distribuídas em vários conjuntos de componentes e as interações são mal definidas. Os produtos exibem mais ou menos modularidade.

Há 5 tipos de modularidade: permutar componente, permutar alternativas sobre a mesma região; compartilhar componentes: mesmo componente básico é utilizado em diferentes famílias; adaptar a variedade, um ou mais componentes padronizados conectados a variáveis; através de barramento, componente básico que possua dois ou mais interfaces de união para o acoplamento de componentes variáveis; e seccional, coleção de componentes que podem ser unidos de forma arbitrária, segundo Rozenfeld *et al.* (2006).

Um alto número de concepções criadas, aliado a um método eficiente de seleção implica em maiores chances de sucesso do produto. A concepção obtida é uma descrição das tecnologias, princípios de funcionamento e formas de um produto, geralmente expressa por meio de um esquema ou modelo tridimensional acompanhado de uma explicação textual. Junto à concepção, obtém-se uma lista inicial com os principais sistemas, subsistemas e componentes que compõem a estrutura do produto, ou seja, o *Bill of Materials* (BOM) inicial (KRISHNAN & ULRICH, 2001).

Segundo Pagan (2011), o projeto conceitual apresenta uma alta taxa de retorno, o que corresponde a um alto custo comprometido com um baixo gasto efetivo. Além disso, outra característica que torna esta uma das fases mais importantes do PDP é sua capacidade em diminuir o *lead time* de lançamento do produto (VILAROUCA, 2008). Definidos os princípios de solução passa-se para a fase de projeto detalhado, que será discutida na seção posterior.

Projeto Detalhado

O projeto detalhado dá prosseguimento a fase anterior, e tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para então serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento (ROZENFELD *et al.*, 2006). A integração dessa fase com a do projeto conceitual depende do grau de novidade e complexidade do produto.

Para garantir o paralelismo das atividades do projeto detalhado, três ciclos são seguidos, segundo Rozenfeld *et al.* (2006):

1. **Ciclo de detalhamento:** desdobra o produto em sistemas, subsistemas e componentes, e depois os integra;
2. **Ciclo de aquisição:** é acionado durante o ciclo de detalhamento e envolve principalmente a decisão make or buy e o desenvolvimento de fornecedores.
3. **Ciclo de otimização:** ocorre durante o ciclo de detalhamento, quando os SSCs são construídos, testados, avaliados e caso necessário otimizados.

Paralelamente a esses ciclos ocorre a atividade de planejamento do processo de fabricação e montagem e o respectivo projeto de recursos (ROZENFELD *et al.*, 2006). Esse ciclo pode ser melhor visualizado na Figura 12.

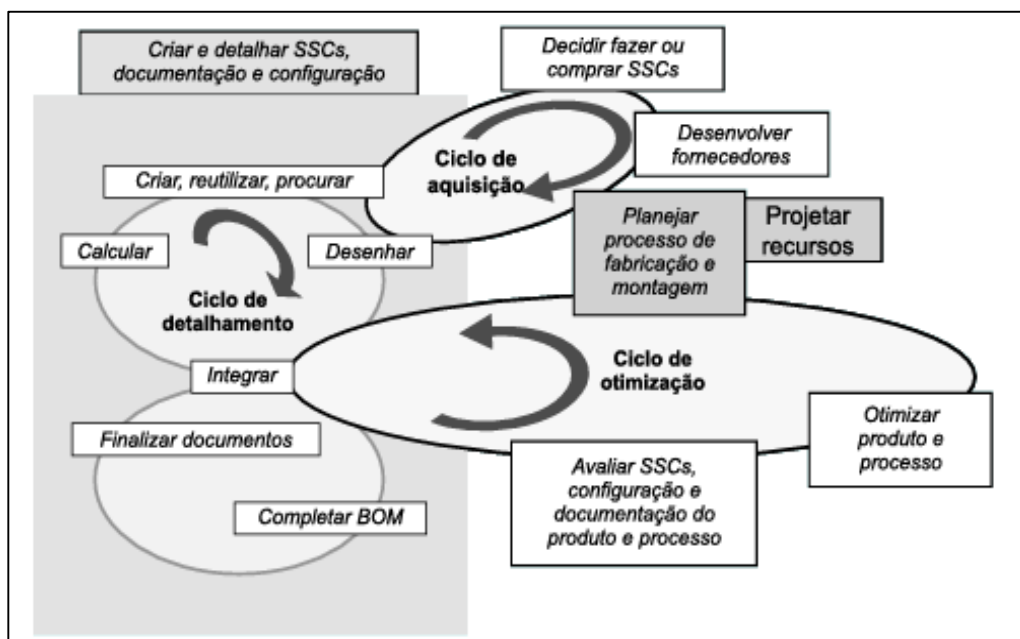


Figura 12: Tipos de ciclo da fase de Projeto Detalhado. Fonte: Rozenfeld *et al.* 2006.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o ciclo de detalhamento tem como finalidade a criação de sistemas, subsistemas e componentes do produto; a produção de documentações finais e detalhadas, que compreende, todos os desenhos dos SSCs com cotas e tolerâncias finais, e a configuração final do produto. Essa etapa pode ser subdividida nas tarefas descritas a seguir:

a. Criar, reutilizar e codificar SSCs:

Esse processo segue uma ordem lógica, na qual primeiro tenta-se recuperar SSCs da concepção ou do passado para eventualmente reutilizá-los ou adequá-los a uma necessidade do presente (ROZENFELD *et al.*, 2006).

b. Calcular e desenhar os SSCs

O cálculo das tolerâncias do projeto deve levar em consideração dois principais pontos: o grau de complexidade da tecnologia e o domínio que a empresa detém sobre ela. Caso o SSC seja conhecido da empresa, é possível que eles sejam criados e “detalhados” no projeto conceitual (ROZENFELD *et al.*, 2006).

c. Calcular e desenhar os SSCs

A especificação das tolerâncias pode ocorrer de dois modos distintos: analítica ou experimentalmente. Na primeira, normas e modelos matemáticos e simulação são utilizadas para a especificação de tolerâncias dimensionais de pares conhecidos. Nos componentes mecânicos há a necessidade de especificar desvios de três ordens de grandeza: 1) dimensionais; 2) de forma; 3) de rugosidade (ROZENFELD *et al.*, 2006).

d. Integrar os SSCs

A integração dos SSCs ocorre de maneira *bottom up*, com o foco direcionado para as interfaces entre eles. Cabe ressaltar que essa tarefa vem crescendo de importância, dado que os produtos têm sido vendidos juntamente com softwares, o que demanda um grande nível de integração (ROZENFELD *et al.*, 2006).

e. Finalizar desenhos e documentos

Nada mais é do que uma documentação adicional de todas as decisões e aplicação dos valores óbitos na análise de tolerância. A conclusão dos desenhos deve ser sucedida pela codificação dos mesmos.

f. Configurar produto e completar a estrutura do produto

O objetivo dessa tarefa é especificar o tipo de estrutura de produto (BOM.) que atende aos requisitos das demais áreas e processos de negócio da empresa. A BOM contém a identificação dos itens e os relacionamentos entre eles, assim como a conexão deles com os documentos relacionados (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o ciclo de aquisição é composto pela decisão de compra e venda, bem como pelo planejamento do processo de fabricação e montagem do produto. O primeiro dependerá de diversos fatores tais como se o item é estratégico, de commodity ou comum; os custos, tempo, capacidades e competências disponíveis para o desenvolvimento ou fornecimento dos SSCs. Para tanto, deverão ser solicitados orçamentos dos

SSCs para os fornecedores, de modo que se possa comparar as alternativas. No fim, um fluxo de caixa deve ser montado para avaliar qual das opções é melhor para todo o ciclo de vida do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Quanto ao planejamento, há dois níveis: 1) o plano macro que fornece a sequência de operações; 2) O detalhamento das operações que produz todas as informações que são colocadas ao lado do posto de trabalho, permitindo que as operações sejam realizadas com qualidade e repetitividade. O início do planejamento do processo pode ocorrer no projeto conceitual com a elaboração de uma primeira versão do plano macro. É evidente, no entanto, que é no projeto detalhado que esse planejamento ocorre de forma minuciosa e simultaneamente ao detalhamento dos documentos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Já o ciclo de otimização acontece paralelamente à atividade de criação e detalhamento dos SSCs. Para tanto, as seguintes tarefas devem ser cumpridas, segundo Rozenfeld *et al.*, (2006):

- Analisar falhas: Aplicação de FMEA (*failure mode and effect analysis*) para prevenir falhas seguindo as seguintes etapas: planejamento; análise de falas em potencial; avaliação dos riscos e proposição de melhorias;
- Avaliar tolerância analiticamente;
- Planejar os testes (produto e processo);
- Desenvolver modelos para testes (elaborar modelos matemáticos e/ou fabricar/receber o protótipo);
- Executar os testes;
- Avaliar os resultados e planejar ações;
- Avaliar consonância da documentação com as normas (Verificar se os documentos criados atendem a normas internas ou dos clientes.)

Na otimização da cadeia dimensional, as seguintes medidas podem ser tomadas, segundo Rozenfeld *et al.* (2006):

- Verificar se não existe uma cadeia mais curta;
- Verificar se tolerância do subsistema é necessária;
- Eliminar componentes;
- Diminuir a tolerância de componentes;
- Otimizar o processo;
- Colocar processo sob controle estatístico;
- Verificar as distribuições e probabilidades de erro;

- Adotar outro método de montagem para o mesmo projeto (ajustagem, montagem seletiva);
- Modificar a disposição entre os componentes e o processo de montagem correspondente. A otimização ainda realiza as ações corretivas e pode aplicar novamente alguns métodos do projeto conceitual. Espera-se que a otimização gere como resultado um aumento da disponibilidade, confiabilidade ou manutenibilidade do produto.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), a última atividade da fase de projeto detalhado é a verificação. Essa atividade analisa os resultados (saídas/documentos) do projeto para garantir o atendimento dos requisitos do produto, ou seja, analisa as especificações finais do produto. A validação deve assegurar que o produto final atenda aos requisitos de sua aplicação específica, ou seja, testa o protótipo do produto. A atividade de avaliar está no ciclo de otimização (avaliação interna) e é complementada pelos testes de homologação do produto final (avaliação externa). Verifica-se na homologação se o produto atende às exigências de instituições reguladoras e ela é muitas vezes realizada sob a supervisão dos clientes, órgãos de homologação ou de certificação etc.

Preparação da Produção

As fases tradicionalmente conhecidas como desenvolvimento de produtos terminam com a fase anterior de projeto detalhado, na qual foram definidos os processos de fabricação e as especificações dos recursos de fabricação (ROZENFELD *et al.*, 2006). Assim, não será dada muita ênfase para essa etapa e a etapa posterior.

A fase de preparação da produção engloba a produção do lote piloto, a definição dos processos de produção e manutenção. Ou seja, trata de todas as atividades da cadeia de suprimentos do ponto de vista interno, objetivando à obtenção do produto. O objetivo dessa fase é garantir que a empresa consiga produzir produtos no volume definido na declaração de escopo do projeto, com as mesmas qualidades do protótipo e que também atendam aos requisitos dos seus clientes durante o ciclo de vida do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006). Toda a estrutura é colocada em movimento.

Lançamento de Produto

Fazem parte dessa fase os desenvolvimentos dos processos de apoio à comercialização do produto, ou seja, os processos de venda; distribuição; atendimento ao cliente e assistência

técnica. Normalmente, a especificação desses processos começa antes dessa fase, mas a implementação ocorre nessa fase. Essa fase envolve o desenho dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica e as campanhas de marketing (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.2.1.3 Pós-desenvolvimento:

Composto das fases de acompanhamento do produto e de descontinuação, quando o produto é retirado do mercado. São atividades centrais do pós-desenvolvimento o acompanhamento sistemático e a documentação correspondente das melhorias de produto ocorridas durante o seu ciclo de vida. Esta macrofase compreende a retirada sistemática do produto do mercado, assim como uma avaliação de todo o ciclo de vida do produto, para que as experiências contrapostas ao que foi planejado anteriormente sirvam de referência a desenvolvimento futuros. Deve-se destacar que, nessa fase, membros do time de desenvolvimento devem ser alocados no time de acompanhamento para garantir uma continuidade e passagem de conhecimentos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Esta macrofase é iniciada com o planejamento do acompanhamento do produto, em que as principais atividades e responsáveis são definidos. A avaliação da satisfação do cliente e o monitoramento do desempenho técnico do produto fornecerão dados que deverão ser processadas e consolidadas, de modo a estarem disponíveis a todos os atores da empresa. O gerenciamento dessas informações é de suma importância para impedir que erros de planejamento persistam nas futuras inovações. Cabe enfatizar que o pós-desenvolvimento é para todos. O importante é adotar os conceitos existentes no modelo de referência e adaptá-los à realidade da empresa (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.2.2 Síntese dos tópicos principais

Após o entendimento do processo tradicional de desenvolvimento de produto far-se-á um resumo e síntese acerca dos principais tópicos abordados.

Processo

O modelo de inovação adotado pelo processo tradicional de desenvolvimento é conhecido como “funil” por vários autores. O princípio é que, no início, um número grande de ideias se transforme em um número menor de projetos especificados no portfólio, o qual, por sua vez, gerará um número menor ainda durante o desenvolvimento (vide Figura 5). Dessa

forma, é um processo linear, que dificilmente permite recomeços, muito custosos, e que conta com estágios de evolução, denominados de *Stage Gates*.

Relacionamento com o cliente

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o relacionamento com o cliente está presente principalmente nas etapas de Projeto Informacional, quando são recolhidas as especificações-meta e ao final de cada fase, nos *Stage Gates*, quando avaliam se o resultado obtido é condizente com o resultado esperado, podendo alterar o rumo do projeto.

Prototipagem

Seguindo o processo descrito por Rozenfeld *et al.* (2006), percebe-se que a prototipagem é enfatizada na fase de Projeto Detalhado, quando já há uma árvore do produto, os desenhos de conjunto, os desenhos de fabricação, além de decisões sobre compra e fabricação.

Em geral, na abordagem tradicional não há uma recomendação explícita para a realização de protótipos antes da fase anteriormente mencionada, prevalecendo a conceituação teórica, utilizando de desenhos e *softwares* que busquem sustentar a ideação por meio da modelagem e simulação.

Equipe

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), é muito comum a equipe de desenvolvimento ser nomeada como time desenvolvimento, justamente pela necessidade de se possuir um time engajado e coeso em busca de objetivos comuns.

Ainda segundo esse autor, há uma lista de critérios que devem ser seguidas para o desenvolvimento de um bom time, sendo esses: voluntariedade, trabalho integral, funções chave contidas no time multidisciplinar, proximidade física e reporte ao líder do grupo. A liderança é uma característica fundamental para o sucesso dos times que aplicam PDP tradicional, segundo Rozenfeld *et al.* (2006).

A organização das atividades de desenvolvimento de produto se refere à forma como os indivíduos que estão trabalhando estão ligados, individualmente ou em grupos, seja formal ou informalmente. As maneiras mais tradicionais de realizar essa ligação organizacional ocorrem por meio do alinhamento de funções ou de projetos, ou ambos, formando estruturas funcionais, por projeto, ou matriciais (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.3 *Design Thinking (DT)*

A maioria das pessoas veem o Design como uma disciplina meramente responsável aspecto estético dos projetos e com uma tímida importância na geração de valor para o negócio. Os trabalhadores eram vistos, durante a primeira revolução industrial, como insumos de produção e os consumidores tomados como garantidos. O relacionamento com as pessoas não era parte do planejamento estratégico da empresa (PINHEIRO, 2011).

Segundo Pinheiro (2011), a Bauhaus foi a responsável pela incorporação do design no processo de produção em massa, trazendo para a indústria um novo ponto de vista humanístico. O design é sobre pessoas e como você as coloca no centro do seu negócio para construir valor com elas e para elas. O DT se traduz no resgate desses valores essenciais do design e na aplicação desses valores na estratégia do negócio.

Ao se incluir as pessoas na avaliação, algo que é científica e tecnologicamente genial pode se tornar completamente irrelevante a ponto de não merecer ser produzido em larga escala. A inovação é resultado das pessoas, processos e muito trabalho duro, e não de ideias geniais defendidas por uma única pessoa. A união multidisciplinar proposta pelo DT é suficientemente abstrata para permitir que se inclua os melhores campos de expertise na equipe de projeto, e dessa forma garantir que se possua pensamento holístico para se enfrentar problemas complexo (PINHEIRO, 2010).

Segundo Pinheiro (2010), o pensamento do design propõe que deve-se entrar em movimento para gerar-se opções que levam a encontrar um caminho, e não o contrário. Ao contrário do modelo de execução cunhado pela revolução industrial, o design é livre para seguir uma natureza iterativa. Pelo fato de ser ilimitado, neutro e iterativo, um processo impulsionado pelo DT parecerá caótico para as pessoas que vivenciam pela primeira vez. Mas ao longo da vida de um projeto, ele invariavelmente passa a fazer sentido e atinge resultados que diferem, de forma visível, dos processos lineares baseados em marcos que definem as práticas de negócios tradicionais. (BROWN, 2010).

O designer sabe que para identificar os reais problemas e solucioná-los de maneira mais efetiva, é preciso abordá-los sob diversas perspectivas e ângulos. Não se pode solucionar problemas com o mesmo tipo de pensamento que os criou: abduzir e desafiar as normas empresariais é a base do DT (VIANNA, 2008). A evolução natural de fazer design reflete o crescimento por parte dos líderes de negócios de que o design se tornou importante demais para ser deixado exclusivamente aos designers (BROWN, 2010).

O DT é sobre endereçar problemas complicados com um olhar profundamente contagiado pela perspectiva de quem enfrenta os problemas todos os dias. A disposição e até a aceitação empolgada das restrições constituem o fundamento do DT, segundo Pinheiro (2010) essas restrições podem ser bem visualizadas em função de três critérios sobrepostos para boas ideias (Figura 13): praticabilidade (o que é funcionalmente possível num futuro próximo); viabilidade (o que provavelmente se tornará parte de um modelo de negócios sustentável); e desejabilidade (o que faz sentido para as pessoas) (BROWN, 2010).

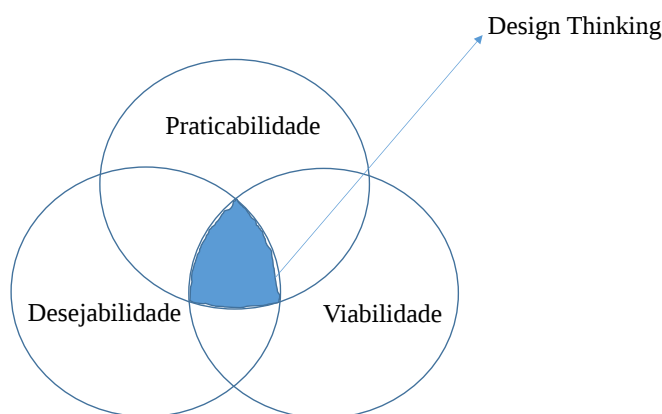


Figura 13: Critérios para o DT. Fonte Brown (2010) adaptado.

O DT começa com habilidades que os designers têm aprendido ao longo de várias décadas na busca por estabelecer a correspondência entre as necessidades humanas com os recursos técnicos disponíveis considerando as restrições práticas dos negócios (BROWN, 2010).

O DT é uma metodologia que integra o ser humano, o modelo de negócio e a tecnologia como fatores na formulação, resolução e design. Sua metodologia centrada no ser humano integra a *expertise* do design, das ciências sociais, da engenharia e dos negócios. DT cria um ambiente vibrante e interativo que promove a aprendizagem através de prototipagem rápida. (MEINEL E LEIFER, 2011).

Segundo Meinel e Leifer (2011), o DT apresenta quatro regras que devem ser seguidas no seu desenvolvimento:

- a) Regra Humana: tudo deve estar voltado para o ser humano para satisfazer suas necessidades;
- b) Regra da Ambiguidade: deve-se preservar a ambiguidade deixando espaço livre para a experimentação;
- c) Regra do Re-Design: é necessário entender as condições e necessidades do passado para poder estimar de uma maneira mais efetiva a sociedade no futuro;

- d) Regra da Tangibilidade: os protótipos são uma forma de comunicação.

Somando-se as regras acima, Lindberg *et al.* (2011), propõe três características básicas do DT, descritas a seguir e resumidas na Figura 14:

- Explorar o espaço do problema: adquirindo entendimento intuitivo através de observações e estudos de caso que permitem uma abertura do problema antes da convergência para o espaço das soluções;
- Explorar o espaço da solução: trabalhando com diversas possibilidades em paralelo e dentro dessas, protótipos que comunicam o conceito e trabalham na mesma ideia de divergir as possibilidades para convergir na melhor;
- Alinhamento iterativo entre os espaços anteriores: permitindo um alinhamento entre designers, clientes e experts;

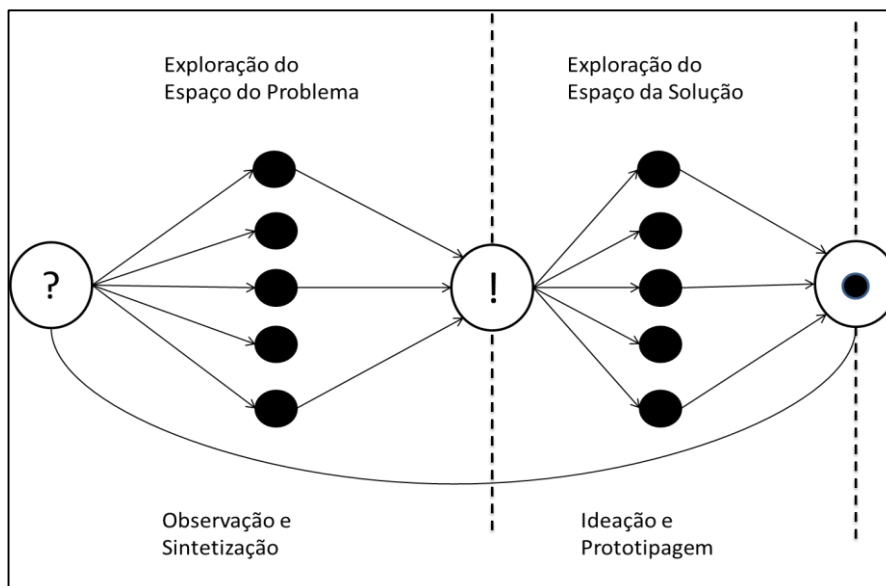


Figura 14: Espaço da solução e do problema no DT. Fonte: Lindenberg *et. al* (2011).

Os princípios definidos acima podem ser resumidos na Figura 15 (adaptado de d.school, 2009).



Figura 15: Princípios do DT. Fonte: Almeida (2014)

Baseado nesses princípios analisar-se-á os principais autores dessa metodologia. Entretanto, antes dessa análise, far-se-á uma descrição da jornada histórica do DT, buscando relacionar o momento mundial com as ideias propostas.

2.3.1 Jornada do DT

Nessa seção, analisar-se-á os principais marcos referentes ao estudo e utilização do DT. A Figura 16 aponta esses momentos que são seguidos de pequena explanação sobre o ocorrido (ALMEIDA, 2014 e PINHEIRO, 2011).

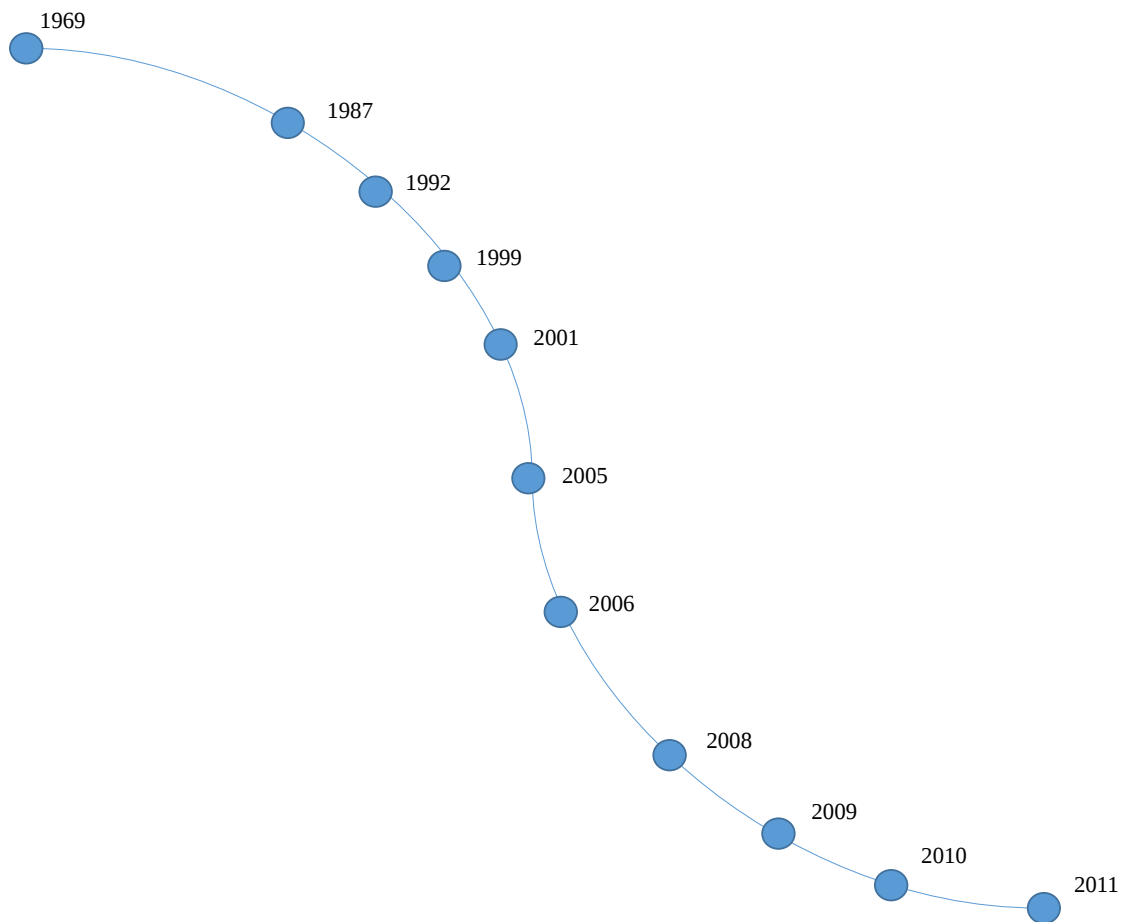


Figura 16: Jornada do DT. Fonte: Almeida (2014) e Pinheiro (2011)

1969 –Hebert Simon cita o design como pensamento não exclusivo aos designers. Na mesma época, professores de Stanford discutem metodologias de projeto criticando a forma como a engenharia era ensinada e lutam por uma estimulação maior da criatividade (ALMEIDA, 2014);

1987- Rowe cita o design no âmbito da arquitetura, comenta sobre os modos criativos e, ao mesmo tempo, a racionalidade das escolhas das soluções que melhor satisfazem os requisitos. O design começa a ser estudado como metodologia por profissionais de outras áreas e começa a se disseminar com o nome de DT (ALMEIDA, 2014);

1992 – O termo DT é mencionado por Richard Buchanan no artigo “Wicked Problems in *Design Thinking*”. Nesse artigo, Richard cita elementos que permitem que o design ganhe o potencial de abordagem, segundo Pinheiro, 2011:

- Comunicação visual;
- Olhar voltado para a função;
- Pensamento holístico;
- Design pensando em melhores ambiente.

1995 – A Koln International School of Design inaugura o primeiro curso de design de serviços, voltado para estudar a aplicação do DT na construção de estratégias de serviços (PINHEIRO, 2011).

1999 – A IDEO, consultoria global de design com um forte portfólio de produtos, incluindo o primeiro *mouse* para computador e o palmV, afirma que utiliza o DT como abordagem de seus projetos (PINHEIRO, 2011).

2001 – A P&G decidiu que o DT deveria ser parte fundamental de sua cultura de inovação (PINHEIRO, 2011).

2005–Dentro da influente Universidade de Stanford, no vale do Silício, Califórnia, nascia nesse ano o Hasso Plater Institute of Design ou d.school, como ficou mais conhecida. Uma escola dedicada a ensinar a abordagem do DT para estudantes das mais diversas disciplinas da universidade (PINHEIRO, 2011).

2006 – O DT foi protagonista do fórum econômico de Davos. Dentre as conclusões relevantes, o design foi aceito como um novo modelo de pensamento adequado para lidar com a complexidade do mundo atual no âmbito dos negócios e também em áreas como saúde, educação e habitação (PINHEIRO, 2011).

2008 – A Harvard Business Review publica um artigo escrito por Tim Brown, CEO da IDEO, intitulado “*Design Thinking*”. Nele o autor propõe o design centrado no ser humano como arma estratégica para trazer diferenciação e relevância na atual economia competitiva (PINHEIRO, 2011).

2009 – Revistas começam a publicar constantemente artigos sobre o DT (PINHEIRO, 2011).

2010 – Segundo Pinheiro (2011), cursos sobre o DT começam a ser ministrados no Brasil.

2011 – Segundo Pinheiro (2011), o DT começa a ganhar destaque na mídia com programas transmitidos pela Globo News e outros canais.

2.3.2 *DT segundo Brown (2010)*

Nessa seção, analisar-se-á a metodologia proposta por Brown (2010) seguindo os princípios identificados como pertencentes ao DT.

Uma equipe de design deveria esperar transitar por três espaços sobrepostos no decorrer de um projeto: um espaço de inspiração, no qual insights são coletados de todas as fontes possíveis; um espaço de idealização, no qual esses insights são traduzidos em ideias; e um espaço de implementação, no qual as melhores ideias são desenvolvidas em um plano de ação concreto e plenamente elaborado. O DT raramente é um salto gracioso para as alturas; ele testa

nossa solidez emocional e desafia nossas habilidades colaborativas, mas pode recompensar a persistência com resultados espetaculares (BROWN, 2010).

O fato de o DT ser expresso no contexto de um projeto força a articulação de uma meta clara desde o início. Ele cria prazos finais naturais que impõe disciplina e nos dão a oportunidade de avaliar o progresso, fazer correções no meio do caminho e redirecionar as atividades futuras. A clareza, o direcionamento e os limites de um projeto bem definido são vitais para sustentar um alto nível de energia criativa (BROWN, 2010).

O pensamento convergente é uma forma prática de decidir entre alternativas existentes. No entanto, o pensamento convergente não é tão bom na investigação do futuro e na criação de novas possibilidades. Se a fase convergente da resolução de problemas é o que nos aproxima das soluções, o objetivo do pensamento divergente é multiplicar as opções para criar escolhas. O pensamento divergente é o caminho, não obstáculo para a inovação – vide Figura 17 (BROWN, 2010).

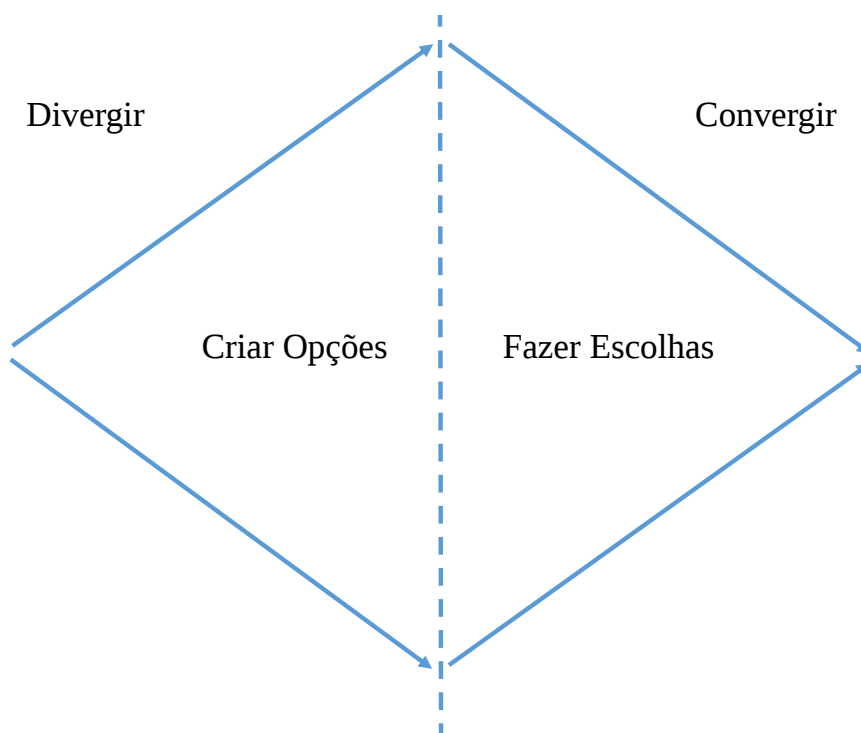


Figura 17: Processo convergente/divergente. Fonte: Brown (2010).

O processo do design thinker se parece com uma transição rítmica entre as fases divergente e convergente, com cada iteração subsequente menos ampla e mais detalhada do as anteriores (BROWN, 2010). O esquema mostrado na Figura 18, mostra a metodologia integrada com as três fases propostas por Brown (2010) e descritas nessa seção. É possível perceber que o sistema é cíclico e que os momentos de convergência e divergência não estão destacados.

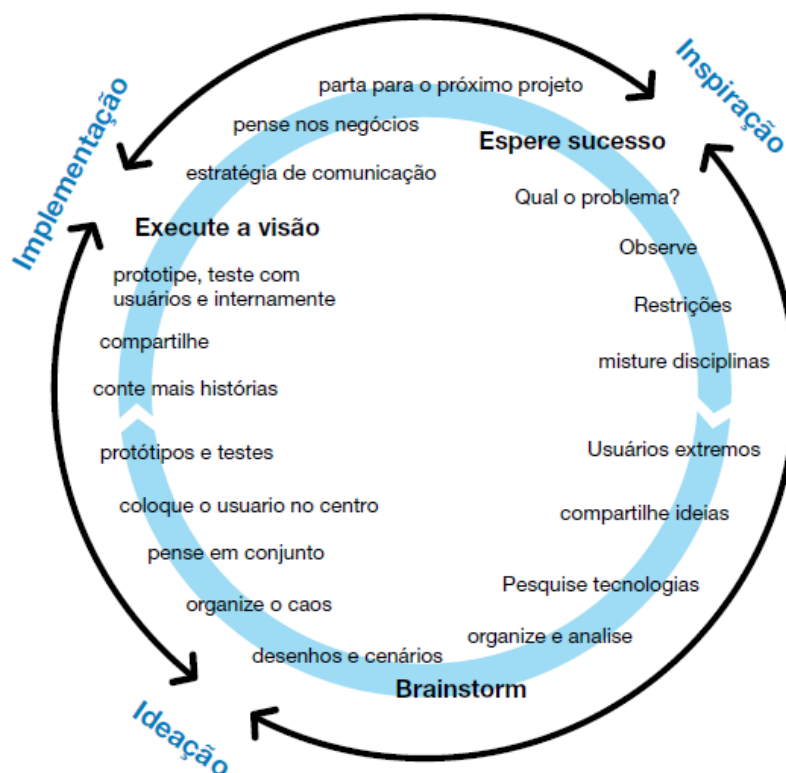


Figura 18: Metodologia do DT segundo Brown (2010). Fonte: Almeida (2014)

A evolução do design ao DT é a história da evolução da criação de produtos à análise da relação entre pessoas e produtos, e depois para a relação entre pessoas e pessoas. Para obter insights de alto nível é preciso se voltar aos extremos, aos locais em que se espera encontrar usuários “radicais”, que vivem de forma diferenciada e consomem de forma diferenciada (BROWN, 2010).

É possível passar dias, semanas ou meses conduzindo pesquisas desse tipo, mas, no final, não se terá muito mais do que alguns cadernos de observações de campo, vídeos e fotografias, a menos que se consiga desenvolver conexão com as pessoas a quem se observa em nível fundamental. Chama-se isso de empatia. A empatia é o hábito mental que leva a pensar nas pessoas como pessoas, e não como ratos de laboratório ou desvios-padrão (BROWN, 2010).

Constrói-se as pontes de insight por meio da empatia, a tentativa de ver o mundo através dos olhos dos outros, de compreender o mundo por meio das experiências alheias e de sentir o mundo por suas emoções. Dedicar tempo para entender uma cultura pode abrir novas oportunidades de inovação. Isso pode ajudar a descobrir soluções universais que tenham relevância além da imaginação, mas sempre terão origem na empatia (BROWN, 2010).

Uma das técnicas que se desenvolveu na IDEO para ajudar o consumidor-designer envolvido na criação, avaliação e desenvolvimento de ideias é o grupo de “não foco”, no qual se reúne uma variedade de consumidores e especialistas em um workshop para explorar novos conceitos em torno de determinado grupo. Enquanto grupos focais tradicionais reúnem um grupo aleatório de pessoas medianas que são observadas o grupo de não foco identifica indivíduos singulares e os convida a participar de um exercício de design ativo e colaborativo (BROWN, 2010).

Indivíduos, equipes e organizações que dominaram a matriz mental do DT tem em comum uma atitude básica de experimentação. Eles se mantêm abertos a novas possibilidades, atentos a novos direcionamentos e sempre dispostos a propor novas soluções. Essa transição do físico ao abstrato e de volta ao físico é um dos processos mais fundamentais por meio dos quais explora-se o universo, liberta-se a inovação e abre-se a mente para novas possibilidades (BROWN, 2010).

Como a abertura à experimentação é a essência de qualquer organização criativa, a prototipagem – a disposição de seguir adiante e testar alguma hipótese construindo o objeto – é a melhor evidência de experimentação. Pode-se pensar em um protótipo como um modelo terminado de um produto prestes a ser fabricado, mas esse conceito começa a ser aplicado muito antes no processo (BROWN, 2010).

Apesar de parecer que desperdiçar tempo valioso em esboços, modelos e simulações atrasará o trabalho, a prototipagem gera resultados com mais rapidez. A maioria dos problemas é complexo, e uma série de experimentos iniciais costuma ser a melhor forma de decidir entre vários direcionamentos possíveis. Quanto mais rapidamente torna-se as ideias tangíveis, mais cedo pode-se avaliá-las, lapidá-las e identificar a melhor solução (BROWN, 2010).

Os protótipos só devem consumir o tempo, o empenho e o investimento necessários para gerar feedbacks úteis e levar uma ideia adiante. Quanto maiores forem a complexidade e o custo, mais acabado ele pode aparentar e menos chances seus criadores terão de se beneficiar de um feedback construtivo. A meta de prototipagem não é criar um modelo funcional. É dar a forma a uma ideia para conhecer seus pontos fortes e fracos e identificar novos direcionamentos para a próxima geração de protótipos mais detalhados e lapidados. O escopo de um protótipo deve ser limitado. O objetivo dos protótipos iniciais deve ser decidir se uma ideia tem ou não valor funcional (BROWN, 2010).

Apesar de ser possível trabalhar sozinho, a complexidade da maioria dos projetos atuais está relegando esse tipo de prática à marginalidade. Mesmo nas áreas mais tradicionais do

design, o design industrial e gráfico, sem mencionar a arquitetura, há anos a norma tem sido a utilização de equipes (BROWN, 2010).

Em uma equipe multidisciplinar, cada pessoa defende a própria especialidade técnica e o projeto se transforma em uma prolongada negociação entre os membros da equipe, provavelmente resultando em concessões a contragosto. Todos se sentem donos das ideias e assumem a responsabilidade por elas. Para trabalhar no ambiente interdisciplinar, uma pessoa precisa aprender pontos fortes em duas dimensões – a pessoa em forma de “T” que ganhou notoriedade com a McKinsey & Company (BROWN, 2010).

Equipes criativas precisam ser capazes de compartilhar seus pensamentos não apenas verbalmente, mas também visual e fisicamente. Um espaço de projeto bem projetado pode aumentar significativamente a produtividade de uma equipe ao sustentar melhor colaboração entre seus membros e melhor comunicação com parceiros externos e clientes. O desafio dos designs thinkers é ajudar as pessoas a articular as necessidades latentes que podem nem saber que tem (BROWN, 2010).

2.3.3 DT segundo Vianna (2008)

Nessa seção, analisar-se-á a metodologia proposta por Vianna (2008) seguindo os princípios identificados como pertencentes ao DT.

Os níveis iniciais propostos por Vianna (2011) são quatro: imersão, análise e síntese, ideação e prototipação. Esse método possui um sistema que não é cíclico mas que pode voltar ao início da imersão ou à ideação a partir dos resultados da prototipação (ALMEIDA, 2014). Vide Figura 19.

A Imersão pode ser dividida em duas etapas: Preliminar e em profundidade. A primeira tem como objetivo o reenquadramento e o entendimento inicial do problema, enquanto a segunda destina-se à identificação de necessidades e oportunidades que irão nortear a geração de soluções na fase seguinte do projeto, a de Ideação (VIANNA, 2008).

Após a imersão no universo de uso dos produtos/serviços e a investigação sobre as tendências do mercado onde a empresa atua, os dados levantados são analisados, cruzando as informações a fim de identificar padrões e oportunidades. Em seguida são sintetizados visualmente de forma a fornecer insumos para a fase de Ideação (VIANNA, 2008).

São equipes multidisciplinares que seguem esse processo, entendendo os consumidores, funcionários e fornecedores no contexto onde se encontram, cocriando com os especialistas as

soluções e prototipando para entender melhor as suas necessidades, gerando ao final novas soluções, geralmente inusitadas e inovadoras (VIANNA, 2008).

Além das ferramentas, é importante que haja variedade de perfis de pessoas envolvidas no processo de geração de ideias e, portanto, normalmente inclui-se no processo aqueles que serão servidos pelas soluções que estão sendo desenvolvidas (VIANNA, 2008).

A prototipação tem como função auxiliar a validação das ideias geradas e, apesar de ser apresentada como uma das últimas fases do processo do DT, pode ocorrer ao longo do projeto em paralelo com a imersão e a ideação. O protótipo é a tangibilização de uma ideia, a passagem do abstrato para o físico de fora a representar a realidade (VIANNA, 2008).

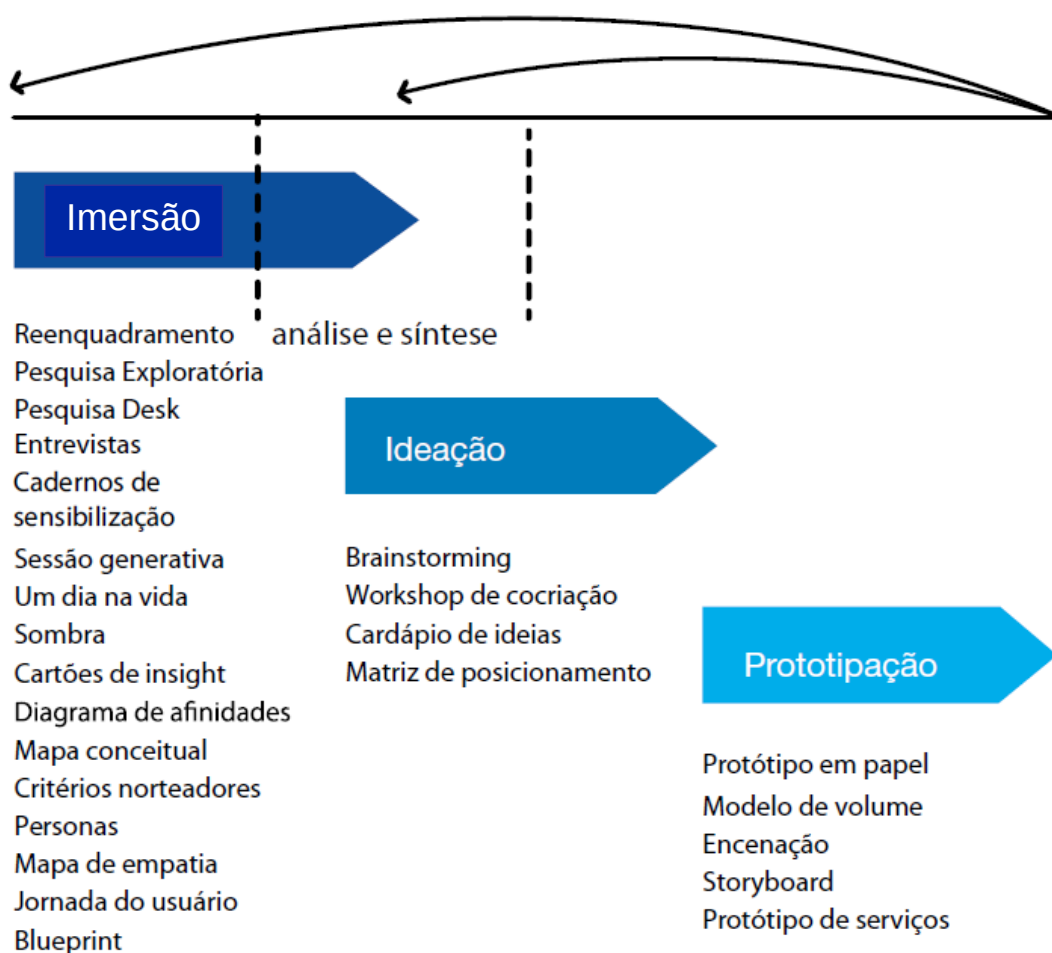


Figura 19: Metodologia segundo Vianna (2008). Fonte: Almeida (2014).

2.3.4 DT segundo d.school (2009)

Nessa seção, analisar-se-á a metodologia proposta pela d.school (2009) seguindo os princípios identificados como pertencentes ao DT.

A metodologia da d.school (2009) apresenta cinco grandes fases: empatia (processo centrado no usuário, imergir, engajar e observar o problema), definição (fazer uma síntese, apresentar um foco do problema, um ponto de vista), ideação (geração de ideias, exploração de soluções, prototipação (fazer, produzir ideias em um contexto mais real, não totalmente, mas trazendo o caráter material) e teste (para redefinir soluções e colocar o protótipo em contato com as pessoas). A metodologia possui um caráter mais linear, em que as fases se permeiam, e evidencia no processo as fases de expansão de ideias e outras de foco. Entre os diferenciais, estão técnicas como mapa de empatia, mapa do cotidiano, *bodystorm* e uma série de cinco diferentes protótipos (ALMEIDA, 2014). Vide Figura 20

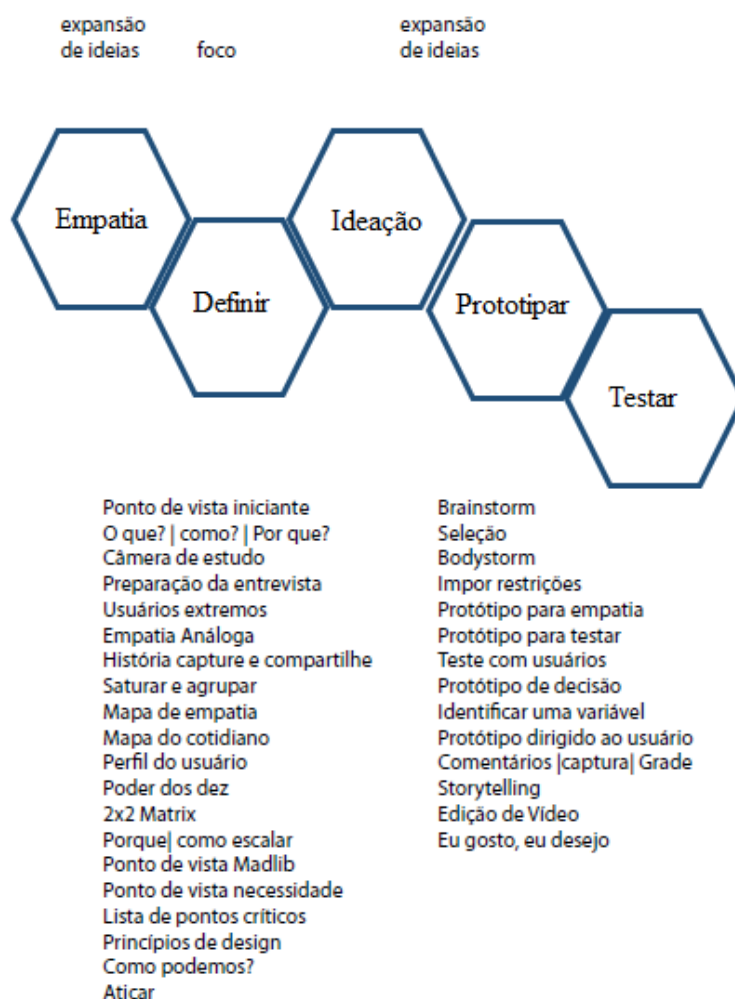


Figura 20: Metodologia DT segundo d.school (2009). Fonte Almeida (2014) e d.school (2009).

É uma prática comum testar os protótipos com os usuários para avaliar as soluções, mas também é possível ganhar empatia através da prototipação, expondo diferentes informações que apenas entrevistas e observações podem não expor. É evidente que sempre que se realiza um teste com um usuário deve-se sempre considerar o que se pode aprender da sua solução e da pessoa que a testa – sempre pode-se usar mais empatia. Entretanto, pode-se criar protótipos ou

situações especialmente projetadas para ganhar empatia, sem testar ou possuir uma solução específica. Isso é denominado de empatia ativa porque não se é um observador externo, cria-se condições para trazer novas informações. Na mesma medida, uma solução prototipada ajuda a entender o conceito proposto, um protótipo de empatia ajuda a entender sobre o espaço de design e o *mindset* das pessoas sobre certos assuntos (D.SCHOOL, 2009).

2.3.5 DT segundo IDEO (2012)

Segundo IDEO (2012), a metodologia proposta pela empresa propõe cinco passos sendo eles: descoberta (como entender o problema as diferentes abordagens que podem ser dadas), interpretação (como interpretar o aprendizado), ideação (como criar a partir de uma oportunidade), experimentação (como testar efetivamente uma ideia), e evolução (como transformar o novo em inovação) – vide Figura 21.

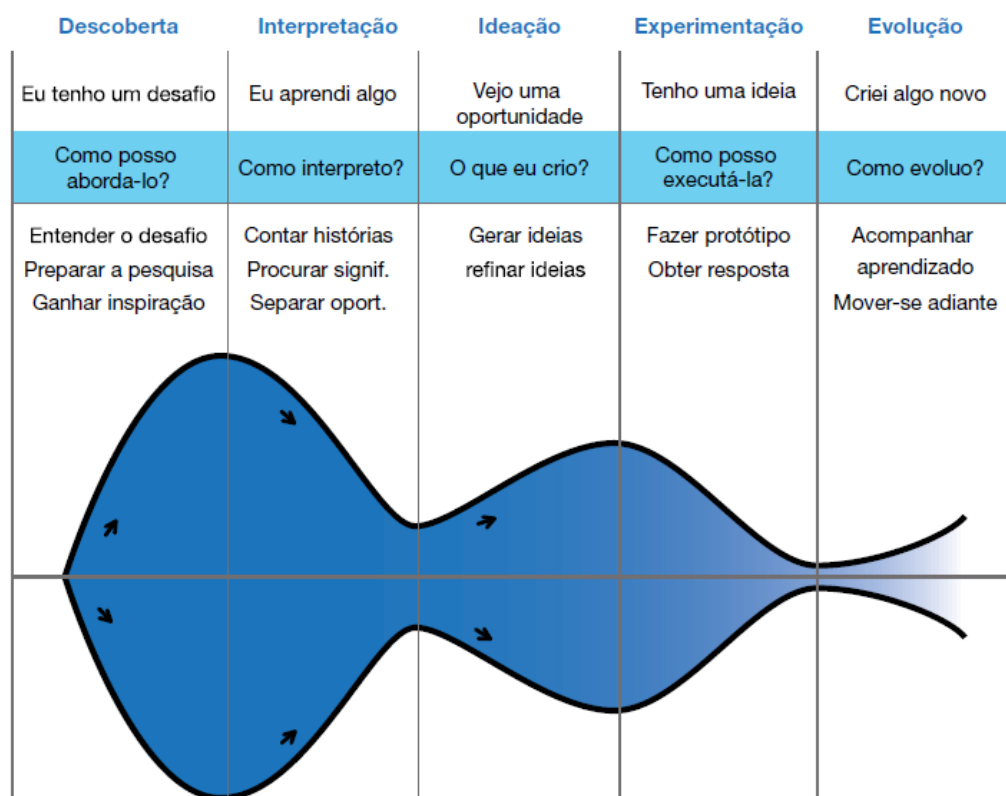


Figura 21: Metodologia DT segundo IDEO (2012). Fonte: Almeida (2014).

Assim, como o sistema da D.SCHOOL (2009), A IDEO faz um sistema levando em consideração os momentos de expansão de ideias e foco, mas adiciona ao final uma fase de evolução que torna o processo cíclico (ALMEIDA, 2014).

2.3.6 Tabela de comparação

De posse dessas informações, é possível montar a tabela 1 de comparação entre as visões de DT estudadas nos subitens anteriores, buscando estabelecer a relação entre as metodologias avaliadas.

Tabela 1: Comparação entre metodologias do DT. Fonte: adaptado de Almeida (2014)

Pressuposto:	Time Multidisciplinar			
Autor/Fase	BROWN (2010)	D.SCHOOL (2009)	VIANNA (2008)	IDEO (2012)
Preparação	Inspiração	Empatia	Imersão	Descoberta
		Definição		Interpretação
Geração	Ideação	Ideação	Ideação	Ideação
		Prototipagem	Prototipagem	Prototipagem
		Teste		Evolução
Realização	Implementação			

2.3.7 Síntese dos tópicos principais

Após o entendimento do DT far-se-á um resumo acerca dos principais tópicos abordados.

Processo

O pensamento do design propõe que deve-se gerar as opções e então encontrar um caminho e não escolher um caminho e então gerar opções. Ao contrário do modelo linear cunhado pela Revolução Industrial, o processo do design é livre para seguir uma natureza iterativa, ou cíclica em sua progressão (PINHEIRO, 2011) – vide Figura 22.

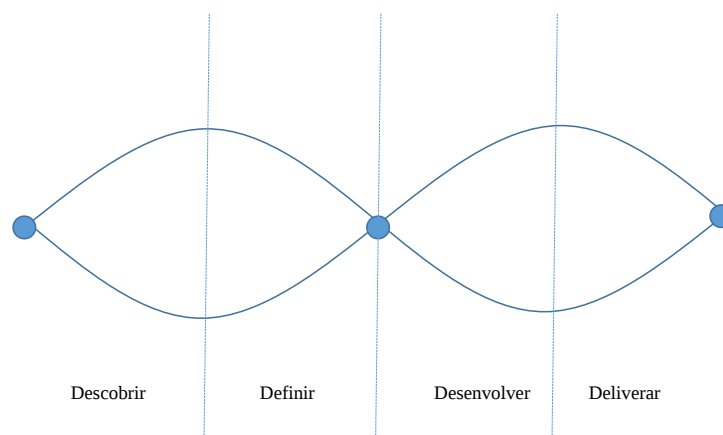


Figura 22: Processo DT. Fonte: Pinheiro (2011).

Na Figura 23 as etapas ilustradas pelas linhas divergentes denotam o momento de expandir o conhecimento. Da mesma maneira, as linhas convergentes marcam o momento de fazer as escolhas e refinar a informação (PINHEIRO, 2011). Os modelos apresentados anteriormente apresentam esse processo como motivador.

Relacionamento com o cliente

Segundo Hinds e Lyon (2011), as expectativas do cliente influenciam de maneira assertiva os tipos de protótipos, a geração de conceitos e desenho do processo que se deseja inovar. O cliente deve participar das atividades do projeto incluindo a busca das necessidades dos usuários o que é feito para trazer o cliente para perto. Entretanto, nem todas as culturas conseguem trazer o cliente para próximo do projeto, ainda segundo os autores acima descritos a China tem dificuldade em incorporar a voz do cliente, fazendo com que a maior parte de suas inovações seja incremental.

O que as pessoas dizem não é necessariamente o que fazem e dificilmente reflete tudo o que pensam. Quando se mergulha no universo delas, não está-se atrás das respostas diretas, mas principalmente atrás das perguntas corretas. A intenção não é chegar a uma média de percepções de várias pessoas, mas justamente captar os pontos de vista únicos de algumas delas e utilizá-los como inspiração para projetar. O pesquisador deve observar, sem interferir, pessoas em seus habitats naturais para tentar decodificar seus comportamentos, crenças, valores e pontos de vista (PINHEIRO, 2011).

Segundo Meinel e Leifer (2011), uma das principais regras a ser aplicada no DT é a regra humana. Assim, o ser humano é colocado como centro do design. Esse fator é imperativo para traduzir de maneira satisfatória os requisitos dos usuários em requisitos dos produtos.

Prototipagem

De nada adianta correr atrás de uma cultura de inovação se não se fomenta a paixão pelo risco e pelo erro. Não existe inovação sem a variação que uma tentativa frustrada proporciona. A experimentação é parte inseparável do processo de construção do raciocínio. Os protótipos são os meios que permitem que isso aconteça de maneira tangível e com a menor perda de significado possível entre o que foi imaginado e o que está sendo comunicado (PINHEIRO, 2011).

Protótipos iterativos ajudam os designers a refinar suas ideias e descobrir problemas e oportunidades antes desconhecidas. Protótipos podem ajudar a definir uma ideia, implementar, sentir. Eles criam empatia com o usuário (Dow e Klemmer, 2011).

Segundo Dow e Klemmer, (2011) e Meinel e Leifer (2011), protótipo é a forma como o designer consegue exprimir suas ideias e, além disso, é a forma como segue a regra da tangibilidade, tirando seu pensamento do abstrato em algo concreto, acessível aos clientes.

Ainda segundo Dow e Klemmer, (2011) o DT propõe a realização de diversos protótipos iterativamente buscando a aprendizagem e pontos que anteriormente passariam despercebidos.

A abordagem de experimentação do DT permite falhar bem antes do lançamento de uma nova oferta e aprender lições preciosas com os erros, permitindo o refinamento da proposta entre um teste e outro. Nesse mundo de protótipos, pouco importa a mídia que será utilizada. O importante é que o resultado seja adequado para simular interações que as pessoas teriam em uma situação real de uso. Um protótipo utilizando materiais mais evoluídos não necessariamente traz respostas melhores (PINHEIRO, 2011).

Equipe

É fato que a diversidade pressente na coletividade gera um potencial criativo bem maior do que um gênio sozinho (PINEIRO, 2011). Segundo Thienen *et al.* (2011), e Hinds e Lyon (2011) deve-se preferir uma equipe multidisciplinar trabalhando em conjunto, permitindo uma geração de conhecimento específico de maneira profunda, dentro de cada especialidade dos integrantes do grupo, mas também possua uma integração apropriada, facilitada pelas diferentes áreas de atuação. É a colaboração das pessoas com o perfil T, que permite um melhor entendimento em relação as necessidades e requisitos.

O segundo ponto apontado por Thienen *et al.* (2011), é o de que grupos formados por pessoas treinadas em DT e que contenham a característica da multidisciplinaridade produzem resultados mais inovadores.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho, inicialmente foi realizada uma “imersão no mundo do DT” por meio da participação na disciplina da Universidade de Stanford ME310 – *New Product Design Innovation*. Em paralelo a essa experiência, e no escopo de projeto de Iniciação Científica financiado pela Associação dos Engenheiros Politécnicos (AEP), foi realizada uma revisão bibliográfica acerca da capacitação para o PDP, na qual procurou-se identificar elementos que facilitassem a comparação entre a metodologia tradicional de PDP e o DT. Essa revisão bibliográfica foi seguida de uma revisão do próprio PDP tradicional e do DT buscando entender os elementos definidos na revisão bibliográfica sobre capacitação. Em seguida, utilizando os elementos pesquisados anteriormente, foi realizada uma comparação entre uma disciplina da Escola Politécnica que utiliza a metodologia tradicional de PDP e uma disciplina que emprega o DT. Os passos do trabalho são apresentados em ordem temporal na Figura 23.

Optou-se por realizar o estudo empírico por meio de coleta de dados das disciplinas, pois cada uma delas oferece uma série de projetos (entre 7 e 15 projetos cada disciplina) permitindo comparação das abordagens com a facilidade de acesso aos dados de desenvolvimento das equipes.

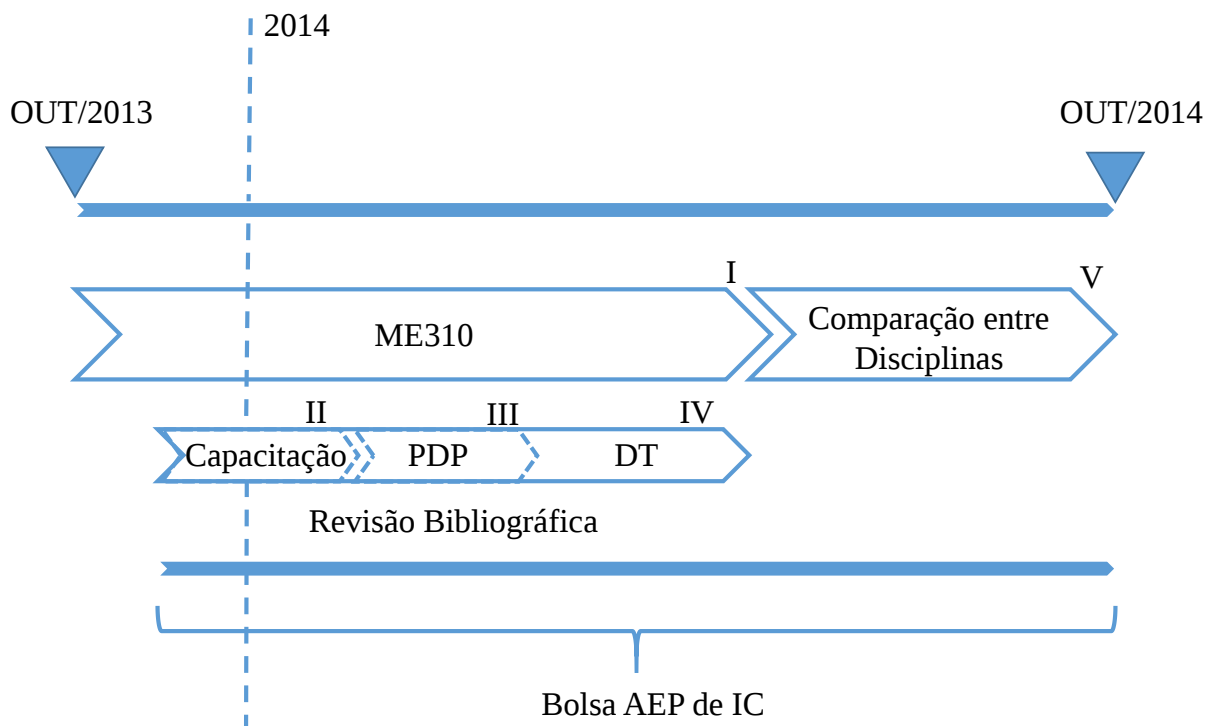


Figura 23: Cronograma de atividades

As etapas da pesquisa, apresentadas na Figura 23 são relacionadas a seguir:

I. Participação na disciplina ME 310 – *New Product Design and Innovation*

Nessa etapa foi realizada a participação na disciplina ME310 em parceria com a Universidade de Stanford e com uma empresa no setor aeronáutico buscando a vivência prática da metodologia de DT e todos os *insights* que essa experiência pode fornecer para um melhor entendimento do assunto.

II. Levantamento e estudo de dados sobre a capacitação para o PDP

Nessa etapa foi realizada uma revisão bibliográfica, com consulta de livros, artigos científicos e periódicos do assunto, procurando maior aprofundamento quanto a capacitação para o desenvolvimento de produtos. A seleção das fontes foi feita por meio de um filtro de títulos em um primeiro momento, seguido de uma leitura do resumo em buscas de elementos principais e finalmente da leitura do próprio texto. A partir dessa revisão, chegou-se a pontos de comparação que foram utilizados nos estudos das metodologias tradicional e DT.

III. Levantamento e estudo de dados sobre PDP tradicional

Nessa etapa foi realizada uma revisão bibliográfica, com consulta de livros, artigos científicos e periódicos do assunto, procurando maior aprofundamento quanto às metodologias aplicadas no desenvolvimento estruturado de produtos e os indicadores mais utilizados para a análise de projetos que utilizam esses métodos. Assim como na etapa anterior, a seleção foi feita por meio de um filtro de títulos em um primeiro momento, seguido de uma leitura do resumo em buscas de elementos principais e finalmente da leitura do próprio texto.

IV. Levantamento e estudo de dados sobre *Design Thinking*

Nessa etapa foi realizada uma revisão bibliográfica, com consulta de livros, artigos científicos e periódicos do assunto, procurando maior aprofundamento quanto às metodologias aplicadas no desenvolvimento não estruturado de produtos e os indicadores mais utilizados para a análise de projetos que utilizam esses métodos. Como nas etapas anteriores, a seleção foi feita por meio de um filtro de títulos em um primeiro momento, seguido de uma leitura do resumo em buscas de elementos principais e finalmente da leitura do próprio texto;

V. Comparação entre PDP e DT

Nessa Etapa foi realizada uma comparação entre os dois modelos em estudo levando em consideração os dados coletados na revisão bibliográfica e as informações coletadas em campo.

Para essa etapa, estudou-se casos das disciplinas citadas anteriormente, quais sejam a disciplina PRO2715 Projeto do Produto e do Processo e 0303410 Desenvolvimento Integrado de Produtos, que utilizam desenvolvimento estruturado e também as novas abordagens. Optou-se por realizar o estudo empírico em nessas disciplinas, pois ambas contemplam o desenvolvimento de produtos, desde a geração de ideias até a prototipagem. A análise em disciplina apresenta vantagens claras de acesso aos dados, uma vez que o acesso aos relatórios, as apresentações e os protótipos é facilitada em comparação com o acesso aos dados de projetos de empresas. Foi possível, assim, analisar de maneira mais profunda um conjunto maior de projetos de desenvolvimento.

Para a análise dos dados, foram analisadas características das disciplinas, bem como os entregáveis das equipes que se relacionam com as dimensões identificadas:

- **Processo:** foram analisados os calendários das duas disciplinas buscando entender a dinâmica de cada uma;
- **Relacionamento com o cliente:** foram analisados aqueles entregáveis que são visualizados pelo cliente ao final do projeto e que refletem como esse foi conduzido. Dessa forma, optou-se por analisar os relatórios finais e as apresentações finais, verificando a composição do primeiro em relação a elementos considerados constantes em relatórios de desenvolvimento de produto e atribuindo notas ao segundo considerando seu alinhamento em relação a elementos de *pitch* (“venda”) propostos pela *Endeavor*. As notas foram atribuídas pelo autor do trabalho em parceria com os autores de artigo a ser submetido para *journal* internacional.
- **Prototipagem:** foram analisados os protótipos apresentados em cada disciplina considerando três dimensões de avaliação: o grau de inovação da ideia, tal como proposto por Garcia (2002), preparação para o mercado e quantidades de áreas de conhecimento presentes no protótipo;

- **Equipe:** foram analisadas as origens dos estudantes de ambas os cursos bem como sua experiência na universidade, medida por meio da quantidade de tempo de matrícula, e a composição do grupo, em quantidade de pessoas e em experiência dos integrantes.

Além das comparações realizadas com base nas dimensões estabelecidas anteriormente, foi realizada uma avaliação da percepção dos estudantes em relação a dois tópicos antes e depois da participação nas disciplinas: (1) habilidades no desenvolvimento de produtos; e (2) intenção em trabalhar com o desenvolvimento de produtos.

VI. Conclusão

Nessa etapa foram realizadas as conclusões do processo de comparação das metodologias em estudo bem como propostas de estudos futuros e análises de limitações do trabalho atual.

Dessa forma, para as duas primeiras etapas do projeto, realizou-se revisões bibliográficas em livros, artigos e periódicos relacionados à temática de desenvolvimento do produto, inovação, design etc. Busca-se, com essa revisão entender a fundo o funcionamento de cada metodologia para que seja gerado conhecimento técnico adequado que permita uma comparação em profundidade.

Após a coleta dos dados das disciplinas e da participação na disciplina da Universidade de Stanford, realizou-se uma comparação entre essas duas metodologias utilizadas no desenvolvimento de produto e estudadas em profundidade nesse trabalho (Figura 24).

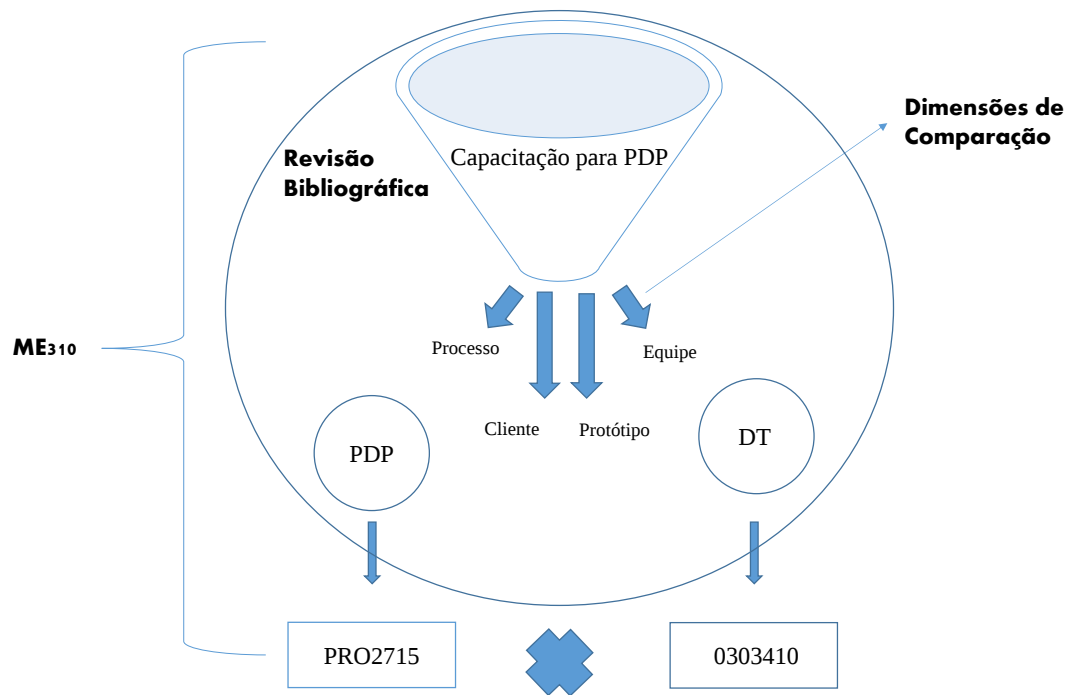


Figura 24: Metodologia do trabalho

Para uma correta análise das populações de ambas as disciplinas, aplicou-se um teste t de student visando considerar as variações da amostra e chegar a conclusões não apenas qualitativas, mas também quantitativas. Segundo Ramos (2010), há quatro formas de comparar a média, conforme descrito na Figura 25.

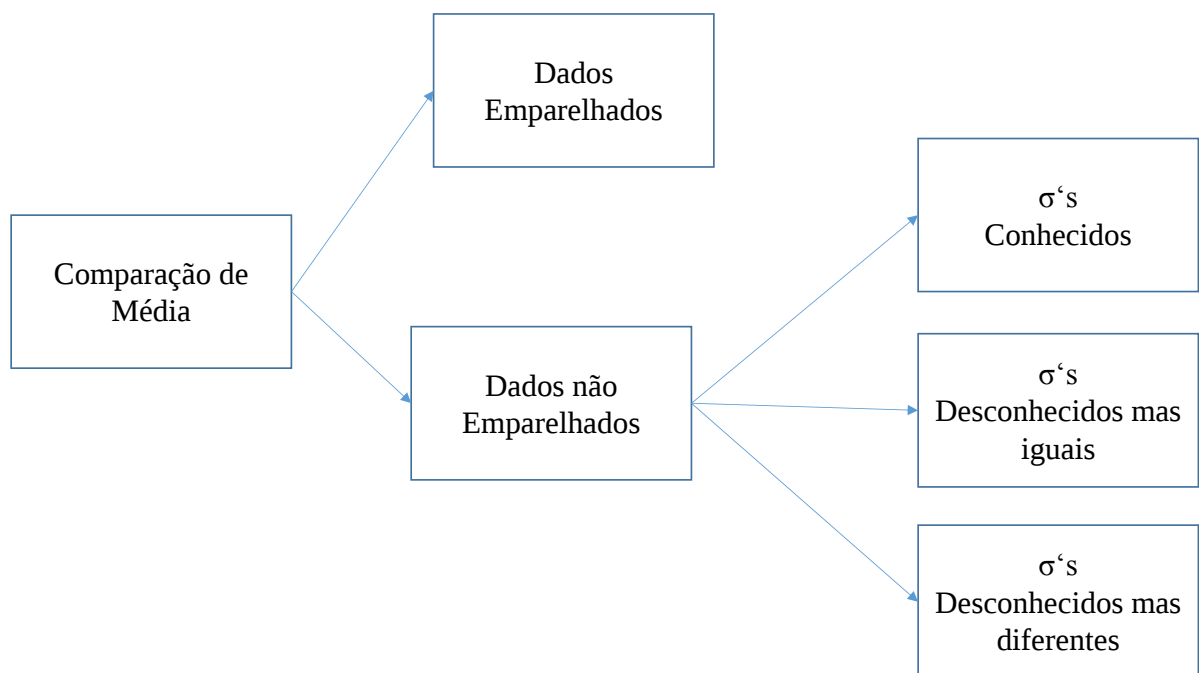


Figura 25: Tipos de comparação de dados. Fonte: Ramos (2010)

Para a análise dos dados considerar-se-á que os desvios são desconhecidos e diferentes, por uma medida conservadora, já que quando não se tem informação, adota-se essa medida. Assim, o estudo a ser feito, segundo Ramos (2010), é descrito a seguir:

Hipóteses:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = \Delta$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \text{ ou } H_1: \mu_1 < \mu_2 \text{ ou } H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Equações:

$$t_{\text{CALC}} = t_v = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - \Delta}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Onde:

μ é a média populacional;

S é o desvio da amostra;

n o tamanho da amostra;

X o elemento em estudo.

Já para os casos de análise das percepções, considera-se que os dados são emparelhados, pois são do tipo antes e depois, segundo Ramos (2010). Dessa forma, adota-se o seguinte modelo:

Hipóteses:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2, \text{ logo } \mu_1 - \mu_2 = \Delta$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \text{ ou } H_1: \mu_1 < \mu_2 \text{ ou } H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Equações:

$$t_{\text{CALC}} = t_{n-1} = \frac{\bar{d} - \Delta}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Onde

$$\bar{d} = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 \quad \text{e} \quad s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

Onde:

μ é a média populacional;

S é o desvio da amostra;

n o tamanho da amostra;

X o elemento em estudo.

De posse dessa metodologia, realiza-se as análises do trabalho, apresentadas e discutidas no capítulo 4 a seguir.

4 ANÁLISES

Nesse capítulo serão realizadas e apresentadas as análises pertinentes ao tema em estudo, começando com uma análise sobre a participação do autor na disciplina de Stanford e em seu projeto de desenvolvimento, seguindo de uma comparação das disciplinas que utilizam o PDP e o DT na Escola Politécnica da USP.

4.1 ME310 – New Product Design and Innovation

A disciplina ME310 se insere para o autor como uma atividade extracurricular sendo realizada no período de outubro de 2013 até junho de 2014. Essa disciplina é tradicional no mestrado da Universidade Stanford e possui um formato dinâmico, integrando estudantes da Universidade de Stanford e de uma universidade parceira para trabalharem juntos em um projeto proposto por uma grande empresa.

Essa disciplina tem como grande desafio a resolução de problemas reais, trazidos pela empresa parceira, por meio da metodologia do DT. O aluno deve pensar em toda a cadeia produtiva inclusive com as implicações sociais e macroeconômicas do projeto. O curso funciona com a combinação de aprendizagem baseada em problemas, imersão e simulação, tal como demonstrado na Figura 26.

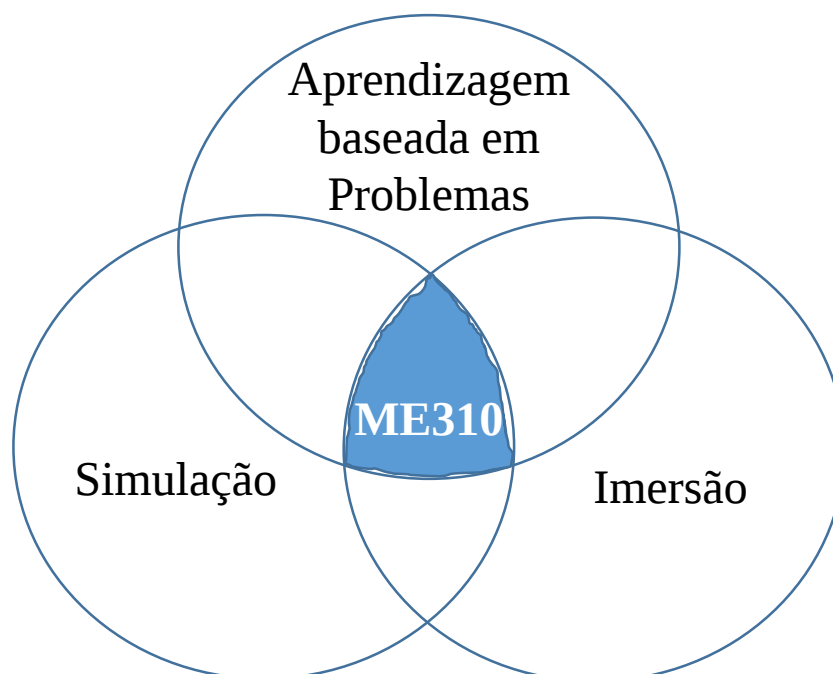


Figura 26: Combinação de componente da ME310

O ambiente da ME310 é uma verdadeira simulação da realidade, pois o projeto é real e as empresas são reais. Os estudantes aprendem fazendo, prototipando em um ambiente livre para experimentar, falhar e tentar novamente.

Assim como ocorrido em universidades como École des Ponts da França, St. Gallen na Suíça entre outras ao redor do mundo, a disciplina 0303410 – Desenvolvimento Integrado de Produto é uma tentativa de aplicar o modelo da ME310 na realidade brasileira e, dessa forma, uma vivência prática pode ser de grande valia à aplicação na Universidade de São Paulo.

A parceria ME310 Brasil começou há dois anos nos esforços do professor Dr. Eduardo de Senzi Zancul em aproximar as duas universidades e uma grande empresa do setor aeronáutico do Brasil. A parceria se efetivou em meados de 2013, quando o autor do trabalho foi selecionado, juntamente com mais um aluno da Engenharia de Produção, um aluno da Engenharia de Computação e uma aluna do curso de Design para integrar a equipe que participaria do projeto a ser desenvolvido.

O primeiro desafio vivenciado pela equipe, poucas semanas após sua formação, foi a construção de um protótipo de papel que deveria resistir à água e cumprir um desafio proposto de recolher o maior número de bolas de praia durante uma competição visando integração dos participantes realizada no período de *kick-off* do projeto realizado em outubro de 2013 na Universidade de Stanford. Por ocasião dessa atividade, duas características se sobressaíram, o intenso trabalho em equipe para resolver um desafio, bem como a prototipação desde etapas iniciais do projeto.

Após a realização desse primeiro desafio de integração, a equipe brasileira foi apresentada a sua parceira internacional, grupo de três alunos do curso de mestrado em engenharia mecânica, e ambos foram apresentados ao escopo macro do problema com a missão de concentrar seus esforços para tentar propor uma solução inovadora: melhorar a experiência de voo para pessoas com deficiência.

Do primeiro contato com a equipe internacional, com a disciplina de Stanford e com o tema, percebeu-se que no caso da ME310, as equipes, de maneira geral, não eram tão multidisciplinares como se esperava de todo o respaldo teórico pesquisado, dada a estrutura do curso baseado na Engenharia Mecânica, sendo que a multidisciplinaridade acaba sendo atingida por meio da colaboração internacional com outras universidades. Adicionalmente, os problemas apresentados eram bem abertos, cabendo ao grupo identificar os pontos de trabalho.

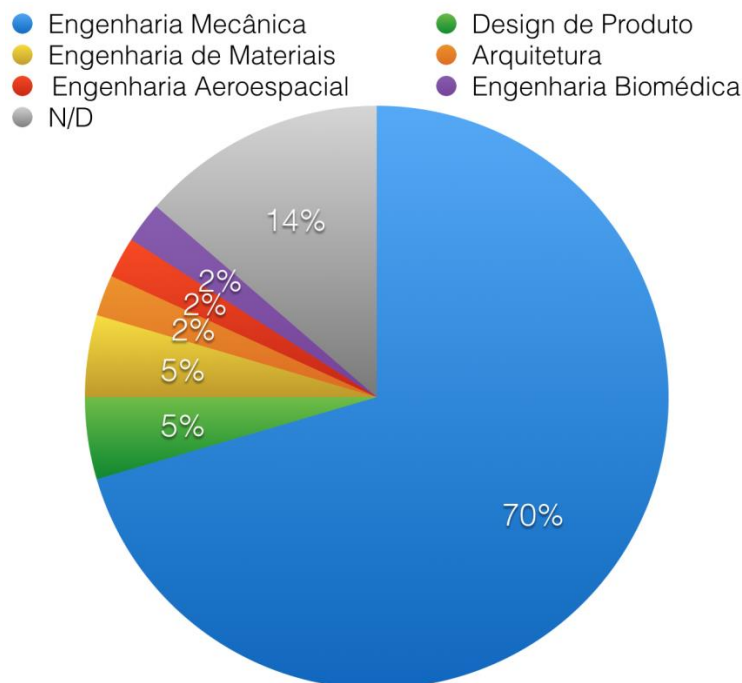


Figura 27: Perfil dos alunos ME310 - Stanford 2013 - 2014 - autoria grupo ME310 Brasil

A etapa de começo de projeto e início das atividades, seguiu-se uma etapa de inserção no espaço do problema, onde foram realizadas observações (Figura 28), entrevistas com um amplo grupo de usuários, pesquisas por patentes e outras soluções existentes tanto no mercado da aviação quanto em outros setores de transporte que permitissem uma abertura em relação ao tema para que pudesse ser realizada uma primeira etapa de ideação e prototipagem fechando em um problema crítico para o usuário e obtendo seu *feedback*. Dessa primeira etapa de iteração, o grupo obteve um grupo de ideias iniciais e decidiu se concentrar, para uma primeira etapa de prototipagem e aprendizado, nas opções que variavam o espaço entre as poltronas de um avião, facilitando o acesso do passageiro.

Os primeiros protótipos são tecnicamente simples e não precisam ter um refinamento de construção que os tornem protótipos de aparência, basta apenas representarem a função que realizariam caso evoluíssem para um produto final. Dessa primeira iteração percebe-se que o contato com o usuário é de fundamental importância para que se pense em produtos condizentes com a real necessidade dele, especialmente em um caso no qual o time de desenvolvimento não está inserido como usuário. Além disso, o tempo entre o início das atividades e a primeira iteração de protótipos foi extremamente curto, o que deixou mais evidente o conceito de aprender por meio da construção de protótipos e da empatia com os usuários.

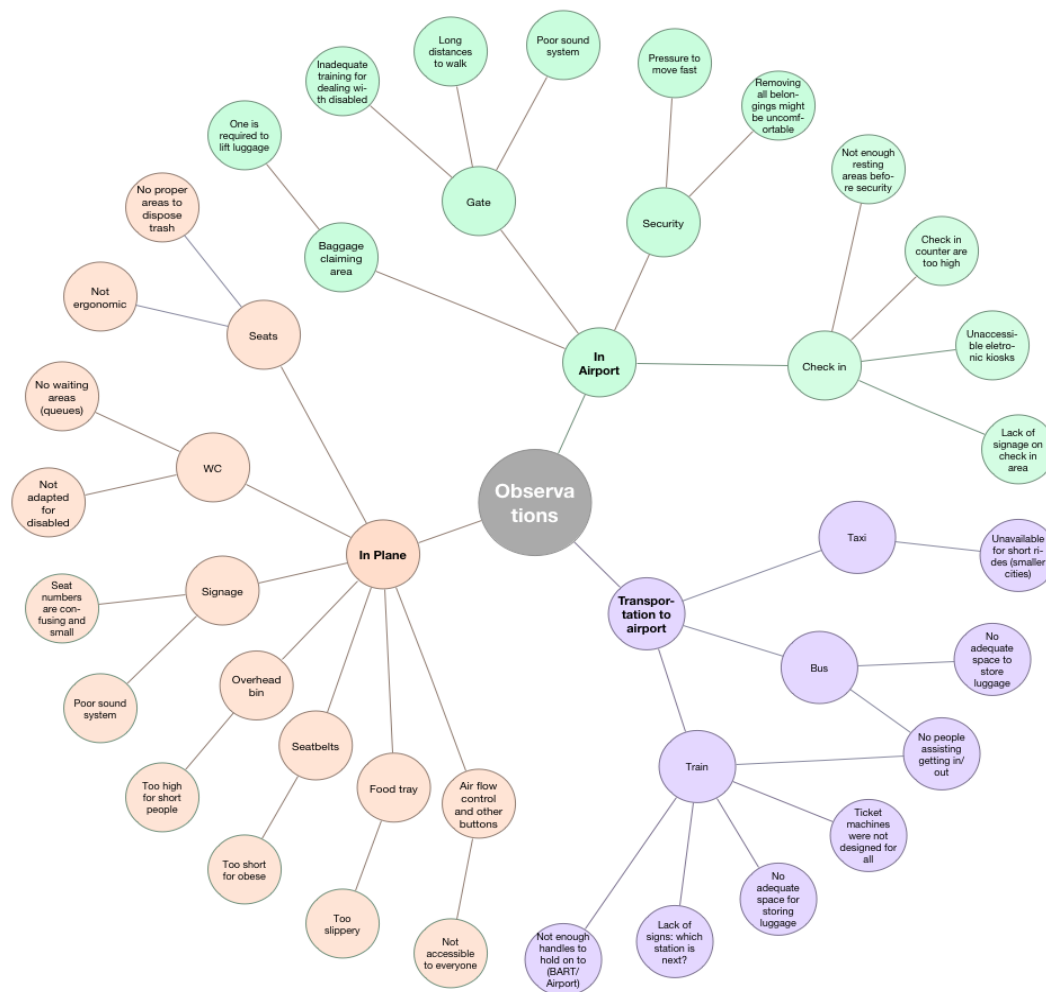


Figura 28: Observações iniciais grupo ME310 Brasil - Fonte: ME310 Brasil (2014)

Após essa ideação e prototipagem inicial, o grupo foi desafiado a pensar sobre outros problemas e aspectos críticos que foram descartados em etapas anteriores, por representarem um alto grau de desafio técnico, fora das áreas de atuação do grupo ou mesmo para a empresa proponente do desafio. Esse protótipo tem por finalidade revelar pontos que tradicionalmente ficam de fora de processos tradicionais de desenvolvimento, pelos motivos acima citados, mas que podem revelar pontos importantes do design. Ele é chamado de azarão, do inglês “*Dark Horse*”.

De posse dessas premissas, o grupo realizou uma sessão de ideação juntamente com a empresa proponente buscando identificar problemas críticos ao nosso usuário e que ao mesmo tempo se inserissem nos requisitos acima. Foi uma etapa de prototipagem intensa - um novo protótipo por semana - mas que proporcionou um aprendizado intenso que acabou influenciando o produto final ao revelar aspectos críticos que antes passaram despercebidos.

Após a etapa da ideia “azarão”, seguiu-se para nova série de prototipagem que já se encaminhava para o produto final. Trata-se de um protótipo que deveria apresentar a função

final a ser desenvolvida, mas não precisava apresentar aparência física apurada, bastava demonstrar a ideia do produto para o usuário e definir o novo caminho a ser traçado ou mantido. Essa etapa foi de extrema importância para a equipe, uma vez que se optou por uma mudança na direção que estava sendo seguido antes do “azarão”, para poder incorporar os aspectos críticos identificados naquela fase.

Seguindo a metodologia proposta pela disciplina, prosseguiu-se com a ideia desenvolvida na etapa anterior que começava a ganhar traços de refinamento. Assim, o protótipo que antes demonstrava apenas a função ganhou um requinte de produto final, encaminhando a solução a ser apresentada.

Os meses compostos pelos três últimos protótipos descritos são foram meses de intenso trabalho, com 40 horas semanais de dedicação, aproximadamente, e entregas semanais de protótipos. Percebeu-se que a cada iteração de prototipagem aprendia-se algo novo em relação ao problema, tanto se baseando na impressão do usuário, na impressão do time de professores e na empresa, mas também nas técnicas de construção, que mostravam problemas antes não vistos quando a ideia se encontrava apenas como algo abstrato – vide Figura 29, Figura 30 e Figura 31.

Seguindo a etapa anterior, foi elaborado o protótipo final, no qual buscou-se utilizar de todo o aprendizado das etapas anteriores para o desenvolvimento de um protótipo que pudesse ser testável, e útil para seus usuários finais – vide Figura 32.



Figura 29: Trabalho no protótipo "azarão"



Figura 30: Testando componente do protótipo "Azarão"



Figura 31: Trabalho no protótipo de função crítica



Figura 32: Trabalho protótipo de função e aparência

Pode-se observar, da descrição da disciplina, que ela segue a metodologia proposta pela d.school (2009), sendo composta de cinco etapas de prototipagem. Cada uma dessas etapas de prototipagem pode ser vista como uma macrofase que segue um ciclo de prototipagem (Figura 33). Assim, são repetidas cinco vezes as etapas de definição do problema, empatia, ideação, prototipação e teste, divergindo e convergindo a cada etapa. Há uma grande predileção por protótipos de empatia, buscando o aprendizado a cada iteração.

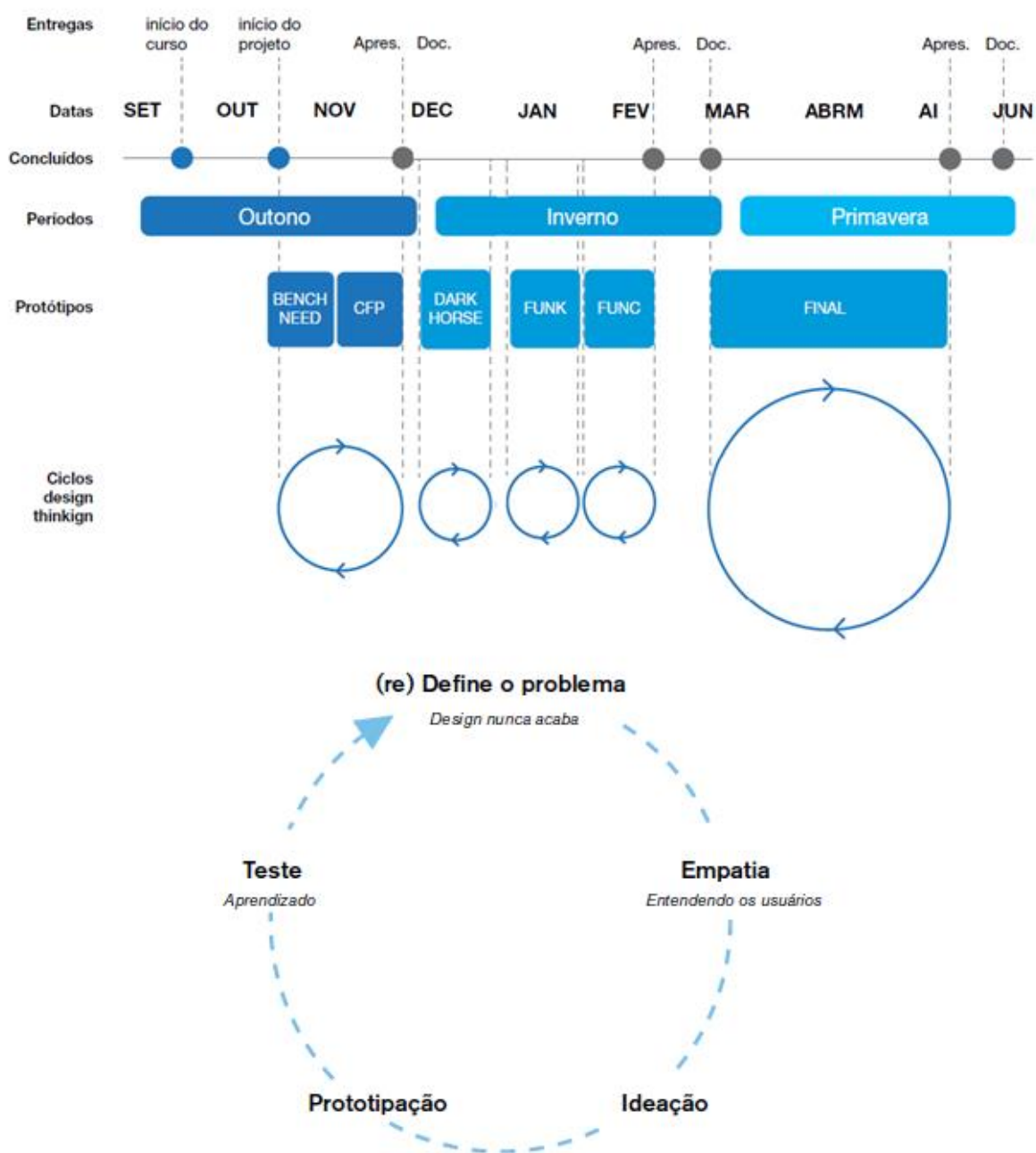


Figura 33: Metodologia ME310. Fonte: Almeida (2014)

Colocadas essas informações, é possível resumir as principais características da disciplina aplicada pela universidade de Stanford (Tabela 2).

Tabela 2: Características ME310

Característica	ME310
Processo	Cíclico e iterativo com fases de divergência e convergência
Relacionamento com o cliente	Busca por grande empatia por meio de entrevistas, observações e testes de protótipos
Prototipagem	5 ciclos de prototipagem principais
Equipe	Equipe multidisciplinar com alunos da Universidade de São Paulo e da Universidade de Stanford.

4.2 Comparação das disciplinas da Escola Politécnica

Nessa seção comparar-se-á as disciplinas PRO2715 com a disciplina 0304410 que usam, respectivamente, o PDP tradicional e o DT, seguindo as características propostas no desenvolvimento teórico.

4.2.1 *Processo*

Para comparar o processo desenvolvido em cada uma das disciplinas, optou-se por comparar o calendário de cada uma, analisando os materiais entregados durante o semestre. O gráfico de Gantt comparativo, mostrado na Figura 34, é exposto em semanas e tem o seguinte significado: PRO – protótipo; PRE – apresentação e DOC – documentação formalmente entregue.

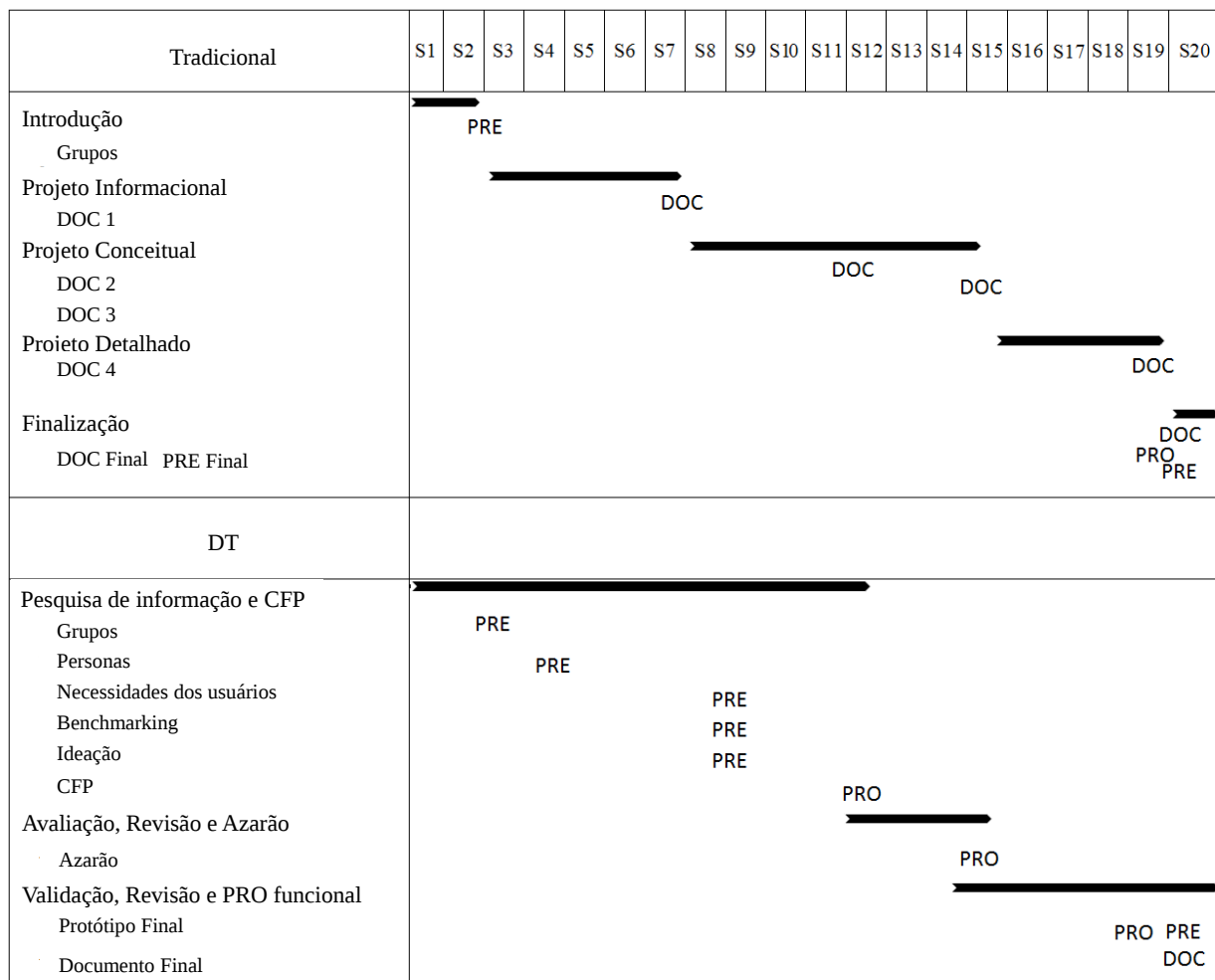


Figura 34: Gantt comparativo entre PRO2715 e 0303410

Analisando o calendário acima, Figura 34, é possível reconhecer que a abordagem do DT possui mais entregáveis que a abordagem tradicional (10 contra 8). O PDP tradicional requer que os alunos entreguem cinco relatórios técnicos ao final de cada fase de trabalho, enquanto o DT apenas um. Entretanto, os estudantes de DT devem entregar um número bem maior de apresentações e protótipos.

Outra informação importante extraída da Figura 34 é a de que a fase de coleta de informações na abordagem do DT começa na semana 1 e termina na semana 12. Esse fato demonstra uma importante característica presente no DT, segundo Brown (2010), Vianna (2008), IDEO (2012) e d.school (2009), que é o entendimento do problema pela imersão no universo do usuário. Essa fase de imersão é seguida por uma pequena desconexão para desenvolver uma ideia não usual (*Dark Horse* / “azarão”) e, finalmente, o DT tem uma fase de conclusão que dura seis semanas. A abordagem tradicional, por outro lado, possui quatro macrofases, segundo Rozenfeld *et al.* (2006), sendo que a fase de informação tem a mesma duração das demais e a fase de conclusão é a menor.

O DT tem uma abordagem cíclica com um protótipo por ciclo, seguindo a metodologia desenvolvida pela d.school (2009), enquanto a abordagem tradicional é uma abordagem linear com um protótipo no final, seguindo a metodologia de Rozenfeld *et al.* (2006). Repetir o ciclo permite que o estudante perceba os seus erros e melhore nesses pontos. A abordagem linear permite que o aluno tenha um maior contato com o conteúdo teórico do curso e da bibliografia utilizada.

4.2.2 *Relacionamento com o cliente*

Tendo analisado o processo desenvolvido em cada uma das abordagens, analisar-se-á o relacionamento de cada disciplina com seus clientes. Para isso, optou-se por analisar aqueles entregáveis que são apresentados e demonstram o aprofundamento do grupo em relação ao tema e, assim, a seu usuário, a documentação e a apresentação.

Documentação

Juntamente com os protótipos, cada grupo de estudantes entregou um relatório técnico contendo informações do processo de desenvolvimento, uma seção para todos os passos e uma discussão propondo atributos a serem desenvolvidos nos produtos. Como ambos os cursos têm como escopo a inovação, os relatórios têm um conjunto comum de itens esperados. A análise consistiu em um indicador binário de posse ou não do atributo comum esperado, buscando destacar alguma diferença entre as abordagens. Os itens esperados em ambos os relatórios foram: 1) Problema (apresentação e entendimento do problema), 2) Benchmarking, 3) Pesquisa de Mercado, 4) Conceito, 5) Desenhos técnicos e 6) Estrutura de produto. A Tabela 3, apresenta o percentual de relatórios de cada disciplina por item.

Tabela 3: Itens inclusos nos relatórios técnicos apresentados pelos estudantes

Item	DT (n = 7)	PDP (n = 14)
Problema	100%	100%
Benchmarking	100%	100%
Pesquisa de Mercado	100%	100%
Conceito	100%	100%
Desenhos Técnicos	17%	100%
Estrutura de Produto	50%	100%

Os relatórios analisados demonstram que todos os relatórios de PDP incluíam todos os itens esperados. Em contrapartida, apenas metade dos relatórios de DT apresentaram estrutura de produto e quase nenhum incluía desenhos técnicos completos. O fato de o PDP apresentar uma abordagem mais linear com aprovação de fases e o DT focar mais em protótipos pode ser uma boa explicação para essa diferença. Os estudantes de DT tiveram três ciclos de prototipagem, não se preocupando necessariamente em documentar de forma completa essa evolução, diferentemente da disciplina de PDP que possuiu apenas um ciclo de prototipagem e é altamente documentada.

Uma análise qualitativa dos relatórios mostrou que os estudantes de PDP dedicaram muito mais tempo para escrever a documentação do que os estudantes de DT, sendo que os relatórios de PDP possuem um número maior de páginas e mostram mais informações, com maior nível de detalhe. Em razão do processo diferente, os relatórios de DT incluíram dados de entrevistas com clientes e usuários bem como a evolução dos protótipos.

Apresentação

Visando apresentar a solução criada e as conquistas, os estudantes apresentaram seus resultados. Eles foram instruídos a seguir um script de três itens: 1) introduzindo o contexto, 2) explicando o problema e a respectiva oportunidade e 3) apresentando a solução e o protótipo, como uma adaptação da estrutura de *pitch* proposto pela Endeavor. Em ambas as disciplinas os estudantes tiveram 10 minutos para a apresentação e 2-3 minutos para questões da plateia. Todas as apresentações foram gravadas e posteriormente assistidas para que o autor pudesse dar notas às apresentações. Figura 35 mostra a distribuição de notas utilizando uma escala de Likert tradicional.

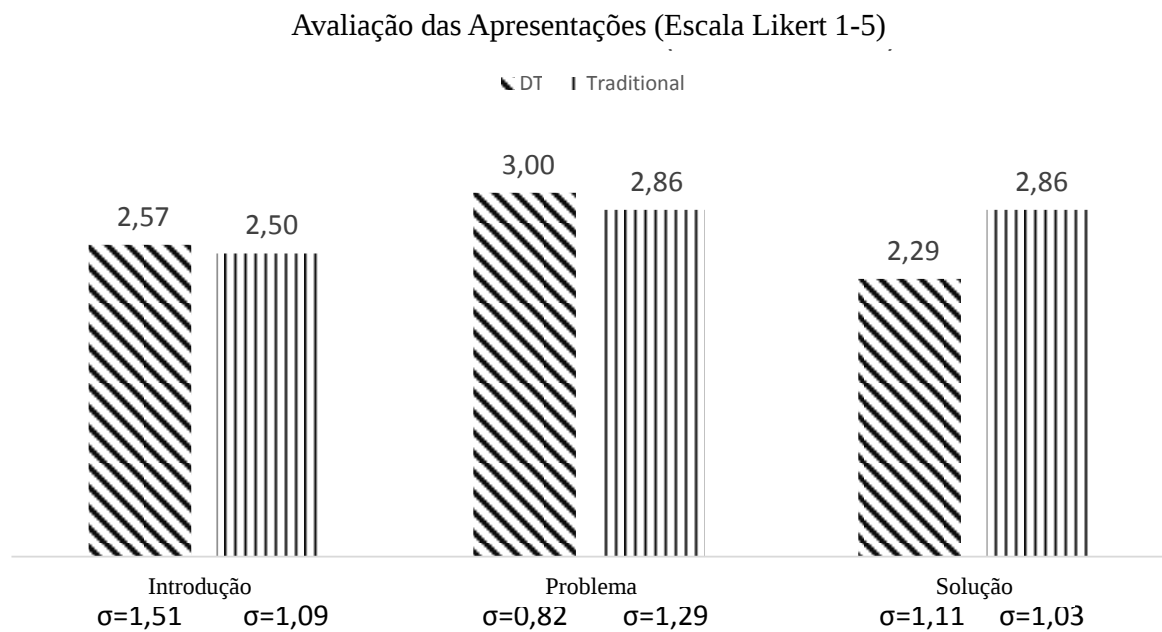


Figura 35: Notas atribuídas as apresentações dos estudantes em três itens determinados

Utilizando um teste-t bicaudal com nível de confiança de 95% para os três itens (H_0 : $DT \neq \text{Tradicional}$ e H_1 : $DT = \text{Tradicional}$) não é possível afirmar que haja diferença entre as abordagens. Assim, a partir dos dados coletados não é possível afirmar que as disciplinas sejam diferentes a respeito do tratamento do cliente, embora a fase de entendimento na abordagem de DT seja maior.

Nas Figura 36 e Figura 37, é possível identificar essa diferença entre as metodologias, sendo o DT muito mais divergente e qualitativo e o PDP, mas procedural e técnico.

[illegible]

Figura 37: Slide fluxo de ideias PDP Fonte: Grupo PRO2715

4.2.3 Protótipos

Uma entrega usada na comparação das abordagens metodológicas é o protótipo. Foram desenvolvidos 7 projetos na abordagem de DT e 14 na de PDP. Durante o período de análise, o autor classificou os protótipos considerando três aspectos: inovação, nível de preparação para o mercado e quantidade de domínios de conhecimento presentes.

Quanto a inovação, os protótipos foram classificados em três tipos: (1) incremental; (2) nova; e (3) radical, segundo a classificação proposta por Garcia (2002).

A preparação para o mercado foi definida como o estágio do protótipo para a comercialização e foi dividida em cinco classes: (1) conceitual; (2) funcionando parcialmente; (3) funcional; (4) completamente funcional; e (5) pronto para o mercado.

A Figura 38 apresenta a posição de cada protótipo em um gráfico de inovação x preparação para o mercado, no qual o tamanho do círculo indica a quantidade de áreas do conhecimento envolvidas. Vale a pena destacar que os círculos com denominação DTI são relacionadas a abordagem de DT. Já os indicados com T se referem a metodologia tradicional.

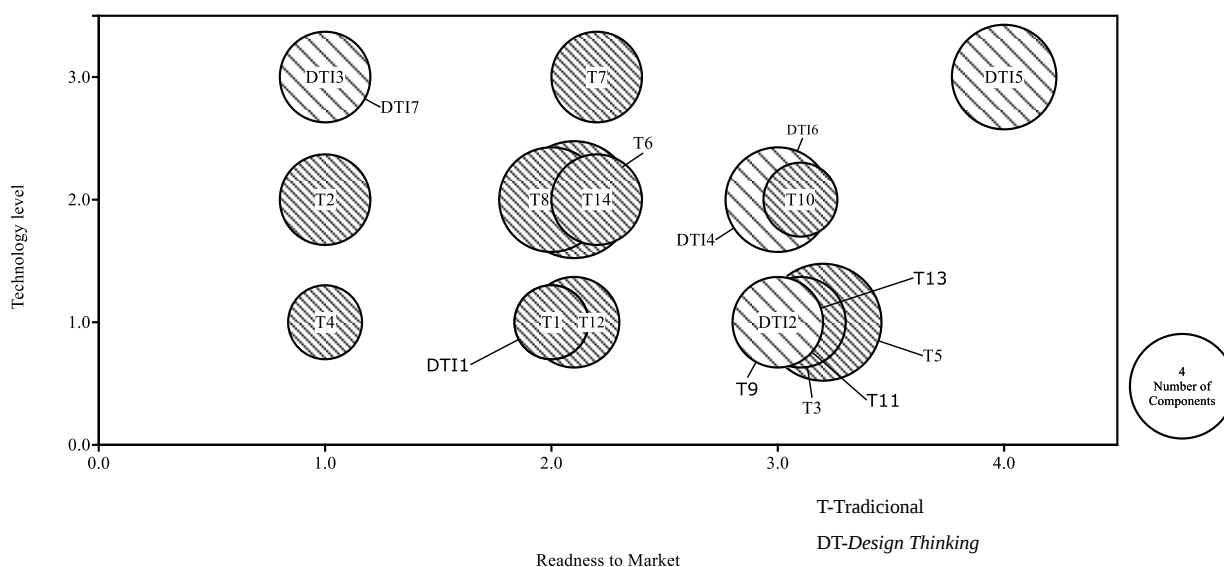


Figura 38: Classificação dos protótipos considerando a inovação (eixo x), preparação para o mercado (eixo y) e as áreas de conhecimento (tamanho do círculo)

Analisando a Figura 38 é possível extrair que a abordagem de DT produz protótipos mais inovadores concentrados na parte superior da área de plotagem. A abordagem tradicional, por outro lado, produz protótipos mais prontos para o mercado, o que significa que estão mais avançados em termos de desenvolvimento para serem comercializados em menor tempo após a finalização das etapas de desenvolvimento.

É relevante destacar que a abordagem de DT não possui protótipos com classificação incremental, o que indica que produz conceitos mais inovadores. Por outro lado, a limitação de tempo e a ênfase na criação do conceito em detrimento da documentação indica que precisariam de mais tempo sendo trabalhados para se tornarem produtos para o mercado. A Figura 39, traz exemplos de protótipos de ambas as disciplinas, que representam as características descritas anteriormente.

Design Thinking



Tradicional



Figura 39: Protótipos DT e PDP

Enquanto o protótipo de DT é mais simples e inovador, usa o conceito de uma impressora 3D para construir uma pipetadora automática, o segundo apresenta um conceito menos inovador, recarga online, mas um produto com especificações mais prontas para a comercialização. Além disso, o protótipo de DT apresenta mais áreas de conhecimento envolvidas, sendo necessário, além do conhecimento em eletrônica e matérias, o conhecimento da própria química e como é utilizado uma pipeta.

4.2.4 Equipe

Para entender os diferentes perfis dos estudantes matriculados na disciplina tradicional e na disciplina que utiliza o DT é necessário analisar seus cursos de graduação de origem, uma vez que as disciplinas são oferecidas para toda a Universidade de São Paulo. Nessa mesma linha, é necessário identificar as diferentes configurações de time em cada abordagem

considerando a quantidade de estudantes por grupo e a experiência dos participantes expressa no ano em que os estudantes estão inscritos (tempo de estudo na Universidade).

Curso de origem

Analisando o curso de origem dos estudantes de cada uma das disciplinas é possível desenhar o gráfico de comparação de cursos de origem, apresentado na Figura 40.

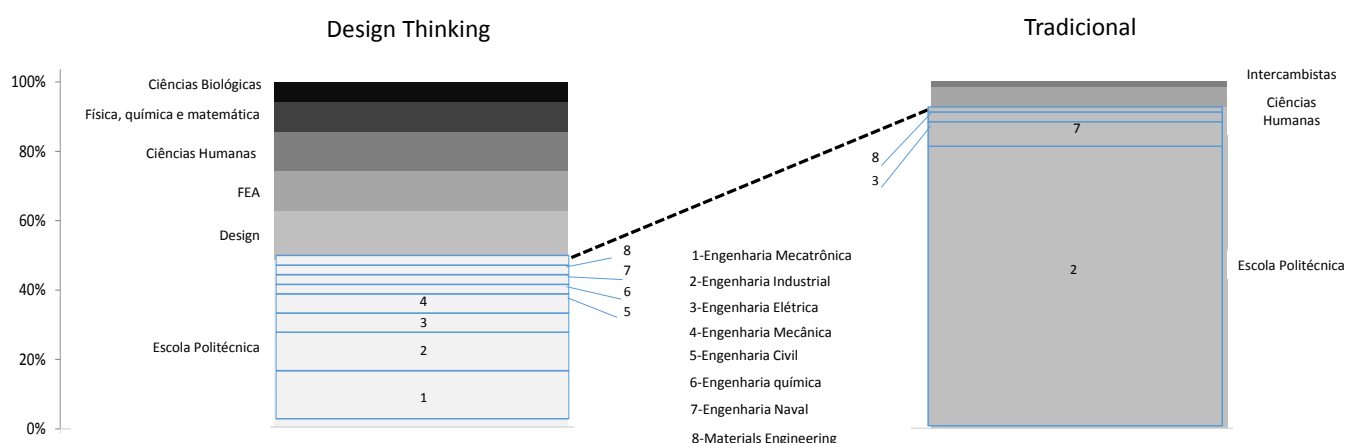


Figura 40: Comparação dos cursos de origem

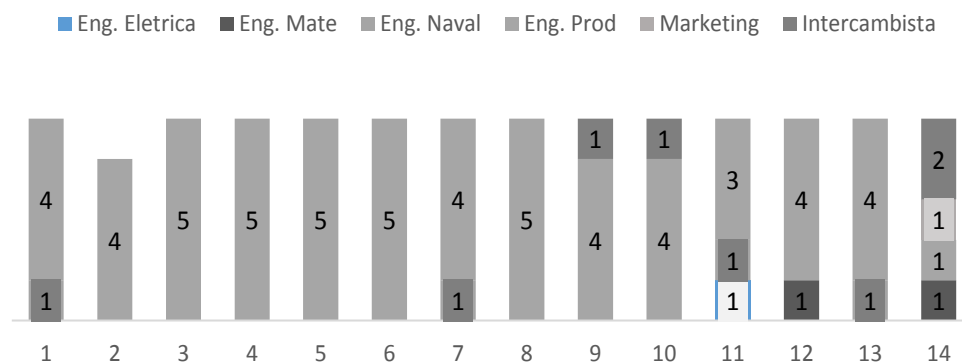
Da Figura 40 é possível extrair que o perfil de estudantes de DT é muito mais multidisciplinar, possuindo estudantes da Escola Politécnica, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismos, especialmente do curso de Design, da Faculdade de Economia e Administração e também dos cursos de matemática, física, química, farmácia e outros cursos de humanas (incluindo moda, comunicação e marketing).

Considerando apenas a distribuição de alunos pertencentes a Escola Politécnica, é indicado que a abordagem de DT possui uma miríade de especialidades diferentes (mecatrônica, produção, elétrica, mecânica, civil, química, naval e materiais) com diferentes números de participantes. Já a metodologia tradicional possui quatro especialidades diferentes (produção, naval, elétrica e materiais), dos quais 93% são do curso de Engenharia de Produção. Vale destacar que os estudantes de intercâmbio são, na maioria das vezes, estudantes de engenharia nos seus países de origem, mas como a identificação não é simples, esses foram analisados em uma categoria diferente.

Essas diferenças são esperadas uma vez que há diferenças intrínsecas ao próprio desenvolvimento dessas disciplinas. A abordagem tradicional é obrigatória no curso de Engenharia de Produção, o que pode explicar a grande concentração de estudantes dessa especialidade e também a pequena multidisciplinaridade, uma vez que não há propaganda do curso e a procura por disciplinas da Escola Politécnica não é um hábito de outros departamentos e cursos da universidade. Em oposição, a disciplina de DT teve uma exposição e aderência na comunidade universitária. Sendo amplamente divulgada e trazendo um novo conceito de desenvolvimento de produto, a disciplina teve 141 candidatos inscritos para, o que mostra o desejo dos estudantes em procurar novos conceitos.

Essa diferença entre a população pode ser verificada dentro de cada um dos grupos das disciplinas, tal como verificado na Figura 41.

Origem por grupo - PDP



Origem por grupo - DT

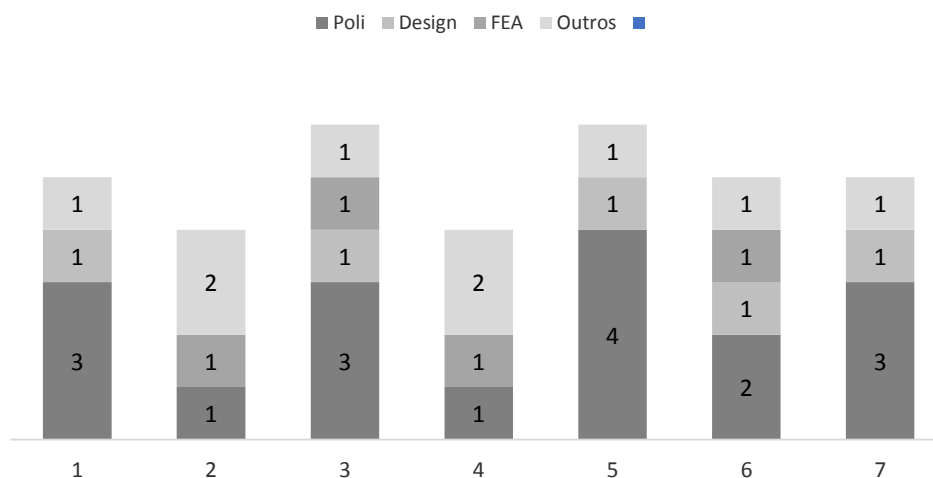


Figura 41: Origem dos alunos por grupo DT e PDP

Quantidade de estudantes por grupo

Outra importante análise demográfica a ser realizada é a composição dos grupos, contidos no Figura 42, abaixo.

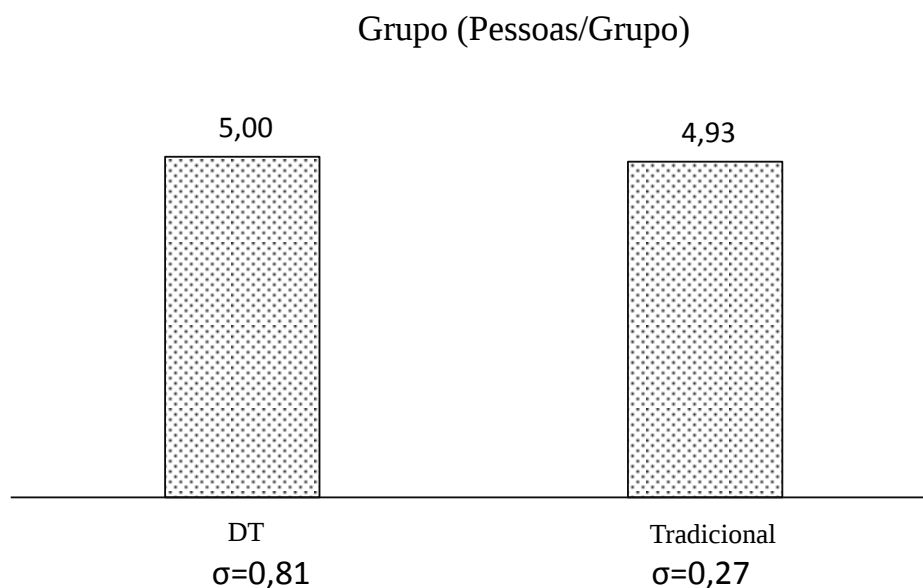


Figura 42: Quantidade de estudantes por grupo

Da Figura 42, é possível inferir que tanto a abordagem de DT quanto a abordagem tradicional possuem a mesma quantidade de estudantes por grupo. Entretanto, enquanto o DT possui um máximo de seis estudantes por grupo e um desvio padrão de 0,82 estudantes, o PDP possui um máximo de cinco estudantes e um desvio de 0,27.

É importante destacar que como uma restrição para o curso com a metodologia tradicional, os grupos poderiam ter, no máximo, cinco estudantes sendo que a maioria dos times tinha os cinco integrantes, fato que diminui o desvio padrão. Além disso, a formação de times na disciplina de DT considerou a afinidade do estudante com o conteúdo do projeto o que aumenta o desvio padrão já que há um maior número de grupos com quantidade diferente de membros.

Experiência dos estudantes

Visando avaliar a experiência dos estudantes envolvidos nas disciplinas, foi considerado como um indicador desse atributo a quantidade de anos que esse estudante está na universidade do ano de ingresso até 2014. Dessa forma, se um estudante ingressou em 2007 ele foi considerado com 7 anos de experiência.

Esse indicador foi analisado tentando identificar qual é o perfil do estudante que procura por esse novo curso. Em projetos futuros, é importante analisar a experiência dos participantes acerca de técnicas de desenvolvimento de produto. Essa experiência poderia ser medida através de questões feitas no início do ano acadêmico, entretanto, requerem mais pesquisas para a sua elaboração.

Com isso em mente, é possível comparar a experiência entre as duas abordagens que estão sendo estudadas (Figura 43).

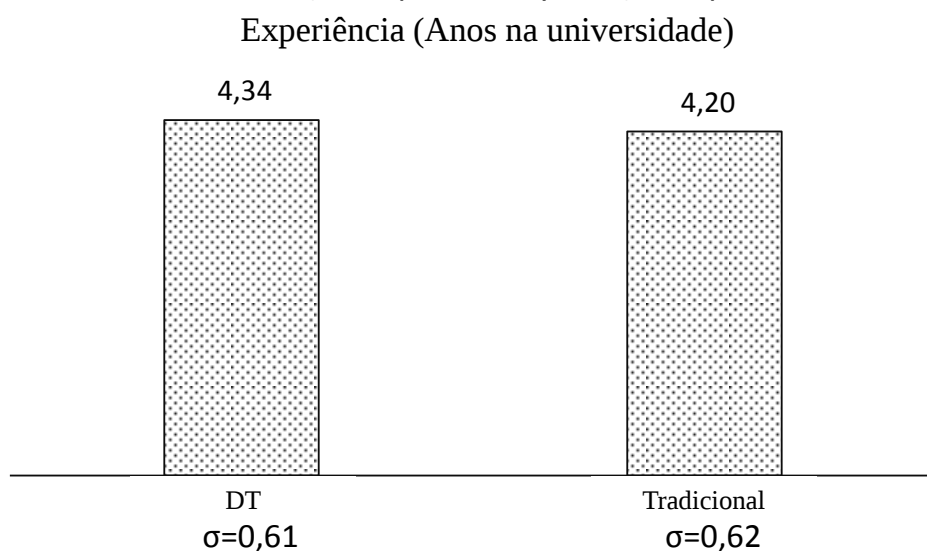


Figura 43: Comparação da experiência dos participantes

Da Figura 43 é possível inferir que os estudantes das abordagens tradicional e DT apresentam a mesma experiência com um nível de confiança de 95% e um teste – t bicaudal (H_0 : DTI $\neq$ Tradicional e H_1 : DTI = Tradicional). É importante destacar que a abordagem tradicional é obrigatória para estudantes do 4º ano, assim, era esperado que a média de experiência fosse próxima de quatro. O fato curioso é que não há diferenças entre as abordagens o que pode sugerir que haja um padrão para o ensino de desenvolvimento de produtos. Futuros estudos devem ser feitos para confirmar a correlação.

Traçando um perfil da experiência dos integrantes por grupo, Figura 44, percebe-se que, de maneira geral, os alunos de PDP são mais experientes que os alunos de DT. Esse fato pode demonstrar que a um grande interesse da nova geração de alunos por novas metodologias.

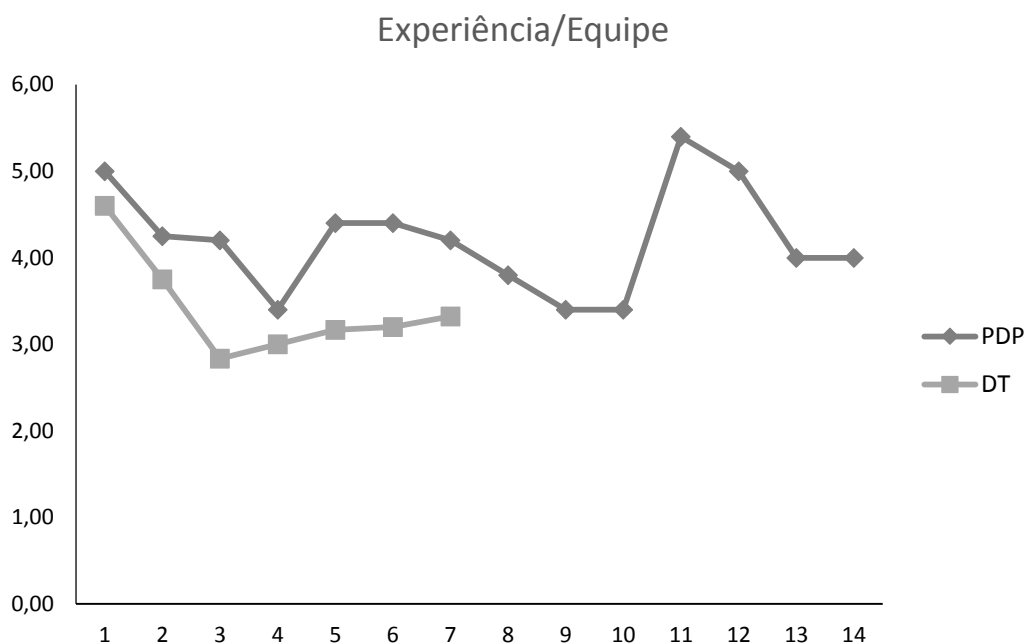


Figura 44: Experiência por equipe DT v.s. PDP

4.2.5 Análise das Percepções

Como referido na metodologia, os estudantes responderam um questionário nas semanas finais do curso. Esse questionário consistiu em duas afirmações que os estudantes deveriam confrontar utilizando uma escala de Likert tradicional (1-5) considerando sua opinião antes e depois do envolvimento no curso. Esse método permitiu aos estudantes destacar o impacto do curso nos seus conhecimentos e perspectivas.

As afirmações foram: (1) Eu tenho habilidades para desenvolver produtos desde a concepção até o protótipo final; e (2) Eu pretendo trabalhar com o desenvolvimento de produtos na minha carreira. Foi aplicado um teste-t emparelhado com nível de confiança de 95%, visando identificar a alteração na percepção dos alunos em relação as afirmações realizadas (H0: Antes > Depois e H1: Antes = Depois).

A Figura 45 ilustra a resposta dos estudantes considerando a primeira afirmação em relação a percepção dos alunos acerca de suas habilidades antes e depois do curso. Responderam ao questionário 35 alunos de DT e 65 de PDP. Para o DT, a média antes foi de 2,6 e a depois foi de 4,1. Já para o PDP a média antes foi de 1,6 e a depois de 3,9. Os testes estatísticos de hipótese mostram que os alunos se sentem mais confiantes em relação a suas habilidades após realizar o curso.

Percepção da habilidade para o PDP(Escala Likert 1-5)

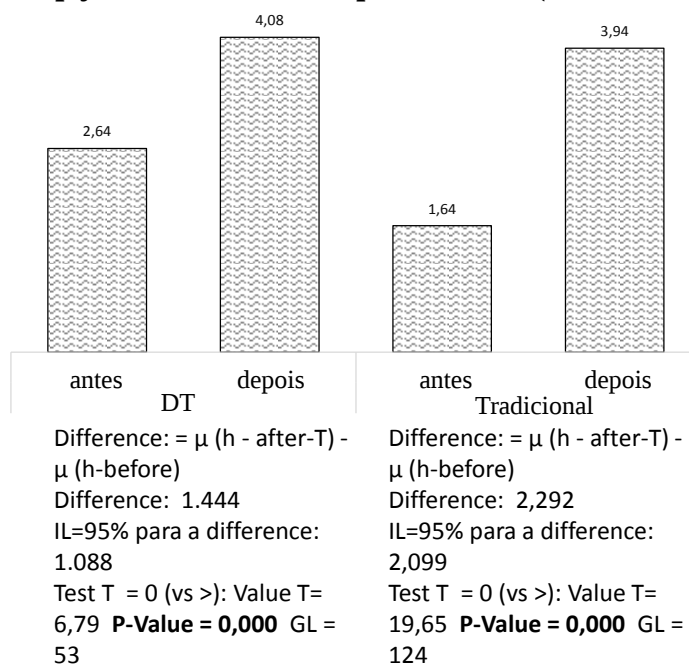


Figura 45: Resultados da pesquisa em relação a afirmação da habilidade em trabalhar com desenvolvimento de produto antes e após as disciplinas.

Comparando os resultados, percebe-se que os estudantes de DT eram melhor preparados em desenvolvimento de produto, já que suas respostas em relação as habilidades antes do curso são maiores que as apresentadas pelos alunos de PDP. É possível que essa diferença decorra do fato de o DT ser uma disciplina optativa enquanto o PDP é obrigatório. Dessa forma, os estudantes de DT tiveram maior contato anterior com o assunto. Comparando os resultados do DT e do PDP após os cursos, não é possível obter diferença significativa. Acredita-se que esse resultado reflita a satisfação dos estudantes em ambos os cursos já que as habilidades específicas e o tempo dedicado foram diferentes.

Comparadas as respostas obtidas na afirmação 1, é possível passar para a análise da afirmação 2, plotando o gráfico desenhado na Figura 46 sobre a intenção em trabalhar com desenvolvimento de produtos antes e depois da disciplina.

Percepção da vontade de trabalhar com PDP(Escala Likert 1-5)

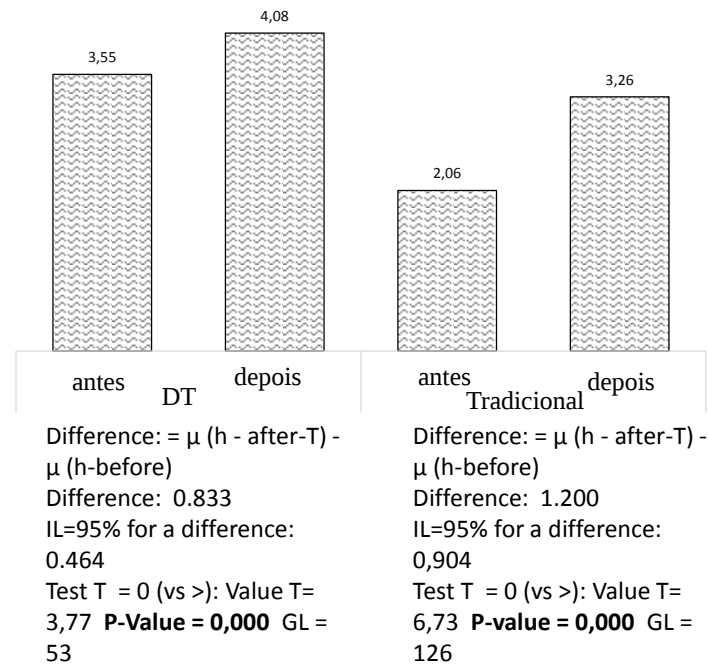


Figura 46: Resultados da pesquisa em relação a afirmação da intenção em trabalhar com desenvolvimento de produto antes e após as disciplinas

Para o DT, a média é 3,5 antes e 4,1 depois, diferença que é estatisticamente significativa seguindo os moldes dos testes anteriormente propostos. Vale a pena destacar que nenhum estudante respondeu menos do que 3 nessa pergunta para a análise depois do curso. Para o curso de PDP, a média antes foi de 2,1 e a depois de 3,2, aumento que também é estatisticamente significativo.

Comparando a média depois entre o DT e o PDP chega-se a conclusão de que o DT apresenta um valor estatisticamente superior. Esse fato é explicado pelo perfil do estudante de DT, que já possui estudantes interessados no assunto.

4.2.6 Resumo de comparação

Após as análises anteriores e a revisão bibliográfica feita no capítulo 3, é possível construir a Tabela 4, que traz as principais características de cada abordagem.

Tabela 4: Comparação entre PDP e DT

	PDP Tradicional	DT
Processos	Composta de 3 macrofases: • Pré-desenvolvimento: que gera o escopo, datas e orçamento; • Desenvolvimento: composto de cinco fases e onde efetivamente ocorre o desenvolvimento do produto; • Pós-desenvolvimento: que acompanha e descontinua o produto.	Processo circular e iterativo: • Definição do problema; • Necessidades; • Ideação; • Prototipação; • Teste; Possui uma fase de divergência seguida de uma convergência tanto dos problemas quanto das soluções.
Relacionamento com o usuário	Usuário está presente em etapas iniciais e nas etapas de revisão de projeto.	A Primeira regra a ser aplicada para o DT é a regra humana. Essa Regra coloca o usuário no centro do
Protótipos	Protótipo é realizado apenas na etapa de projeto detalhado, com desenhos de conjunto e fabricação já definidos, bem como com as análises econômicas de compra e fabricação.	Protótipo é a forma de tornar as ideias dos designers tangíveis.
Equipes	Multidisciplinares, com a presença de um líder e que tem seu tamanho variado ao longo do projeto de desenvolvimento.	Multidisciplinares e com pessoas treinadas na metodologia do DT produzem resultados mais inovadores. Sem líderes.

5 CONCLUSÃO

Neste capítulo são discutidas as conclusões do trabalho (item 5.1) e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros a partir dos resultados atingidos nesta pesquisa (item 5.2).

5.1 Resultados do trabalho

Este trabalho tem cinco resultados principais: (1) definição de dimensões de comparação entre metodologias de desenvolvimento de produto; (2) análise de características do PDP considerando as dimensões anteriormente definidas; (3) análise de características do DT considerando as dimensões anteriormente definidas; (4) descrição da metodologia de DT tal como utilizada na disciplina ME310 da Universidade de Stanford; e (5) comparação entre uma disciplina que utiliza o PDP (PRO2715) e uma que utiliza o DT (0303410) na Escola Politécnica. Com esses quatro resultados, considera-se que é possível responder as perguntas de pesquisa e que os objetivos estabelecidos são atingidos. A relação entre as perguntas de pesquisa, os objetivos do trabalho e os resultados obtidos é apresentada na Tabela 5. Cada um dos quatro resultados do trabalho descritos na Tabela 5 é discutido em seguida.

Tabela 5: Relação entre as perguntas de pesquisa, os objetivos e os resultados do trabalho

Perguntas de pesquisa	Objetivos	Resultados
1. Como comparar metodologias de desenvolvimento de produtos?	Definir uma base de comparação para metodologias	Dimensões de comparação de metodologias de desenvolvimento de produto (2.1)
2. Como funcionam as metodologias em estudo considerando a régua definida anteriormente	Entender o funcionamento das metodologias analisadas considerando os aspectos gerais e a régua definida anteriormente	- Características do PDP (2.2) - Características do DT (2.3)
3. Como seria o resultado da comparação anterior aplicada em um caso prático?	Comparar as metodologias desenvolvidas em duas disciplinas.	- Metodologia desenvolvida na ME310 (4.1) - Comparação prática de uma disciplina que utiliza o DT com uma que utiliza o PDP (4.2)

Por meio da leitura da bibliografia de capacitação para o desenvolvimento de produto, foi possível definir uma base de comparação que foi usada nas fases posteriores para o estudo e comparação da metodologia tradicional com o DT.

É possível a definição de cada um desses fatores seguindo o racional descrito abaixo:

1. **Processo:** Segundo Zarafian, (1995), desponta no cenário interativo da escola/empresa uma nova natureza de aprendizagem no processo de trabalho. Dessa maneira, é necessário que se entenda qual o processo desenvolvido pela metodologia para que se entenda como ela funciona e como ela é aplicada no dia a dia.
2. **Cliente:** Segundo Bastos *et al.* (2002), o profissional de PDP deve ser capaz de acompanhar as transformações impostas pela sociedade. Dessa forma, é necessário saber quem é o meu cliente e como estou disposto a me relacionar com ele, para que seja capaz de identificar os requisitos adequados.
3. **Protótipo:** Segundo Mundim *et al.* (2002), há uma nova tendência para a capacitação profissional para o desenvolvimento de produto baseada pela didática ativa. Dessa forma, é importante entender como cada metodologia trata a aplicação das etapas de levantamento dos requisitos. Além disso, o protótipo é uma das principais entregas intermediárias do processo de desenvolvimento.
4. **Equipe:** O desenvolvimento de produto é um dos processos mais complexos e que se relaciona com praticamente todas as demais funções de uma empresa. Para desenvolver produtos são necessárias informações e habilidades de membros de todas as áreas funcionais, caracterizando-se como uma atividade multidisciplinar (MUDIM *et al.*, 2002). Assim é importante entender como cada metodologia trata a formação da equipe.

Com as dimensões definidas, é possível analisar os demais resultados, analisando as características do PDP tradicional na Tabela 6: Resultado PDP, e do DT, na Tabela 7: Resultado DT.

Tabela 6: Resultado PDP

Característica	PDP
Processo	Linear com verificação de fases (<i>Stage Gates</i>)
Relacionamento com o cliente	Concentrado na etapa de projeto informacional e nos Stage Gates
Prototipagem	Protótipo ao final da fase de projeto detalhado
Equipe	Time organizado por funções ou por projeto

Tabela 7: Resultado DT

Característica	DT
Processo	Cíclico e iterativo, com momentos de divergência e convergência
Relacionamento com o cliente	Grande empatia. Presente durante todo o desenvolvimento
Prototipagem	Diversas vezes. Associado com os momentos de convergência
Equipe	Equipe multidisciplinar muitas vezes associada ao cliente

Ao se analisar as Tabelas 6 e 7, percebe-se que enquanto o PDP é um processo linear, o DT é um processo cíclico, com momentos de divergência e convergência intercalados, com um protótipo para cada ciclo de iteração. Além disso, o cliente está sempre presente em todas as etapas do DT enquanto que no PDP o cliente está presente de maneira mais intensiva na etapa de definição dos requisitos.

Com a revisão bibliográfica realizada é possível passar para a etapa de análises e estudos práticos empíricos.

A primeira análise realizada é uma reflexão acerca do projeto de desenvolvimento realizado pelo autor no âmbito da disciplina ME310 em parceria com a Universidade de Stanford. A partir das experiências vividas, é possível montar a Tabela 8, que traz os principais resultados da observação da metodologia dessa disciplina.

Tabela 8: Resultado ME310

Característica	ME310
Processo	Cíclico e iterativo com fases de divergência e convergência
Relacionamento com o cliente	Grande empatia
Prototipagem	5 ciclos de prototipagem
Equipe	Equipe multidisciplinar com alunos da Universidade Parceira e Universidade de Stanford.

Definidas as dimensões de comparação, as práticas teóricas das disciplinas e a metodologia empregada na disciplina ME310, passa-se a comparação prática proposta pelo trabalho. Analisando a disciplina PRO2715- Projeto do Produto e do Processo e a disciplina 0303410 – Desenvolvimento Integrado de Produto, é possível montar a Tabela 9, que resume os resultados da análise em relação as dimensões definidas.

Tabela 9: Resultado comparação de disciplinas

Característica	PDP	DT
Processo	Processo linear com 4 fases bem definidas entregas baseadas essencialmente em relatórios técnicos. Apenas um protótipo e uma apresentação final.	Processo cíclico com grande ênfase na descoberta do problema e no entendimento do usuário. Muitas entregas com vários protótipos e apresentações
Relacionamento com o cliente	Relacionamento concentrado na fase de Projeto Informacional Documentação bem aprofundada e completa	Relacionamento contínuo e intenso ao longo de todo o projeto Documentação menos aprofundada
Prototipagem	Apenas um protótipo, no geral mais prontos para o mercado e menos inovador	Diversos protótipos menos prontos para o mercado, porém mais inovadores
Equipe	Predominantemente Engenheiros de Produção.	Multidisciplinar

É importante destacar que não se obteve diferença estatisticamente significativa em relação aos elementos da apresentação e que, no geral, os estudantes de DT têm mais intenção em trabalhar com o desenvolvimento de produto.

De posse dos dados anteriormente citados, é possível completar a tabela de desenvolvimento do trabalho, trazendo as características do PDP, do DT e das análises realizadas – vide Figura 47 na página seguinte.

Observando a Figura 48 e o trabalho como um todo, é possível inferir que a metodologia do DT é mais dinâmica que o PDP tradicional. Enquanto o segundo desenvolve uma metodologia linear, com revisões de fase que determinam o ponto final da fase (difícilmente uma fase terminada é revista), o DT propõe um processo iterativo, com idas e vindas em

processos convergentes e divergentes e mudanças constantes no projeto definido por *feedbacks* dos usuários.

Além disso, enquanto o PDP desenvolve apenas um protótipo com equipes multidisciplinares trabalhando por função ou por projeto, o DT trabalha com maior variedade e quantidade de protótipos, desde mais simples até mais complexos, com equipes multidisciplinares, de origens diferentes. Embora mais inovadores, os protótipos de DT são menos prontos para o mercado.

Dessa forma, pode-se concluir que não há uma metodologia certa e uma errada, não há uma metodologia mais eficiente e uma menos. Cada uma tem uma função específica podendo inclusive ser utilizadas em conjunto, com o DT para a criação do conceito da solução inovadora e o PDP tornando o produto próximo do mercado.

Revisão Bibliográfica				Desenvolvimento	
Capacitação para PDP	PDP	DT	ME310	Tradicional	303410
Processos	Linear com verificação de fases (<i>Stage Gates</i>)	Cíclico e iterativo, com momentos de divergência e convergência	Cíclico e iterativo com fases de divergência e convergência	Processo linear com 4 fases bem definidas entregues baseadas essencialmente em relatórios técnicos. Apenas um protótipo e	Processo cíclico com grande ênfase na descoberta do problema e no entendimento do usuário. Muitas entregas com vários protótipos e apresentações
Relacionamento com o usuário	Concentrado na etapa de projeto informacional e nos Stage Gates	Grande empatia. Presente durante todo o desenvolvimento	Grande empatia	Documentação bem aprofundada e completa Relacionamento concentrado na fase de Projeto Informacional	Relacionamento contínuo e intenso ao longo de todo o projeto. Documentação menos aprofundada
Prototipagem	Protótipo ao final da fase de projeto detalhado	Diversas vezes. Associado com os momentos de convergência	5 ciclos de prototipagem	Apenas um protótipo, no geral mais prontos para o mercado e menos inovador	Diversos protótipos menos prontos para o mercado, porém mais inovadores
Equipe	Time organizado por funções ou por projeto	Equipe multidisciplinar muitas vezes associada ao cliente	Equipe multidisciplinar com alunos da Universidade Parreira e Universidade de Stanford.	Predominantemente Engenheiros de Produção.	Multidisciplinar

Figura 47: Tabela de desenvolvimento do trabalho

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, no próximo item são discutidas sugestões para trabalhos futuros na área.

5.2 Sugestão para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, sugere-se algumas propostas para pesquisas futuras que possam se juntar a esse trabalho na tentativa de entendimento das metodologias de desenvolvimento de produto.

Inicialmente, sugere-se que as dimensões de comparação levem em consideração outros fatores que possam ser específicos de outras metodologias de desenvolvimento de produto e que não foram consideradas no desenvolvimento desse trabalho. Pela limitação de tempo e tamanho, optou-se por limitar em quatro as diretrizes de comparação.

Sugere-se uma comparação com disciplinas de outras escolas e países, buscando ter uma visão global de como o processo de desenvolvimento de produto é ensinado, bem como uma comparação dentro de empresas, buscando entender como essas metodologias funcionam no mundo corporativo.

Finalmente, sugere-se que as etapas de avaliação dos projetos sejam feitas em parceria com especialistas em cada área, buscando uma comparação mais profunda dos protótipos. Além disso, sugere-se que a medida da experiência seja feita através de questionários aplicados antes e depois da disciplina, garantindo um indicador que reflita melhor a experiência do participante; e que sejam feitos estudos que acompanhem o trabalho das equipes analisando a dinâmica de desenvolvimento e buscando uma forma de replicar o modelo de forma eficiente.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, A. M. **Contribuições do Design Thinking a partir de um projeto de acessibilidade na aviação civil.** Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.
- AMIGO, C., IRITANI, D., ROZENFELD, H., OMETTO, A., **“Product Development Process Modeling: State of the Art and Classification”** em Smart Product Engineering, Ed. Springer 1ª Edição, 2013.
- BASTOS, J.A.S.L.A., PASSOS, C.A.K., BUENO, N.L., VOLPATO, M., CARVALHO, D.R.R.H.G., CIMBALISTA, S., PAROLIN, S.R., HATEKEYAMA, K., SEBASTIANI, L.E.V., JUNIOR, M.F.F. **Capacitação Tecnológica e Competitividade: O Desafio para a Empresa Brasileira.** Curitiba, IEL/PR, 2002.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para design de novos produtos.** São Paulo. Edgar Blücher, 2000.
- BROWN, T. **Design Thinking – uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro, Elsevier, 2010.
- D. SCHOOL. **Bootcamp Bootleg.** Palo Alto. 2009.
- DOW, S., KLEMMER, S., **“The Efficacy of Prototyping under Time Constraints”**, em Design Thinking-Understand –Improve-Apply, Ed. Springer 1ª Edição, 2011.
- FLEURY, A., FLEURY, M.T. **Aprendizagem e Inovação Organizacional: As Experiências de Japão, Coréia e Brasil.** São Paulo, Atlas, 1997.
- FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **The Economics of Industrial Innovation.** The MIT Press: Cambridge, Massachusetts, 1997.
- GARCIA, R.; CALANTONE, R. J. **A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review.** Journal of Product Innovation Management, v. 19, p. 110-113, 2002.
- GOMES FERREIRA, M. G. **Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual.1977.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1977.
- HINDS, P., LYON, J., **“Innovation and Culture: Exploring the Work of Designers across the Globe”**, em Design Thinking-Understand –Improve-Apply, Ed. Springer 1ª Edição, 2011.
- KRISHNAN, V. & ULRICH, K. T. **Product Development Decisions: A Review of the literature.** Management Science, Vol. 47, n.1, p.1-21, 2001.

LINDBERG, T., MEINEL, C., WAGNER, R., **“Design Thinking: A Fruitful Concept for IT Development”** em Design Thinking-Understand –Improve-Apply, Ed. Springer 1ª Edição, 2011.

MEINEL, C., LEIFER, L., **“Design Thinking Research”** em Design Thinking-Understand – Improve-Apply, Ed. Springer 1ª Edição, 2011.

MEINSTER, J.C. **Corporate Universities: Lessons in Building a World-Class Work Force.** ASTD, McGraw-Hill, 1998.

MILLSON, R. M. & WILEMON, D. **Driving new product success in the electrical equipment manufacturing industry.** Technovation, Vol. 26, p. 1268-1286, 2006.

MUNDIM, A.P.F.M., ROZENFELD, H., AMARAL, D.C., SILVA, S. L., GUERRERO, V., HORTA, L. C. **Aplicando o Cenário de Desenvolvimento de Produtos em um Caso Prático de Capacitação Profissional.** Gestão e Produção v.9, n.1, p.1-16, abr. 2002.

NICKEL, E.M., FERREIRA, M. G. G., FORCELLINI, F. A., SANTOS, C. T., SILVA, R. A. **A. Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos.** Gest. Prod., São Carlos, v.17, n.4, p.707-720, 2010.

PAGAN, R., SILVA, C.E., MELLO, C.H. **Processo de desenvolvimento de produto eletroeletrônico: Estudo de caso em empresas inovadoras.** XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG, Brasil. Anais, 2011.

PINHEIRO, T., ALT, L. **Design Thinking Brasil-empatia, colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade.** Rio de Janeiro. Elsevier, 2011.

PUGH, S. **Creating Innovative Products using Total Design: The Living Legacy of Stuart Pugh.** Massachusetts: Addison-Wesley, 1996. 553p.

PUGH, S. **Total Design: Integrated methods for successful product engineering.** Massachusetts: Addison-Wesley, 1990.

RAMOS, A. **PRO2711 – Estatística II.** Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, 2010.

ROJAS, E. **“Aprendizaje, experiencia de trabajo y tecnologia: elactor como sujeto de supRACTICA productiva”.** Revista Educação & Tecnologia, Curitiba, n.2, p.9-47, dez,1997.

ROZENFELD, H., FORCELLINE, F., AMARAL, D., TOLEDO, J., SILVA, S., ALLIPRANDINI, D., SCALICE, R., **“Gestão de Desenvolvimento de Produtos”**, Ed. Saraiva 1ª Edição, 2006.

SHAEITWITZ, J. A., WHITING, W. B., TURTON, R. BAILIE, R. C. **The Holistic Curriculum.** Journal of Engineering Education, Outubro, 1994.

SKOGSTAD, P., LEIFER, L., “**A Unified Innovation Process Model for Engineering Designers and Managers**”, em *Design Thinking-Understand –Improve-Apply*, Ed. Springer 1ª Edição, 2011.

TERRA, J., VERNALHA, V., ROMAO, M., MANHAES, M., LEONARDI, S., “**10 Dimensões da Gestão da Inovação-Uma abordagem para a Transformação Organizacional**”, Ed. Elsevier 1ª Edição, 2012.

THIENEN, J., NOWESKI, C., MEINEL, C., RAUTH, I., “**The Co-evolution of Theory and Practice in Design Thinking – or-“Mind the Oddness Trap!”**” em *Design Thinking-Understand –Improve-Apply*, Ed. Springer 1ª Edição, 2011.

VIANNA, M., VIANNA, Y., ADLER, I. K., LUCENA, B., RUSSO, B. **Design Thinking – Inovação em negócios**. Rio de Janeiro. MJV Press, 2012.

VILAROUCA, M. G. **Processo de desenvolvimento de produto eletroeletrônico focado no valor: um estudo de caso**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Anais, 2008.

VODOVOZOV, V.M. **The Educational Resources of Mechatronics**, v.5, n.1, 1995.

WARELL, A. V. **Design syntactic - a contribution towards a theoretical framework for form design**. International Conference on Engineering Design, Glasgow, 2001.

ZARAFIAN, P. “**La Organización autoformativa y el modelo de las competencias: qual motivos? Qué aprendizajes?**”. *Revista Formación Profesional*, Madrid, n.5, 1995.

Sites

Endeavor-<http://www.endeavor.org.br/artigos/financas/acesso-a-capital/7-elementos-que-nao-podem-faltar-no-seu-pitch-para-investidores> acessado 04/09/14 às 17:30

<http://steveblank.com/2009/11/05/raising-money-with-customer-development/> acessado 04/09/14 às 18:30

Softwares

Microsoft Excel ® 2013

Minitab 17.0

7 ANEXOS

Exemplo de formulário preenchido pelos estudantes de DT

030-3410 – Desenvolvimento Integrado de Produtos

Questionário

Avaliação das estruturas e espaços de desenvolvimento

Como você avalia as estruturas e espaços disponibilizados para a disciplina? Avalie quanto a adequação dos espaços (sendo 0 para não utilizou, 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

Espaço	Avaliação					
	0	1	2	3	4	5
Sala de aula	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Sala de Projetos	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Inovalab – Oficina de Prototipagem	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Inovalab – Oficina de Eletrônica	☒	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

Avaliação das estratégias de ensino e aprendizagem

Como foram para você as estratégias de ensino e aprendizagem adotadas durante a disciplina? Avalie as variáveis (sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

Estratégias de ensino e aprendizagem	Avaliação				
	1	2	3	4	5
Aulas expositivas	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizagem por projetos e problemas a partir de demandas reais	☐	☐	☐	☐	☒
Missões (<i>persona, user needs, benchmarking, ideation</i>)	☐	☐	☐	☐	☒
Ciclos de prototipagem (<i>função crítica, dark horse, final</i>)	☐	☐	☐	☐	☒
Trabalho em equipe multidisciplinar	☐	☐	☐	☐	☒
Assessoria presencial (professores e monitores)	☐	☐	☐	☐	☒
Assessoria remota (professores e monitores)	☐	☐	☐	☐	☒
Utilização de redes sociais (<i>Facebook</i>)	☐	☐	☐	☐	☒
Utilização de ambiente virtual de aprendizagem (<i>Moodle</i>)	☐	☐	☐	☐	☒

Comentários

Avaliação do relacionamento com o cliente-parceiro

Como você avalia o relacionamento com o cliente-parceiro, demandante do desenvolvimento do produto? Avalie as variáveis (sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

Relacionamento com o cliente-parceiro	Avaliação				
	1	2	3	4	5
Clareza do <i>briefing</i>	☐	☐	☒	☐	☐
Acesso e disponibilidade (contato telefônico)	☐	☐	☒	☐	☐
Acesso e disponibilidade (reunião)	☐	☐	☒	☐	☐
Disponibilização de informações	☐	☐	☒	☐	☐
Engajamento do cliente com o projeto	☐	☒	☐	☐	☐

Comentários

O cliente parceiro, imagino que por ser bem ocupado, não esteve tão presente no projeto

Percepção de desenvolvimento de competências

Qual a sua percepção sobre o grau das suas competências antes e depois da disciplina? Avalie o grau (sendo 1 para competência pouco desenvolvida e 5 para competência muito desenvolvida) e justifique. Vma escolha única por item para "Antes da disciplina" e outra para "Com a disciplina".

Competências	Antes da disciplina					Com a disciplina				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Aptidão em comunicação oral	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒
Aptidão em comunicação escrita (textos, gráficos, esquemas)	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Aptidão em desenvolvimento de apresentações (capacidade de síntese, recursos áudio-visuais, recursos tangíveis para expressar ideias)	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Pensamento crítico	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Predisposição para trabalhar em equipe	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒
Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒
Liderança	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Respeito as ideias e opiniões dos colegas	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒
Espírito investigativo	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Interpretação de dados	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Raciocínio lógico	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Resolução de problemas	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Organização do tempo	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Gestão de recursos (dinheiro)	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Iniciativa	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Criatividade	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐

Comentários

Relação Competências vs Estratégias de ensino e aprendizagem

Como você considera que as estratégias de ensino e aprendizagem contribuem para o desenvolvimento das competências listadas abaixo?

Para cada competência, atribuir uma das seguintes notas para as estratégias:

1 – não contribui

2 – contribui muito pouco

3 – contribui pouco

4 – contribui

5 – contribui muito

Competências	Estratégias de ensino e aprendizagem								
	Aulas expositivas	Aprendizagem por projetos	Missões	Ciclos de protótipagem	Trabalho em equipe multidisciplinar	Assessoria presencial	Assessoria remota	Utilização das redes sociais	Utilização de ambiente virtual de aprendizagem
Aptidão em comunicação oral	3	3	4	4	5	5	3	3	3
Aptidão em comunicação escrita (textos, gráficos, esquemas)	3	4	4	4	4	4	4	4	4
Aptidão em desenvolvimento de apresentações (capacidade de síntese, recursos áudio-visuais, recursos tangíveis para expressar ideias)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Liderança	3	4	4	4	4	4	4	3	3
Respeito as ideias e opiniões dos colegas	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Espírito investigativo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Interpretação de dados	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Raciocínio lógico	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Resolução de problemas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Organização do tempo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gestão de recursos (dinheiro)	3	4	4	4	5	4	4	4	4
Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Iniciativa	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Criatividade	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Comentários

Auto percepção sobre desenvolvimento de produtos

Qual a sua auto avaliação antes e depois da disciplina sobre desenvolvimento de produtos? Avalie o grau (sendo 1 para discordo totalmente e 5 para concordo totalmente) e justifique. Uma escolha única por item para "Antes da disciplina" e outra para "Com a disciplina".

Auto percepção	Antes da disciplina					Com a disciplina				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tenho capacidade para desenvolver um produto, da necessidade do cliente ao protótipo final	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Tenho intenção de trabalhar com desenvolvimento de produtos na minha carreira	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

Comentários

Recomendação

Em uma escala de 0 a 10, qual a chance de você recomendar a disciplina para um amigo ou colega, sendo 10 extremamente provável e 0 nada provável?

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

A disciplina é excelente, mas acredito que é recomendável que quem cursa tenha alguma afinidade com números e projetos mais voltados à engenharia.