RENATO VIZIOLI

INTEGRAÇÃO DA ENGENHARIA DO VALOR E DO “DESIGN
THINKING” NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

São Paulo
2019

RENATO VIZIOLI

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja
o Programa de Pós-graduação)

INTEGRAÇÃO DA ENGENHARIA DO VALOR E DO “DESIGN
THINKING” NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Área de concentração:
Engenharia Mecânica

Orientador:
Prof. Dr. Paulo Carlos Kaminski

São Paulo
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Vizioli, Renato

Integração da engenharia do valor e do "design thinking" no processo de desenvolvimento de produtos / R. Vizioli -- versão corr. -- São Paulo, 2019. 223 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

1.Design thinking 2.Engenharia do Valor 3.Processo de desenvolvimento de produtos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II.t.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Carlos Kaminski, pelo apoio integral, pelas contribuições e correções e pelo incentivo incessante. À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa auxílio para o Doutorado. Aos alunos Bruno Tsunashima Enachev e Andressa de Paula Suiti, que auxiliaram diretamente nas pesquisas e análises.

Wer will, dass die Welt so bleibt, wie sie ist, der will nicht, dass sie bleibt
Erich Fried

RESUMO

Para lidar com a complexidade do processo de desenvolvimento de produtos e especialmente da compreensão das necessidades e anseios dos usuários, a identificação e criação de metodologias como o “design thinking” e a engenharia do valor tornou-se importante na geração de valores perceptíveis não só para estes usuários, mas também para as empresas que desenvolvem produtos, para a sociedade e para o meio ambiente. Buscou-se, através da proposta da utilização conjunta das duas metodologias citadas, integradas ao processo de desenvolvimento de produtos, observando as características respectivamente de divergência e de convergência, embasado na realidade auferida na indústria, melhorar a qualidade das fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos, em termos de redução do tempo de desenvolvimento, da assertividade das soluções propostas e dos custos do processo. A validação da técnica proposta deu-se através de dinâmicas envolvendo alunos de um MBA de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços, identificando os fluxos de informação ao longo de 7 ferramentas que compõem o modelo, e, posteriormente, aplicando o modelo completo, observando resultados que atestam a melhor compreensão das etapas e da sinergia relacionada à integração, alcançando objetivos de ensino, mas também de qualidade das soluções obtidas.

Palavras-chave: “Design thinking”. Engenharia do valor. Processo de desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

To deal with the complexity of the product development process and especially on how to understand the needs and desires of the users, the identification and creation of methodologies such as "design thinking" and value engineering became important in generating noticeable values not only for these users but also for companies that develop products for the society and to the environment. By proposing a joint technical of the two mentioned methods, integrated to the product development process, observing the characteristics respectively of divergence and convergence, based on the perceived reality in the industry, it sought to improve the quality of early stages of the product development process, in terms of how to reduce the development time, the assertiveness of the proposed solutions and process costs. The validation of the technique was made through research involving students of an MBA on Management and Engineering of Products and Services, identifying the information flows along the 7 tools that make up the model, and then applying the complete model, observing results that attest to the better understanding of the stages and synergy related to integration, achieving teaching objectives, but also the quality of the solutions obtained.

Keywords: Design thinking. Value engineering. Product development process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de produção e consumo segundo Asimow.	29
Figura 2 – Ciclo de produção e consumo segundo Chehebe.....	31
Figura 3 – Pirâmide de Maslow e as necessidades tangíveis e intangíveis.....	31
Figura 4 – Exemplo de hierarquia de sistemas em problemas complexos	36
Figura 5 – Fluxograma de desenvolvimento de produtos de French	37
Figura 6 – Princípio de funcionamento do sistema para circulação de ar em ambiente fechado.....	41
Figura 7 – Estrutura dos capítulos do trabalho.....	45
Figura 8 – Estrutura da metodologia de pesquisa adaptada	47
Figura 9 – Envolvimento das áreas no PDP por setor.....	51
Figura 10 – Envolvimento das áreas no "design thinking" por setor.....	52
Figura 11 – Utilização de metodologias e de ferramentas de criatividade por setor	53
Figura 12 – Espiral de projetos de Evans.....	57
Figura 13 – Fases do projeto completo segundo Asimow	59
Figura 14 – Modelo de PDP de Pugh.....	60
Figura 15 – Modelo "stage-gate" de Cooper e Edgett	61
Figura 16 – Modelo genérico de PDP	61
Figura 17 – Modelo de PDP proposto por Rozenfeld et al.	62
Figura 18 – Funil de desenvolvimento segundo Clark e Wheelwright	63
Figura 19 – Representação mista da espiral de projetos e do PDP genérico.....	63
Figura 20 – Relação proposta entre termos: ferramenta, metodologia e processo.....	70
Figura 21 – Etapas da resolução de um problema segundo Sternberg	72
Figura 22 – Exercício inicial sobre mapas mentais aplicado por Buzan e Buzan	77
Figura 23 – Estruturação de ideias e conceitos a partir de representações gráficas: mapa conceitual à esquerda e mapa mental à direita.....	78
Figura 24 – Áreas de um mapa de empatia genérico de uma "persona"	79
Figura 25 – Ciclos de divergência e convergência no “design thinking”	90

Figura 26 – Curva normal resultante da avaliação de um comportamento dos usuários de determinada solução.....	96
Figura 27 – Interesse comparativo pelos temas em consultas na internet	98
Figura 28 – Interesse comparativo pelos temas em artigos acadêmicos	99
Figura 29 – Produtos criados utilizando "design thinking"	100
Figura 30 – Processo HCD: design centrado no ser humano.....	101
Figura 31 – Diagrama FAST para um isqueiro	113
Figura 32 – Exemplo de melhoria de uma função (lâmpião)	117
Figura 33 – Convergência e divergência na macro fase do projeto conceitual	120
Figura 34 – Relacionamento das fases do DT com as fases do PDP	122
Figura 35 – Relacionamento da AV/EV com as fases do PDP e com o DT.....	123
Figura 36 – Ferramentas utilizadas no modelo integrado.....	125
Figura 37 – Modelo de integração de metodologias nas fases iniciais do PDP	127
Figura 38 – Fluxo de informações ao longo do modelo proposto	137
Figura 39 – Modelo proposto completo.....	139
Figura 40 – Morfologia dos mapas mentais resultantes	144
Figura 41 – Foto da dinâmica do "brainstorm"	149
Figura 42 – Protótipos utilizados nos testes: máquina de lavar, dispositivo de vibração e ilustração de sistema viário e secador de corpo de parede.....	151
Figura 43 – Avaliação dos alunos com relação à “persona”	154
Figura 44 – Avaliação dos alunos com relação à pergunta “Na ideação, o grupo organizou bem as ideias e gerou várias possíveis soluções iniciais?”	155
Figura 45 – Avaliação dos alunos com relação aos protótipos e testes	155
Figura 46 – Avaliação dos alunos quanto à relevância das propostas de soluções	156
Figura 47 – Avaliação dos alunos quanto às questões ambiental e do design universal....	157
Figura 48 – Síntese do percurso do grupo sobre construção civil	158
Figura 49 – Gráfico típico com escala de respostas e posicionamento da resposta individual (seta)	182
Figura 50 – Legenda típica para o gráfico com escala de respostas.....	183
Figura 51 – Gráfico típico de escolha de categorias e respostas individuais indicadas com seta.....	183

Figura 52 – Empresas consultadas que desenvolvem produtos no Brasil.....	185
Figura 53 – Quantidade de produtos lançados no Brasil nos últimos 12 meses (em abril de 2017).	185
Figura 54 – Empresas que tem uma área específica para desenvolvimento de produtos ..	186
Figura 55 – Áreas envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos segundo os entrevistados	186
Figura 56 – Empresas que utilizam o PDP segundo os entrevistados	187
Figura 57 – Grau de maturidade do PDP na empresa dos respondentes	187
Figura 58 – Grau de maturidade nas diversas fases do PDP segundo os respondentes ...	188
Figura 59 – Fases do PDP nas quais é utilizada a engenharia e análise de valor segundo os respondentes.....	188
Figura 60 – Utilização de ferramentas ou metodologias voltadas para a criatividade, nas macro fases do PDP, segundo os respondentes	189
Figura 61 – Ferramentas e/ou metodologias de criatividade utilizadas no PDP segundo o respondente.....	190
Figura 62 – Ferramentas e/ou metodologias de criatividade citadas no PDP segundo o respondente.....	191
Figura 63 – Empresas que utilizam “design thinking” segundo os respondentes	191
Figura 64 – Composição das equipes envolvidas com “design thinking” segundo os respondentes.....	191
Figura 65 – Áreas da empresa envolvidas quando é utilizado o “design thinking”.....	192
Figura 66 – Quantidade de produtos lançados nos últimos 12 meses (abril de 2017) utilizando o “design thinking”.....	192
Figura 67 – Avaliação qualitativa dos produtos lançados que utilizaram a metodologia do “design thinking”	192
Figura 68 – Diagrama de relacionamentos entre metodologias - ênfase na etapa de planejamento do PDP	194
Figura 69 – Exemplo de mapa mental cujo tema do grupo era linha branca	195
Figura 70 – Etapa de identificação das funções requeridas pelo usuário destacada em amarelo.....	196
Figura 71 – Etapa de utilização do "design thinking" destacada em amarelo.....	199
Figura 72 – Exemplo de mapa de empatia feito pela aluna Mariana Duchewiski Boruchosas	201

Figura 73 – Exemplo de protótipo feito na disciplina do PECE.....	206
Figura 74 – Etapa de identificação das funções intrínsecas destacada em amarelo	207

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contextualizações iniciais do trabalho.....	28
Tabela 2 – Caracterização dos problemas mal definidos segundo Cross	35
Tabela 3 – Fases dos métodos criativos e racionais segundo Cross	39
Tabela 4 – Dicotomias de pensamento no que se refere ao design	41
Tabela 5 – Síntese das justificativas da Tese	42
Tabela 6 – Número de respostas ao questionário por setor	50
Tabela 7 – Síntese cronológica dos modelos de PDP.....	64
Tabela 8 – Integração interfuncional no PDP de acordo com Clark e Wheelwright	66
Tabela 9 – Várias abordagens do processo criativo na literatura	75
Tabela 10 – Outras ferramentas racionais	81
Tabela 11 – Outras ferramentas criativas	83
Tabela 12 – Classificação dos métodos criativos Segundo Sozo et al.	84
Tabela 13 – Momentos da utilização das ferramentas de criatividade	85
Tabela 14 – Pesquisa sobre design e “design thinking” (1/2).....	92
Tabela 15 – Fases da aplicação da metodologia do valor.....	107
Tabela 16 – Sumário dos objetivos da AV/EV.....	108
Tabela 17 – Tipos e classificação das funções	109
Tabela 18 – Representação comum das funções (ventilador).....	110
Tabela 19 – Funções de um isqueiro orientadas pelo usuário	111
Tabela 20 – Funções das partes de um isqueiro.....	112
Tabela 21 – Distribuição dos custos das funções de um isqueiro	114
Tabela 22 – Pesos atribuídos às funções para aplicação na matriz de desempenho.....	115
Tabela 23 – Pesos atribuídos às funções para aplicação na matriz de desempenho com menor amplitude	115
Tabela 24 – Comparação entre funções pela técnica de Mudge.....	116
Tabela 25 – Avaliação do desempenho versus custo	116
Tabela 26 – Modelo de armazenagem das informações da fase 1: mapa mental.....	129

Tabela 27 – Modelo de armazenagem das informações da fase 3: requisitos do usuário ..	131
Tabela 28 – Modelo para armazenamento de dados coletados em entrevistas com usuários	132
Tabela 29 – Modelo para armazenamento dos dados coletados no mapa de empatia	133
Tabela 30 – Modelo de tabela de "insights" após observação e entrevistas com usuários	133
Tabela 31 – Modelo de armazenagem das informações da fase 5: "brainstorm"	134
Tabela 32 – Modelo de armazenagem das informações sobre protótipos para os testes ..	135
Tabela 33 – Modelo de armazenagem das informações sobre os testes	135
Tabela 34 – "Insights" provenientes dos testes	136
Tabela 35 – Alunos participantes da validação (nomes não divulgados)	142
Tabela 36 – Síntese da definição dos macro temas (problemas) abordados pelos grupos	145
Tabela 37 – Escolha de temas para a exploração das funções requeridas pelos usuários	146
Tabela 38 – Síntese da aplicação do "brainstorm"	149
Tabela 39 – Informações sobre os protótipos criados pelos grupos.....	150
Tabela 40 – Comparação entre justificativas e resultados	159
Tabela 41 – Avaliação dos vieses do objetivo principal da tese	162
Tabela 42 – Macrotemas e temas escolhidos após etapa do mapa mental	195
Tabela 43 – Identificação das funções requeridas pelo usuário feita pelos grupos na disciplina EP42	198
Tabela 44 – Entrevista da aluna Mariana Duchewiski Boruchosas com Caio Fernandes de 28 anos.....	201
Tabela 45 – Ideias geradas no "brainstorm" de um dos grupos na disciplina EP 42	202
Tabela 46 – Conexão entre ideias geradas nas diversas etapas (1/3)	203
Tabela 47 – Mapa mental tabelado produzido pelo grupo do tema eletrodomésticos	209
Tabela 48 – Mapa mental tabelado produzido pelo grupo do tema mobilidade	210
Tabela 49 – Mapa mental tabelado produzido pelo grupo do tema construção civil.....	211
Tabela 50 – Requisitos do usuário produzido pelo grupo do tema eletrodomésticos	212
Tabela 51 – Requisitos do usuário produzido pelo grupo do tema mobilidade.....	213
Tabela 52 – Requisitos do usuário produzido pelo grupo do tema construção civil.....	214
Tabela 53 – Mapa de empatia do grupo de eletrodomésticos: Rose Sheila de 35 anos.....	215

Tabela 54 – Mapa de empatia do grupo de mobilidade: Esmeralda de 32 anos	215
Tabela 55 – Mapa de empatia do grupo de construção civil: Mário de 45 anos	216
Tabela 56 – Resultado do “brainstorm” do grupo dos eletrodomésticos.....	216
Tabela 57 – Resultado do “brainstorm” do grupo de mobilidade	217
Tabela 58 – Resultado do “brainstorm” do grupo dos construção civil	218
Tabela 59 – Informações sobre os testes do grupo de eletrodomésticos	219
Tabela 60 – Informações sobre os testes do grupo de mobilidade.....	219
Tabela 61 – Informações sobre os testes do grupo de construção civil	220
Tabela 62 – Funções intrínsecas do produto do grupo de eletrodomésticos.....	221
Tabela 63 – Funções intrínsecas do produto do grupo de mobilidade	222
Tabela 64 – Funções intrínsecas do produto do grupo de construção civil	223

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3 Is	“Inspiration, Ideation and implementation” (do inglês, inspiração, ideação e implementação)
App	“Application” (do inglês, aplicativo – termo utilizado para aplicativos para celular)
AV/EV	Análise e engenharia do valor
CAE	“Computer Aided Engineering” (do inglês: engenharia assistida por computador)
CAD	“Computer Aided Design” (do inglês: projeto assistido por computador)
CAM	“Computer Aided Manufacturing” (do inglês: manufatura assistida por computador)
DHP	Desenvolver, Habilitar, Ponderar (na AV/EV)
DT	“Design Thinking” (do inglês: metodologia de design centrada no usuário)
FAST	“Function Analysis System Technique” (do inglês: técnica da análise de funções)
HCD	“Hear, Create, Deliver” (do inglês: ouvir, criar, implementar)
HCD	“Human Centered Design” (do inglês: design centrado no usuário)
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
QFD	“Quality Function Deployment” (do inglês: desdobramento da função qualidade)
SAVE	“American Value Engineering Society” (do inglês: sociedade americana de engenharia do valor)
TOF	Técnica de Ordenação Funcional
TRIZ	Teoria da resolução inventiva de problemas (sigla em russo)
UXD	“User Experience Design” (do inglês: design para o desfrute do usuário)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	Contexto do desenvolvimento de produtos	22
1.1.1	O ser humano e os artefatos	22
1.1.2	Contexto histórico – a necessidade de se desenvolver produtos	23
1.1.3	Contexto social – o uso de produtos em seus diversos setores	24
1.1.4	Contexto humano – o ser humano como usuário e como consumidor	25
1.1.5	Contexto local	27
1.1.6	Síntese dos recortes	28
1.2	Justificativas do trabalho	29
1.2.1	Contexto econômico – os participantes do processo de geração de produtos	29
1.2.2	Contexto humano – as necessidades tangíveis e intangíveis	31
1.2.3	Contexto geopolítico e social – utilização dos potenciais regionais	33
1.2.4	A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos	34
1.2.5	Síntese das justificativas	42
1.3	Objetivo do trabalho	42
1.3.1	Viés do ensino	44
1.3.2	Viés do usuário	44
1.3.3	Viés da indústria	44
1.3.4	Viés sócio econômico	44
1.4	Estrutura do trabalho	45
2	JUSTIFICATIVA – AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS EMPRESAS QUE DESENVOLVEM PRODUTOS NO BRASIL	47
2.1	Estruturação metodológica	47
2.1.1	Objetivos da pesquisa	48
2.1.2	Crítérios para a seleção das empresas e dos entrevistados	48
2.1.3	Montagem do questionário	49
2.2	Análise dos dados	49

2.2.1	Breve comparativo setorial	50
3	O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	55
3.1	Evolução dos modelos propostos	56
3.1.1	Principais modelos cronologicamente.....	58
3.1.2	As macrofases comuns aos modelos	64
3.2	Definições para a utilização ao longo deste trabalho de termos como metodologia, ferramenta e processo	69
4	FERRAMENTAS DE CRIATIVIDADE	71
4.1	O problema como estruturador da solução	71
4.2	Técnicas de criação.....	73
4.2.1	Modelos cognitivos	74
4.2.2	Formalização de ferramentas e técnicas criativas	74
4.2.3	Mapas mentais e conceituais.....	76
4.2.4	“Persona” e mapa de empatia	78
4.2.5	“Brainstorm”	79
4.3	Outras ferramentas de criatividade utilizadas pelos designers.....	80
4.3.1	Ferramentas racionais (segundo Cross)	81
4.3.2	Ferramentas criativas (segundo Cross)	82
4.4	Classificação geral e utilização dos métodos criativos	84
5	“DESIGN THINKING”	86
5.1	Surgimento do “design thinking” baseado no design centrado no usuário	87
5.2	Evolução da metodologia do “design thinking”	89
5.2.1	Ferramentas do “design thinking”	93
5.3	Usos e aplicações.....	97
5.4	As fases do “design thinking”	100
5.4.1	Criar empatia	101
5.4.2	Definir	102
5.4.3	Idear	103
5.4.4	Prototipar	103

5.4.5	Testar	104
5.5	Componentes destacados do “design thinking”	105
6	ANÁLISE E ENGENHARIA DO VALOR	106
6.1	Surgimento da ferramenta de AV/EV e sua cronologia	108
6.2	Definição de funções	109
6.3	FAST (“Function Analysis System Technique”).....	112
6.4	Custo das funções	113
6.5	Análise de desempenho das funções	114
6.6	Formulação de soluções a partir da AV/EV	117
7	MODELO DE DIVERGÊNCIA / CONVERGÊNCIA NA UTILIZAÇÃO CONJUNTA DO “DESIGN THINKING” E DA AV/EV NAS FASES INICIAIS DO PDP	119
7.1	Subsídios da análise do referencial teórico sobre PDP.....	119
7.2	A inserção do “design thinking” no PDP.....	121
7.2.1	Características da divergência na geração de soluções no DT.....	122
7.3	A inserção da AV/EV no PDP	123
7.3.1	Características de convergência na geração de soluções na AV/EV	123
7.4	Formalização das ferramentas utilizadas no modelo proposto.....	124
7.5	Modelo com as suas ferramentas	126
7.6	Identificação dos fluxos de informação ao longo do modelo proposto.....	128
7.6.1	Tratamento das informações geradas pelas ferramentas do modelo proposto 128	
7.6.2	Síntese do fluxo de informações.....	136
7.7	Modelo completo	138
8	VALIDAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	141
8.1	Aplicação do modelo proposto.....	143
8.1.1	Aplicação das dinâmicas	143
8.1.2	Análise dos resultados.....	152
8.2	Propostas de alterações no modelo.....	159
9	CONCLUSÕES.....	161

9.1	Considerações finais	163
9.2	Limitações e propostas de trabalhos futuros.....	164
REFERÊNCIAS		165
APÊNDICE A.....		175
APÊNDICE B.....		182
APÊNDICE C.....		193
APÊNDICE D.....		209

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da indústria de manufatura, principalmente diante da crescente busca mundial por desempenhos superiores tanto em termos tecnológicos quanto de custos, torna imprescindíveis iniciativas que privilegiem a busca da qualidade aliada à maximização dos resultados financeiros, permitindo a inserção da indústria de uma determinada nação no competitivo mercado mundial, pautada em características de excelência e prerrogativas de custo, mas, também, e de forma significativa, na agregação de valor ao produto.

Se por um lado, a cultura do consumismo, a partir da década de 80, com características do efêmero, da moda e do caos (HARVEY, 1992; LIPOVETSKY, 2009) causou uma série de problemas ambientais e/ou morais, por outro, influenciou, seja em suas origens ou em suas consequências, o desenvolvimento de movimentos em favor da ética, da sustentabilidade, do maior conhecimento do produto pelo usuário final, com a disseminação de ferramentas de análise de ciclo de vida do produto (CHEHEBE, 1998; STARK, 2004) agregadas ao desenvolvimento de produtos sustentáveis (MANZINI, VEZZOLI, 2002), sintetizadas no conceito do PLM (ZANCUL, 2009), cada vez mais exigidos por usuários mais conscientes, posto que seu acesso a informação se expandiu, principalmente com o advento da internet.

Pode-se associar desejos e necessidades humanas a valores que sustentam e estimulam o fortalecimento do estilo de vida atual (MALAGUTI, 2009), buscando representar nos produtos, conceitos tais como a juventude, a novidade, a riqueza e a identidade (a imagem).

Pelo prisma da engenharia do valor, a tradução destas necessidades, ou por assim dizer, destes requisitos, transformam-se em funções de estima, e unem-se às funções de uso, primordiais ao desempenho operacional de um produto (CSILLAG, 1995). Mas, para que as funções, sejam elas de estima ou de uso, possam ser definidas, é preciso uma etapa anterior, na qual o usuário deve ser compreendido de uma forma ampla. Ainda que os crescentes bancos de dados com informações sobre clientes forneçam importantes subsídios comportamentais (PEPPERS, ROGERS, 2002; VIZIOLI, 2001) estes referem-se muito mais aos hábitos de compras e de consumo, com um viés mercadológico, do que às vontades, desejos e necessidades reais de cada indivíduo.

Nesta lacuna, surge o design centrado no usuário (KRIPPENDORFF, 2001) – sendo design definido no dicionário Aurélio (FERREIRA, 1999) como a concepção de um projeto ou modelo; planejamento, ou ainda o produto resultante desse planejamento – e especificamente, o “design thinking” (BROWN, 2010), que procura conhecer a opinião do indivíduo, observar seu comportamento e vivenciá-lo. Este processo de conhecimento

difficilmente pode ser desenvolvido, apenas por um tipo de profissional, qual seja, o designer, mas é fruto da ação de um grupo multidisciplinar, cuja preocupação é inserir aspectos mais humanos num contexto de variáveis ambientais complexo, e objetiva criar um valor perceptível ao usuário.

1.1 Contexto do desenvolvimento de produtos

Este item trata da contextualização do desenvolvimento de produtos, sua importância atual, baseada nas mudanças das formas como os seres humanos interagem com produtos manufaturados e suas necessidades de consumo. Ao final deste primeiro item, uma tabela sumário (Tabela 1) define a abrangência da abordagem deste trabalho.

1.1.1 O ser humano e os artefatos

Segundo Harari (2015), três grandes revoluções marcam a presença do “homo sapiens” no planeta: a cognitiva (há cerca de 70 mil anos), a agrícola (há 12 mil anos) e a científica que se iniciou basicamente no renascimento, por volta de 500 anos atrás.

Através da cognição, o ser humano passou a interagir com o mundo de um modo diferente, não só com relação aos seus semelhantes, através de formas de comunicação requintadas, mas também com relação ao tempo, planejando, analisando o passado e elaborando visões de futuro. O objeto ou artefato surgiu nesse momento, seja como utensílio necessário aos seus intentos, seja como forma de expressão ou arte: cuias, potes, desenhos e adornos são típicos dos primórdios da fase cognitiva. Pela sua natureza nômade, o ser humano portava consigo todos os objetos de sua vida. O que ele não podia carregar era abandonado, era relegado como se fosse desnecessário.

A Revolução Agrícola mudou essa característica, pois transformou o nômade em sedentário (no sentido de que ele passou a habitar em um único lugar ao longo de sua vida). A humanidade viu então um crescimento até então vertiginoso, com abundância de recursos e com capacidade de defesa – de ataques de outros animais e de intempéries – quase ilimitada. Além de todos os artefatos voltados para o plantio e colheita e criação de animais, ampliou-se muito a quantidade de objetos que o ser humano possuía ao longo da vida, pois ele podia armazená-los e deixá-los aos seus descendentes. Surgiram móveis, moradias, panelas, pentes, baús, carrinhos de mão, carroças e uma infinidade de itens além das ferramentas para fabricá-los.

Com relação ao ser humano da era científica, poder-se-ia dizer até há bem poucos anos, que se trata do ser humano atual, mas, tamanho é o grau de mudanças, principalmente no âmbito informacional, que talvez uma nova revolução de fato esteja em curso. Foram

poucas gerações recentes que produziram mudanças radicais. Weisman (2007) relata em seu texto apocalíptico, a impossibilidade de o planeta retornar às condições anteriores às intervenções do ser humano, tamanho o impacto de suas ações: após o fim da civilização atual, um mundo completamente diferente emergirá, na previsão do autor.

O ser humano atual concebe objetos em uma profusão que chega a suplantar suas reais necessidades – muitas vezes excedendo os limites que a sustentabilidade do meio ambiente suporta – inventando necessidades e criando funções nas quais sequer se pensava há poucas décadas ou anos.

A abordagem dos artefatos, chamados neste trabalho de produtos, é, portanto, o primeiro contexto observado.

1.1.2 Contexto histórico – a necessidade de se desenvolver produtos

Com relação ao meio ambiente, o documento “Limits to Growth” (MEADOWS, 1972) alertava já em 1972 que a relação entre consumo e recuperação do meio-ambiente – também chamada de resiliência, segundo a qual, a partir de um determinado patamar de consumo torna-se inviável a recuperação do meio-ambiente aos mesmos patamares anteriores ao consumo – caminhava para um desbalanceamento, podendo gerar, em uma situação extrema, o esgotamento dos recursos. A sustentabilidade pode ser definida por quatro variáveis genéricas (VIZIOLI; KAMINSKI e VIZIOLI, 2008), relacionadas: o tamanho do consumo, os hábitos de consumo, a disponibilidade de recursos e as tecnologias disponíveis.

O dilema da civilização atual é conseguir balancear estas variáveis, de modo a não abrir mão de conquistas já realizadas – que muitas vezes se traduzem em confortos – e não inviabilizar o planeta, em termos de seus recursos, à sobrevivência da humanidade. Verifica-se também, que das quatro variáveis, a única que pode e deve permanecer em um ciclo constante de crescimento, é a que se refere às tecnologias disponíveis. Estas devem ser tais que minorem a utilização de recursos da natureza, provendo uma qualidade de vida confortável (hábitos de consumo) à população que consome (tamanho do consumo).

Em sua origem etimológica, tecnologia vem do grego: “tekhnología”, formada pelo radical “tekhno” (arte, artesanato) e pelo radical grego “logía” (de lógos, ou linguagem, discurso) (ONIONS, 1966). Entende-se, portanto, tecnologia, como sendo o conjunto de métodos, processos, instrumentos e ferramentas, aplicados direta ou indiretamente pela ação humana, de forma sistemática, para se obter resultados reproduzíveis nos campos da arte, artesanato, indústria e ciência.

O ser humano pode, então, com sua capacidade cognitiva, armazenar o conhecimento, desenvolver técnicas, materializar ideias e reproduzir suas ações enquanto houver recursos para tal.

O desenvolvimento de produtos relaciona-se intrinsecamente à sobrevivência da humanidade nos patamares populacionais em que ela se encontra. Há uma demanda funcional, exigida pelos padrões de consumo fisiológicos atuais e uma demanda emocional artificial construída pelo desenvolvimento sociocultural ao longo dos séculos.

No presente trabalho, a tecnologia será abordada em seu aspecto de método ou processo, como ferramenta que organiza o planejamento e o desenvolvimento de produtos.

1.1.3 Contexto social – o uso de produtos em seus diversos setores

Se no princípio, o ser humano dispunha apenas de uma quantidade mínima de artefatos – aqueles que eram realmente fundamentais para sua sobrevivência – com o passar do tempo, a fatura de técnicas e recursos disponíveis agregou ao cotidiano do ser humano produtos cujas gerações anteriores jamais teriam almejado.

No século XXI, o ciclo, ou tempo decorrido entre o surgimento de uma invenção, sua assimilação, a exploração de suas funções decorrentes, e, eventualmente, seu desaparecimento ou sua substituição por serviços, tem sido cada vez mais reduzido.

O próprio livro impresso de Gutenberg torna-se cada vez mais um item virtual, acessível pela rede mundial de computadores em leitores sensíveis ao toque. O projeto Gutenberg lançado em 1971 nos Estados Unidos (GILBERT, 2015), criou uma biblioteca de livros de domínio público acessível pelo endereço <<http://www.gutenberg.org/ebooks/>>, e em 2007, com o lançamento do Kindle – aparelho para leitura de livros digitais – pela Amazon, houve uma mudança na curva de crescimento das vendas de livros físicos, e hoje, os livros digitais, ocupam uma fatia percentual significativa no faturamento da indústria editorial.

Se por um lado há uma forte tendência da transformação de produtos em serviços ou produtos e serviços, com todas as consequências positivas e negativas que não serão abordadas neste trabalho, por outro lado, ocorre o fenômeno descrito por Marx (2008) como “fetiche da mercadoria”, no qual se dá um valor exacerbado, além do definido pela “mais valia”, em função da personificação do objeto.

A relação do ser humano com o objeto ou produto varia, desde o quase imperceptível, até o que ele considera essencial não só no que diz respeito aos aspectos funcionais, mas emotivos e sociais. Pode, eventualmente, se tratar de um mesmo relógio na parede, que

jamais é percebido por uma pessoa, é visto com frequência por um funcionário ávido para voltar para casa, é idolatrado por outro que marcou momentos importantes da vida através dele ou pode ser odiado pela pessoa que se sente próximo dele e não suporta o ruído do “tic-tac”. O mesmo relógio, que some das paredes, bem como do pulso, ou das ruas, substituído pela função idêntica no celular.

1.1.4 Contexto humano – o ser humano como usuário e como consumidor

Quando se fala em ciclo de produção e consumo, o ser humano aparece como a parte responsável pela aquisição do produto. Na definição do dicionário Aurélio (FERREIRA, 1999), consumidor é aquele que compra para gastar em uso próprio, ao passo que consumir, é “gastar”, “comer”, “destruir”, “dar cabo de”, “arruinar”. Neste sentido, deduz-se que para tratar-se de consumo, é preciso que o produto em questão seja algo que se extingue, acabe, desapareça, e, evidentemente, isto não é verdade no contexto ambiental e nem mercadológico. Mesmo que o produto seja “consumível”, há sempre um legado, um resíduo, um subproduto que pode ou não desempenhar novas funções, diferentes das funções originais, designadas por seus criadores. Esta continuidade do produto após seu consumo planejado tem sido alvo dos projetistas de produtos – os designers – tanto quanto dos ambientalistas cada vez mais numerosos, e do poder público, como destacado no quinto princípio do capítulo 2 da Política Nacional de Resíduos Sólidos em seus objetivos:

“...eficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta.” (BRASIL, 2010)

Quando se pensa em produtos de duração muito curta, como dias, semanas ou alguns meses, tais como alimentos, produtos de higiene ou limpeza, material de escritório como papéis e tintas, combustíveis, etc., o termo consumidor parece bastante adequado, mas, ao se tratar de produtos que levam alguns anos para serem descartados ou que muitas vezes acompanham toda a vida de uma pessoa, como automóveis, geladeiras, ferramentas, televisores e móveis, a palavra usuário – que possui ou desfruta alguma coisa pelo direito de uso (FERREIRA, 1999) – pode se enquadrar melhor. Há distinções, portanto, pelo menos sob o aspecto contábil entre produtos consumidos rapidamente, ou bens de consumo, e que, portanto, perdem suas funções logo após serem utilizados, e bens duráveis, cujas funções são utilizadas repetidas vezes ainda que exista um processo de depreciação até

que o produto seja descartado. Notadamente no caso de produtos feitos para produzirem outros produtos, como máquinas, ferramental e equipamentos industriais, fica muito evidente essa característica contábil da depreciação.

No mundo capitalista, o uso relaciona-se com o consumo no sentido de que para se utilizar determinado produto, é preciso antes obter os direitos de utilização (que não são providos pelo estado).

A utilização de um produto é, portanto, diferente de seu consumo, e, na concepção do designer, não necessariamente ela está clara e vinculada às funções que o produto desempenha ao longo de sua vida. Theodora Vardouli (2015) explica que o design atua com base em funções, e segundo a autora, função é definida como a ação que preenche algum propósito e uso é a ação de se colocar algo para funcionar. Em outras palavras, função é aquilo que o produto faz, enquanto uso é aquilo que as pessoas fazem com o produto. Ainda segundo Vardouli, a importância do uso para o designer tem suplantado a da função, dando origem, a metodologias que procuram observar a utilização antes de propor funções, como é o caso do design centrado no usuário ou da chamada “UXD”, design para o desfrute do usuário, ou como soa melhor em inglês, “User Experience Design”. É importante, também, conforme destaca Vardouli, que o produto comunique claramente suas funções, para que a utilização seja otimizada.

Com relação aos hábitos de consumo, ou ao nível de consumo, normalmente relacionam-se à capacidade produtiva. Assim, a Revolução Industrial, foi um marco no aumento do consumo em todos os sentidos. Mokyr (1988) acentua que mesmo itens de consumo como café, chá, açúcar e cigarro, tiveram um aumento significativo em volumes consumidos pelos ingleses nos anos que sucederam o início da Revolução Industrial. O consumo passou a ser associado à qualidade de vida, levando nações – principalmente as capitalistas – a basearem suas economias fortemente nisso.

Um indicador desse modo de pensar é ilustrado nas políticas americanas após a II Guerra Mundial. Hofstaer, Miller e Aaron (1959) citam a frase proferida pelo diretor de mobilização e reconversão da guerra do governo americano, Fred M., em 1945: “O povo Americano tem a agradável prerrogativa de ter que aprender a viver 50% melhor do que jamais viveu antes”.

O governo americano concedeu crédito ao consumo com fundos da seguridade social do pós-guerra, porque, na verdade, detinha grande capacidade produtiva em função dos investimentos feitos ao longo da II Guerra Mundial, e não queria perder estes recursos, sucumbindo a uma crise, como ocorrera em 1929 (COHEN, 2004). Desta forma, a saída

vislumbrada foi incentivar o consumo, criando uma ideia de que a vida poderia ser melhor se as pessoas tivessem mais bens e consumissem mais.

O chamado “ciclo-virtuoso” de consumir mais para produzir mais e gerar mais riqueza, tem, obviamente, um limite, hoje bastante questionado. O consumo exacerbado tem sido preterido ao consumo consciente, e pela substituição, quando possível, de bens materiais por serviços. Esta nova característica do consumo e do uso, também afeta a forma de atuação do designer.

Outra tendência que tende a direcionar os esforços e iniciativas dos desenvolvedores de produtos e serviços é a chamada economia circular (WINANS; KENDALL e DENG, 2017) que teve sua origem também no documento “Limits to Growth” (MEADOWS, 1972) e na reação da China nos anos 1990, buscando reduzir os impactos do uso de recursos e promover o consumo consciente. Algumas das iniciativas relacionadas à economia circular envolvem a criação de parques ecoindustriais, da otimização dos fluxos de materiais e o uso intensivo da inovação e da tecnologia no âmbito socioeconômico.

1.1.5 Contexto local

No Brasil, o estabelecimento da relação do ser humano com os objetos não é diferente: desde a chegada do “homo sapiens” em solo brasileiro, talvez há 12 mil anos, vindos pelo estreito de Behring (BUENO, 2003) ou mesmo antes disso por vias marítimas, há indícios de sua presença através de objetos decorativos e inscrições rupestres, como as encontradas em cavernas no vale do rio das Velhas em Minas Gerais. Mas há ainda, no DNA original dos primeiros povoadores da região ocupada pelo Brasil, segundo Bueno (2003), componentes típicos dos primeiros africanos – comprovados pelo crânio de Luzia, encontrado no sítio da Lapa Vermelha, no município de Pedro Leopoldo em Minas Gerais, em 1974 – e indícios de povos de etnia mongol, vindos em outros fluxos migratórios, e que deram origem às várias tribos indígenas encontradas pelos portugueses após o descobrimento do Brasil. Todos e cada um trouxeram contribuições no modo de interagir com o solo ocupado e em como tirar proveito dele, através de seus objetos, culturas agrícolas e criação de animais, mas, no Brasil atual, a cultura prevalecente, como no resto do mundo, é a do legado da Revolução Científica, posterior ao descobrimento pelos europeus, e mais ainda, a da Revolução Industrial, após 1790.

Os componentes pré-descobrimento restringem-se a algumas preferências, gostos e costumes, diluídos na massificação global atual.

Tanto no Brasil, quanto em outros países, existe a noção de que o consumo interno favorece o aumento da produção, porém, após anos de políticas governamentais diversas, vê-se uma situação de recessão coexistindo com a inflação, e, como agravante, muitos produtos antes fabricados no Brasil, foram substituídos por produtos mais baratos fabricados em países como a China ou a Índia.

Há hoje, no Brasil, uma demanda reprimida de consumo, resultante da queda da renda média do brasileiro. Um estudo apresentado em 2015 (VALOR ECONÔMICO, 2016) aponta que 90% das pessoas dizem que pesquisam mais os preços antes das compras, 77% mudaram os locais onde fazem as compras em busca de melhores preços, 72% adquirem produtos similares mais baratos, 63% adiaram a compra de produtos de bens de maior valor e 74% se viram obrigadas a reduzir as despesas de casa.

Isso tudo demonstra um amadurecimento do consumidor brasileiro, mais ponderado ao buscar uma linha de crédito, mais informado sobre o valor dos produtos, preocupado com a manutenção e melhoria de seu nível de vida e com os impactos sociais e ambientais do seu consumo.

1.1.6 Síntese dos recortes

Neste primeiro item – “Contexto do desenvolvimento de produtos” – foram consideradas várias contextualizações a serem utilizadas no trabalho, através das observações descritas. Na Tabela 1, estão sumarizadas estas contextualizações, com o intuito de caracterizar e estruturar a tese.

Tabela 1 – Contextualizações iniciais do trabalho

Tema	Definição
Abordagem de produtos e serviços	Apenas produtos (físicos), manufaturados e concebidos com o intuito de atender às necessidades de usuários específicos
Visão da tecnologia	Métodos e processos que auxiliam no desenvolvimento de produtos
O ser humano	Visto como usuário participante no processo de desenvolvimento de produtos e não somente como consumidor ou cliente
Local de interesse	Global, tomando o Brasil como base para a validação das propostas metodológicas

Alguns contextos aparecem naturalmente, como se tentou mostrar nos itens anteriores, outros são opções pessoais e circunstanciais. Assim, a escolha de produtos, ao invés de serviços, relaciona-se ao fato de o trabalho ser desenvolvido em uma Escola de Engenharia

Mecânica, e o fato de se adotar o Brasil como local de validação, relaciona-se à proximidade e à disponibilidade de recursos e empresas para que tal aconteça.

1.2 Justificativas do trabalho

Neste item, os recortes são detalhados abordando os interesses para o desenvolvimento desta tese. A partir das justificativas expostas serão definidos os objetivos da tese.

1.2.1 Contexto econômico – os participantes do processo de geração de produtos

A identificação dos participantes do processo de desenvolvimento, fabricação e venda de produtos varia na visão de cada autor, tendo sido ampliada ao longo do tempo. Não havia, por exemplo, a inclusão do meio ambiente como participante do processo, por muito tempo, e hoje este participante é considerado prioritário. Asimow (1968) incluiu este componente em sua proposta de ciclo de produção e consumo, no que ele chamou de “sistema sócio ecológico”. Na visão do autor, os engenheiros (responsáveis pelo desenvolvimento de produtos), respondem a demandas econômicas em função dos avanços tecnológicos, porém, inclui-se também fatores sociais, políticos e culturais. O ciclo proposto é visto na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de produção e consumo segundo Asimow.

Fonte: Asimow (1968)

Abele, Anderl e Birkhofer (2005), consideram quatro variáveis no ciclo de produção: o tempo, a qualidade, o custo e a ecologia, que podem ser traduzidas em participantes: o tempo diz respeito à velocidade com a qual o produto é concebido e introduzido no mercado (relacionado ao usuário e ao fabricante do produto), a qualidade, é a avaliação feita pelo

usuário, o custo também diz respeito ao usuário (preço) e ao fabricante, mas também, ao meio ambiente, que o autor prefere separar em uma variável denominada ecologia. O aspecto econômico é mais relacionado ao custo de obtenção de matérias primas, à fabricação e seu impacto ambiental, mas também à forma como o produto é usado (o valor percebido pelo usuário) e como ele é descartado após sua utilização ou fim de sua vida útil.

Outros autores, como Chehebe (1998) e Manzini e Vezzoli (2002) abordam prioritariamente as formas de obtenção de materiais, energia e o fim da vida útil do produto, quando ele volta ao meio ambiente ou é reciclado que é a vertente do ACV (Análise do Ciclo de Vida) dos produtos, muito enfatizada principalmente a partir dos anos 70 após a primeira crise do petróleo.

Na Figura 2 podem ser identificados participantes: na manufatura, está o fabricante, o que investe capital em busca de um retorno financeiro. Usualmente cabe a ele a identificação das necessidades do usuário, o desenvolvimento do produto, a obtenção das matérias primas, da energia e dos meios de produção.

A distribuição inclui a embalagem, o transporte e os esforços de comercialização. São etapas que agregam custo ao produto, porém, nem sempre agregam valor ao usuário. Portanto, a viabilidade econômica passa obrigatoriamente pela análise dessas etapas.

O uso e reuso relaciona-se ao usuário, e em como ele utiliza o produto: se em suas funções projetadas, de modos diferentes do especificado pelo fabricante, e, em como ele percebe o valor do produto, em última análise, se ele considera o preço pago justo ou não. O reuso, ocorre após o fim da vida útil do produto: neste caso, as funções desempenhadas pelo produto são diferentes das especificadas pelo fabricante ou são parciais.

O descarte e a reciclagem também implicam em custos econômicos. A reciclagem tende a reduzir esse custo na medida em que os materiais ou as partes do produto podem ser usadas em outros produtos, voltando ao ciclo, enquanto que no descarte, o produto precisa ser degradado até sua absorção no meio ambiente, processo este que muitas vezes é bastante demorado e danoso.

Figura 2 – Ciclo de produção e consumo segundo Chehebe

Fonte: baseado em Chehebe (1998).

A avaliação econômica é feita basicamente pelo investidor, ou empreendedor, o fabricante, guiado pelos anseios dos usuários, pelas condicionantes ambientais, legais e éticas. Mas o fator decisivo, na visão do empreendedor é o retorno financeiro. Portanto, viabilidade econômica é fundamental no desenvolvimento de produtos, e, qualquer redução de custo, seja em termos de matéria prima, tempo de fabricação (horas-homem e horas-máquina), tempo necessário para o produto chegar ao mercado, energia despendida, logística, embalagem e impacto ambiental é desejável e deve ser abordada nas fases iniciais da concepção do produto.

1.2.2 Contexto humano – as necessidades tangíveis e intangíveis

Maslow (1943) propôs em sua teoria motivacional, a análise de como os seres humanos respondem a estímulos em função de um grau de necessidades que o autor estratificou, conforme ilustrado na pirâmide mostrada na Figura 3.

Figura 3 – Pirâmide de Maslow e as necessidades tangíveis e intangíveis

Fonte: adaptado de Maslow (1943).

Na pirâmide, as necessidades fisiológicas correspondem às relacionadas à respiração, alimentos, água, sexo, sono, equilíbrio do corpo e excreções, e, localizam-se na base da

pirâmide (Figura 3). Os produtos que suprem este patamar são basicamente produtos de consumo. Em um segundo patamar, logo acima, aparecem as necessidades relacionadas à segurança, que incluem a integridade corporal, a manutenção do emprego, a existência de recursos, a moralidade, a família, a saúde e a propriedade. Neste patamar, os produtos são de uso, como habitação e equipamentos, e serviços como educação, saúde e policiamento. Os três patamares mais altos – e consequentemente mais difíceis de serem atingidos – correspondem às necessidades do amor (terceiro patamar), autoestima e respeito ao próximo (quarto patamar) e de atualização (no último patamar). Nestes patamares, há serviços e produtos mais sofisticados, e, valores espirituais. Muitas vezes trata-se de necessidades intangíveis, que não podem ser mensuradas precisamente do ponto de vista econômico, mas que o usuário julga imprescindíveis.

Na Figura 3 estão delimitadas também, as áreas da pirâmide onde há maior tendência de surgirem necessidades tangíveis ou intangíveis.

Quanto mais evoluída a sociedade, mais as necessidades do ser humano caminham em direção ao topo da pirâmide, tornando os produtos mais complexos.

Sugere-se que, uma vez atendidas as necessidades da base da pirâmide, a ênfase do designer de produtos passa a ser em atributos simbólicos e emocionais (CRILLY, MOULTRIE e CLARKSON, 2004).

Conforme afirma Krippendorff (1989) os produtos são concebidos para serem compreendidos ou para terem significados para alguém, e muitas vezes esta compreensão é mais subjetiva do que os aspectos físicos do produto concebido. O autor descreve que além de componentes técnicos e funcionais, o produto passa a apresentar componentes semânticos que dependem de um contexto social e cognitivo. São valorizados aspectos que concernem ao destaque social, ao respeito ao meio ambiente, à moda e outros, cuja interpretação é mais sutil do que aspectos puramente racionais.

Krippendorff cita quatro contextos que caracterizam os significados dos produtos da sociedade atual e que se configuram como preocupações do designer: no operacional, as pessoas são vistas como interagindo com os produtos; no sociolinguístico, as pessoas são vistas como se comunicando entre si sobre produtos específicos, seus usuários e sua utilização, e, desta forma, construindo novas situações sobre os produtos e suas partes; no da gênese, os designers, produtores, distribuidores, usuários e outros são vistos como participantes na criação e no consumo dos produtos e colaboradores na organização técnica da cultura e na entropia material, e, no ecológico, os diversos produtos são vistos como um sistema que interage mutuamente na autoprodução da tecnologia e da cultura.

Crilly, Moultrie e Clarkson (2004) resumindo inúmeros autores, citam três categorias que descrevem a resposta cognitiva dos usuários a um produto: a impressão estética, que pode ser definida como a sensação que resulta da percepção de atratividade nos produtos; a interpretação semântica, que pode ser definida como aquilo que o produto comunica a respeito de suas funcionalidades, modo de uso e qualidades, e, a associação simbólica, que pode ser definida como a percepção sobre o que o produto comunica sobre seu dono ou usuário; o significado social e pessoal associado ao produto.

Esta nova complexidade imposta ao designer requer métodos mais apurados de percepção das necessidades do ser humano, sendo preciso aliar as técnicas racionalistas baseadas na função, a novas técnicas de imersão no universo cognitivo humano.

1.2.3 Contexto geopolítico e social – utilização dos potenciais regionais

Numa visão materialista, potenciais regionais poderiam ser entendidos simplesmente como as facilidades em se obter matérias-primas ou utilizar mão de obra ou canais de distribuição. Não obstante esta visão seja bastante relevante, considerando o exposto no item “Contexto humano – as necessidades tangíveis e intangíveis”, surgem componentes não menos importantes, relacionadas à cultura e a sociedade. No item “Contexto local”, foi abordada brevemente a formação da cultura brasileira, através de sua etnia, de seus descobridores e posteriormente dos fluxos migratórios. Componentes como a língua, os hábitos em cada região, a relação com o espaço onde se vive, as religiões, etc. são determinantes nas respostas de cada pessoa aos produtos a elas destinados.

Segundo Rodrigues (2008), a nação brasileira é única por assimilar culturas muito diversas, e mais recentemente, por valorizar diferentes etnias:

“A cultura brasileira forma-se nessa fusão de culturas europeias, africanas, indígenas e asiáticas, ao mesmo tempo em que a população é formada pela mescla física dos povos que trouxeram essas culturas. A mestiçagem física é acompanhada pela mestiçagem cultural através da qual se construiu a identidade brasileira. Se compararmos a situação brasileira com a americana, veremos que o Brasil conseguiu uma integração muito maior entre os diversos elementos que formam sua cultura.” (RODRIGUES, 2008, pg. 27)

Esta particularidade da diversidade cultural da nação brasileira confere uma complexidade e riqueza que requer atenção especial do designer e dos empreendedores que lidam com os usuários de produtos do Brasil.

Segundo Levitt (1990), duas premissas regem a crescente globalização dos mercados no que diz respeito ao comportamento do usuário: a homogeneização das vontades e a disposição em abrir mão de algumas preferências com relação aos produtos, como características, funções, forma e outras. E Levitt também cita que mudanças na forma de produção, permitem uma maior flexibilidade, resultando em possíveis personalizações de produtos, sem sacrificar a escala global.

Portanto, respeitar e valorizar a diversidade local torna-se possível e necessário, e usar recursos naturais locais pode trazer vantagens competitivas, tanto localmente quanto globalmente. Há valores intangíveis relacionados com a “coisa da terra”, formados ao longo de gerações e pelo sentimento de nação. Não se trata de usar sementes exóticas ou fibras vegetais, ainda que isso possa ocorrer, mas sim de usar produtos e técnicas adequados voltados para as necessidades específicas locais.

1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos

A utilização de ferramentas e metodologias que auxiliam no processo de criação e desenvolvimento de novos produtos tem sido alvo de inúmeros estudos acadêmicos. O PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos – tem sido abordado em teses de doutorado (COSTA, 2010; SILVA, 2013; GUELERE FILHO, 2009) e em vasta literatura que remonta aos anos 1980 (FERREIRA et al., 2011; ROZENFELD et al., 2006).

O PDP – a ser descrito no capítulo “3 O processo de desenvolvimento de produtos” – aborda o desenvolvimento de produto sob o prisma da indústria, considerando fases distintas e consecutivas que são interdependentes e recorrentes. Assim, parte-se da identificação de um problema ou necessidade e chega-se a manufatura do produto final.

O PDP consiste (ROZENFELD et al., 2006) em um conjunto de atividades pelas quais se identifica necessidades do mercado e, de acordo com as possibilidades e restrições de ordem tecnológica, financeira ou estratégica, especifica-se um produto e seu processo de produção.

Ainda que o desenvolvimento de produtos sempre tenha existido, apenas com a Revolução Industrial, houve a ruptura formal entre as atividades de concepção e de manufatura do produto (FERREIRA et al. 2011). Antes, ambas eram praticadas pelo artesão, que dominava

o processo por completo, porém desenvolvia um produto específico para um usuário e em uma escala muito reduzida ou mesmo unitária.

Após a Revolução Industrial, houve uma distinção maior entre as atividades como proposto por Taylor em 1911 em seu “Princípios da administração científica” (TAYLOR, 1995), surgindo áreas distintas, que precisaram introduzir novas formas de comunicação e interação. Os métodos, como o PDP, que envolvem a participação de inúmeras áreas em uma empresa, requerem formas de comunicação e validação sofisticadas, através de desenhos, manuais, reuniões, etc.

Segundo Cross (2008), a atividade mais essencial do design é a produção de uma descrição final do artefato, na forma mais compreensível possível para os responsáveis pela produção do mesmo. Para isto, a forma mais difundida, mas não necessariamente completa, é o desenho, e sua complexidade está relacionada com a complexidade do artefato.

Quanto mais complexa a sociedade, mais os usuários demandam das empresas a solução de problemas mal definidos (“ill defined” em inglês). Segundo Cross (2008), a maioria dos problemas abordados pelos designers são mal definidos ou mal estruturados, e podem ser caracterizados conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização dos problemas mal definidos segundo Cross

Característica	Detalhes
Os problemas não têm uma formulação definitiva	No início os objetivos são vagos e muitos dos critérios e variáveis são desconhecidos. O contexto do problema é complexo e confuso, e pouco compreensível. Ao longo da resolução, formulações temporárias são estabelecidas, porém estas são instáveis e se alteram conforme se coleta mais informação a respeito do tema
Qualquer formulação do problema carrega consigo inconsistências	Tais inconsistências afloram na medida em que se tenta solucionar o problema através das formulações iniciais
A formulação do problema está ligada à sua solução	Há uma tendência em se descrever o problema através de sugestões de soluções, porém, tais soluções tendem a ser parciais e por vezes inapropriadas
Não existe uma solução definitiva para o problema	As soluções encontradas são então avaliadas como boas, ruins, apropriadas ou inapropriadas

Fonte: Adaptado de Cross (2008)

Para Cross (2008), na estruturação de problemas muito amplos, complexos e que podem ser representados por subsistemas interligados, é visível que a solução parcial do problema ou de alguns de seus aspectos não necessariamente contribui para a solução do problema de forma completa. O autor exemplifica a estruturação de um problema da construção de uma casa (Figura 4), onde se pode depreender que uma mudança no sentido da queda da

água no telhado pode ter implicações na escolha do material usado no piso, ou mesmo pode inviabilizar a solução como um todo.

Figura 4 – Exemplo de hierarquia de sistemas em problemas complexos

Fonte: Cross (2008)

Para uma melhor abordagem do problema, sugere-se então, que seu início seja de forma holística e que somente depois sejam detalhadas as partes.

Por mais variada que seja a visão do modelo do PDP, a base do processo aborda quatro etapas simples (CROSS, 2008): exploração, geração, avaliação e comunicação, com várias possibilidades de iteração e desdobramentos.

French (1985) dá uma visão gráfica mais detalhada deste modelo, intercalando atividades e componentes ou objetos, tal como representado na Figura 5 acrescida das descrições das atividades.

Comparando-se este modelo com o proposto por Asimow (1968) nota-se que Asimow parte de uma necessidade básica, o que dá a entender que o problema já se encontra mais definido, e, na sequência, este autor propõe as fases de estudo de viabilidade, projeto preliminar e projeto detalhado, para então planejar a operação que caracteriza o ciclo de vida (produção, distribuição, consumo e retirada do mercado).

O modelo de French (1985) dedica boa parte à análise do problema, de forma recursiva, até que se obtenha uma solução ideal a ser detalhada, remetendo ao conceito da espiral de projeto (EVANS, 1959), ainda que num escopo diverso.

Figura 5 – Fluxograma de desenvolvimento de produtos de French

Fonte: French (1985), com descrições.

Na visão de French (1985), portanto, a abordagem do problema é um aspecto primordial. Extrapolando o conceito de desenvolvimento, há as visões cognitiva e semiótica da resolução de problemas, como respectivamente abordado por Sternberg (2000) (a ser tratada no capítulo “4 Ferramentas de criatividade”) e por Pierce (2015).

Na semiótica, como descrito por Pierce (2015) em 1877 a visão lógica de inferência de problemas é composta por três fases: indução, dedução e abdução. A indução é tida como as inferências virtuais de uma probabilidade, de como as pessoas acabam, por repetições de padrões, aceitando certos caminhos como lógicos. A dedução parte de premissas, ou certezas, a partir das quais, por meio de corolários ou metáforas chega-se a soluções de problemas. A abdução é a forma mais relacionada à inovação, mais próxima do pragmatismo, chegando-se a soluções que requerem validação através da prática.

March (apud CROSS, 2008) relaciona a visão Pierceana das três fases (indução, dedução e abdução) ao desenvolvimento de produtos, considerando a indução e a dedução, e nesse

caso, a abdução é substituída por um termo mais voltado à prática do design, a produção. Neste modelo, na fase da produção são definidos os requisitos preliminares, bem como algumas presunções sobre os tipos de soluções possíveis de serem produzidos, ou é descrita uma proposta de design. Desta proposta e do estado da engenharia, ou do grau tecnológico a que se tem acesso, é possível, na fase da dedução, analisar ou prever o desempenho da proposta. Finalmente, a partir das características deduzidas, é possível, na fase da indução, avaliar mais suposições e possibilidades, criando assim um ciclo iterativo de refinamento da proposta de design.

Note-se que as abordagens semiótica e cognitiva têm um teor mais filosófico do que de gestão propriamente, como no caso do PDP. A interação das várias formas de se abordar problemas tem sido explorada em técnicas mais recentes, com o intuito de melhor perceber as oportunidades de mercado e atender às necessidades dos usuários, nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos.

Ainda segundo Cross (2008), os métodos de design têm basicamente duas características principais: formalizar certos procedimentos e externalizar o pensamento do design. A formalização é importante, pois evita a ocorrência do excesso de atenção em alguns aspectos em detrimento de outros. A externalização permite expor as ideias de soluções, a visualização e a discussão com base em um parâmetro comum. Com relação ao uso de métodos, Cross é categórico:

“Os métodos de design não são inimigos da criatividade, imaginação e intuição. Muito pelo contrário: direcionam talvez mais a novas soluções de design do que os procedimentos informais, internos e muitas vezes os pensamentos incoerentes dos processos de design convencionais.” (CROSS, 2008, pg. 48)

Cross (2008) divide os métodos em criativos e racionais. Os métodos racionais são mais conhecidos como métodos de design do que as técnicas criativas, os métodos racionais encorajam uma abordagem sistemática do design. Alguns designers alegam que os métodos racionais não estimulam a criatividade, e, por isso, não são recomendáveis quando o problema exige uma abordagem mais aberta (conforme será visto no item “4.1 O problema como estruturador da solução”).

Como metodologia considerada como criativa, o “design thinking”, por sua abrangência e por agregar em si outras ferramentas e técnicas como “post-up” e “brainstorm” (a serem vistas no capítulo “4 Ferramentas de criatividade”), tem sido utilizado por muitas empresas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos. Por isso, considerou-se

necessária sua inclusão como referencial teórico em capítulo específico e como componente de uma proposta de melhoria no processo de desenvolvimento de produtos.

De uma forma genérica, Cross (2008) divide o método racional em oito fases interligadas e relacionadas, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Fases dos métodos criativos e racionais segundo Cross

Fase	Descrição
Identificação de oportunidades	Utiliza cenários de usuários permitindo identificar e definir oportunidades para a melhoria ou o desenvolvimento de um produto
Esclarecimento de objetivos	Através de uma árvore de decisão, esclarece objetivos e sub objetivos do design, bem como a relação entre eles
Estabelecimento das funções	Através da análise funcional, estabelece as funções requeridas e os limites do sistema de um novo design
Definição de requisitos	Fornece, na especificação do desempenho, uma detalhada especificação do desempenho requerido da solução de design
Determinação de características	Estabelece, com o uso do desdobramento da função da qualidade, as metas a serem alcançadas para as características de engenharia do produto, de modo que estas satisfaçam os requisitos dos consumidores
Geração de alternativas	Gera, com o uso de tabelas morfológicas, um conjunto completo de soluções de design alternativas para um produto, ampliando a busca por uma potencial nova solução
Avaliação de alternativas	Compara, através de ponderação dos objetivos, os valores de utilidade das propostas alternativas de design, com base no desempenho e na importância de cada objetivo
Melhoria dos detalhes	Aumenta ou mantém o valor de um produto para os consumidores ao mesmo tempo em que busca diminuir os custos para o fabricante, através da engenharia de valor

Fonte: elaborado a partir de Cross (2008)

Há várias metodologias, ferramentas e técnicas que podem ser consideradas racionais, como a análise e engenharia do valor, o TRIZ, o desdobramento da função qualidade, etc., embora não haja uma ideia única a esse respeito. Assim, Csillag (1995), considera análise do valor como uma abordagem usada para reduzir custos de produção de bens e serviços, aumentando o valor para o usuário, já com relação ao QFD (“quality function deployment” no idioma inglês e “desdobramento da função qualidade” em português), Cheng e Melo (2007) definem como “um método indutor da busca e da integração de conhecimentos das áreas funcionais da empresa” (CHENG e MELO, 2007, pg. 26), mas também como sendo uma

ferramenta que possui um forte potencial referente a ouvir a “voz do cliente”, traduzindo suas opiniões e necessidades. Finalmente, com relação ao TRIZ, Genrich Altshuller, que desenvolveu a técnica (ALTSHULLER, 2004), explora invenções com o intuito de inovar, ou seja, ainda que seja um método técnico e de exploração, o objetivo é justamente a criatividade.

Desta forma, a análise e engenharia do valor, por sua vasta utilização, e pelas referências com as oito fases citadas por Cross (fases 3, 7 e 8 na Tabela 3), parece ser a mais adequada na complementação do “design thinking”, como fase de convergência.

Esta confrontação de divergência com convergência é explorada por Cross, que atesta:

“Os psicólogos sugerem que algumas pessoas têm um pensamento mais naturalmente convergente, enquanto outras têm um pensamento mais naturalmente divergente.” (CROSS, 2008, pg. 195)

Segundo Cross (2008), os designers cujo pensamento é mais convergente, são normalmente bons nos detalhes do design, na avaliação e seleção das propostas mais apropriadas ou viáveis, a partir de um conjunto de opções. Já os que pensam divergentemente, normalmente são bons na conceitualização do design e conseguem gerar uma grande variedade de alternativas de soluções, e mais: ambos são fundamentais no processo de solução, porém, a maioria dos engenheiros apresenta um perfil mais convergente.

A diversidade nas formas de pensar, com diferentes dicotomias, como as exemplificadas na Tabela 4, enriquece o processo criativo, sendo característica de projetos nos quais há participação de inúmeros indivíduos com diferentes perfis.

Na ausência ou impossibilidade de participantes com perfis diversos, o uso de procedimentos e ferramentas que conciliem ambas as características, divergente e convergente, pode se configurar como um estímulo ou direcionamento a soluções mais adequadas e melhores resultados no desenvolvimento de produtos. Em equipes com múltiplos perfis, pode representar uma redução de custos e do tempo necessários para o desenvolvimento de produtos.

Tabela 4 – Dicotomias de pensamento no que se refere ao design

Analítico	Intuitivo	Observações
Convergente	Divergente	Designers divergentes geram grande variedade de alternativas, enquanto convergentes selecionam soluções e são detalhistas
Serial	Holístico	Designers serialistas atuam em passos sequenciais, buscando resolver partes individualmente para chegar ao todo, e os holísticos buscam a solução mais geral e depois verificam se as partes se enquadram no todo
Linear	Lateral	Designers lineares têm um foco muito forte nos objetivos definidos, enquanto os laterais tendem a buscar caminhos alternativos ao longo do processo, em função da percepção de novas oportunidades

Fonte: Cross (2008).

O mecanismo de divergência e convergência foi também observado ao longo do trabalho de conclusão de curso do aluno da Escola Politécnica, Mário Souza (SOUZA, 2015), em coorientação com o Prof. Paulo Carlos Kaminski que originou uma patente de invenção (KAMINSKI; VIZIOLI; SOUZA, 2016).

Figura 6 – Princípio de funcionamento do sistema para circulação de ar em ambiente fechado

Figura à esquerda:

- 1 – região de distribuição do ar coletado onde naturalmente o ar é mais quente (Q),
- 2 – duto de condução do ar com turbulência reduzida com comprimento A,
- 3 – região próxima ao solo onde o ar frio (F) é coletado.

Figura à direita: ilustração do mecanismo:

- 1 – distribuidor do ar,
- 2 – duto de condução do ar coletado,
- 3 – coletor do ar (ventilador centrífugo),
- 4 – carcaça do motor do ventilador,
- 5 – aletas de ventilação do motor do ventilador.

Fonte: Kaminski; Vizioli; Souza (2016)

Neste trabalho, o aluno propôs um mecanismo de ventilação (Figura 6) a partir da identificação de um problema aberto – ventilar ambientes fechados – e após várias

iterações, prospectando ideias e posteriormente coletando dados e aplicando critérios, obteve resultados que talvez não atingisse utilizando metodologias mais lineares, através da aplicação do princípio de ventilação contrário à convecção natural, no qual se coleta o ar mais frio (F na Figura 6) na base do mecanismo e o mesmo é distribuído na região superior do ambiente onde o ar é mais quente (Q na Figura 6).

Portanto, dentro do PDP, nas fases iniciais, quando se apresenta o problema, o uso de ferramentas que promovam a dicotomia, o “design thinking” por um lado e a análise e engenharia do valor, pelo outro, devem favorecer o processo de um modo geral e especificamente, na identificação das necessidades do usuário, nas reduções de custos, e na otimização do uso do tempo.

1.2.5 Síntese das justificativas

Na Tabela 5, são resumidas as justificativas que levaram à elaboração dos objetivos deste trabalho. Tentou-se chegar a tais justificativas, através dos recortes feitos inicialmente, e, certamente, haveria outras inúmeras dentro destes contextos, porém, para o enfoque do trabalho, mantiveram-se apenas estas quatro: redução de custos, dualidade tangível e intangível, valorização da diversidade local e desenvolvimento de produtos com o uso de técnicas racionais e criativas.

Tabela 5 – Síntese das justificativas da Tese

Tema	Justificativa
Contexto econômico	O produto deve ser viável para o empreendedor, mas também sob o prisma ambiental, ético e social. Redução de custos na relação custo versus benefícios é uma meta a ser perseguida
Contexto humano	O produto deve atender a requisitos tangíveis (utilização), e, também intangíveis (valores de estima, simbólicos e semânticos)
Contexto geopolítico e social	A utilização dos recursos e da diversidade material e humana de um país é uma preocupação presente nas empresas nele instaladas e que para este país pretendem vender seus produtos
Contexto da técnica	O desenvolvimento de produtos deve observar critérios racionais como as funções do produto, o método de fabricação, a automação, etc., mas também, deve considerar fortemente componentes subjetivos e emocionais dos usuários dos produtos

1.3 Objetivo do trabalho

Considerando-se os contextos (sumarizados na Tabela 1) e as justificativas (sumarizadas na Tabela 5), é identificado um objetivo principal: **integrar, através de ferramentas e**

procedimentos, nas fases iniciais do PDP, técnicas de concepção – abordagem e resolução de problemas – que tratem de aspectos subjetivos e emocionais (“design thinking”) e de valores tangíveis e mensuráveis (AV/EV – análise e engenharia do valor), concebendo produtos de maneira centrada no ser humano e que atendam a requisitos globais, em harmonia com o meio ambiente e com custos otimizados.

Para isto, torna-se necessário o pleno entendimento das metodologias citadas e de como elas se inserem no PDP; requisitos a serem endereçados neste trabalho tanto através de pesquisas bibliográficas (referencial teórico) como por meio de interação com empresas dentro do contexto definido, através de entrevistas para:

- questionários endereçados a empresas buscando identificar os perfis de setores industriais com relação a aplicação de ferramentas na fase inicial do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), identificação do grau de maturidade do PDP implantado, identificação do uso e do conhecimento das metodologias de análise e engenharia do valor (AV/EV) e “design thinking” nestes setores, para justificar a proposta de um modelo neste contexto;
- coleta, mapeamento e organização do referencial teórico sobre as fases iniciais do PDP, das técnicas criativas utilizadas no “design thinking” e do “design thinking” propriamente dito, da engenharia e análise do valor e das integrações entre estes conceitos, principalmente no que tange ao quesito divergência / convergência;

Com base nestas etapas, será então elaborada a proposta de melhoria do processo de desenvolvimento de produtos, com enfoque nas fases iniciais, onde ocorre de forma mais enfática a definição do problema e a criação propriamente dita.

Finalmente, com a proposta elaborada, configurando-se como uma alteração do processo, baseada em ferramentas de suporte, serão identificadas, através de dinâmicas e/ou estudos de caso junto a alunos do MBA de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços do PECE (Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da USP), os benefícios / desvantagens, da utilização de técnicas conjuntas de divergência / convergência nas fases iniciais do desenvolvimento de produtos.

Com isto, pretende-se cumprir o objetivo principal supra descrito. Algumas decorrências ou corolários deste objetivo são expostos nos itens a seguir.

1.3.1 Viés do ensino

Neste viés, entende-se que no meio acadêmico, seja primordial desenvolver pesquisas que revertam também na melhoria da qualidade do ensino, seja o de graduação, de pós-graduação ou o de extensão e “in-company” (termo em inglês para cursos realizados dentro de empresas com uma abordagem específica para os problemas da empresa). Segundo Tripp (2005), esta abordagem classifica-se como uma pesquisa-ação educacional:

“A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos.” (TRIPP, 2005, pg. 445)

A experiência nessas dinâmicas poderá então ser revertida em didática para o ensino de técnicas de desenvolvimento de produtos.

1.3.2 Viés do usuário

Não faria sentido debruçar-se sobre metodologias centradas no usuário, como é o caso do “design thinking” sem que fosse uma das decorrências do trabalho a melhoria da percepção do produto por parte do usuário. Para verificar esta melhoria, a inclusão dos usuários / alunos da disciplina deverá ser feita ao longo das dinâmicas e na validação dos resultados.

1.3.3 Viés da indústria

Igualmente, a indústria, ou as empresas que desenvolvem e produzem os produtos, devem perceber claramente uma melhora no desempenho dos produtos, seja em termos de potencial de vendas, redução nos custos, redução nos tempos de desenvolvimento e de produção, aumento da qualidade, facilidade no processo produtivo, facilidade na gestão do ciclo de vida do produto, contribuição para a imagem da empresa, entre outros.

A proposta de complementação das duas metodologias – “design thinking” e análise e engenharia do valor – deve ser percebida como algo que simplifique o processo de criação dentro do PDP, e a compreensão da lógica e dos passos propostos deve ser acessível a todos os envolvidos no processo.

1.3.4 Viés sócio econômico

Finalmente, este último corolário, trata de um patamar desejável, que nem sempre é decorrência natural do desenvolvimento de produtos. Em se tratando de bens de consumo

tidos como “objetos de desejo”, muitas vezes aspectos ligados à ética ou ao comprometimento ambiental e social, são colocados em um segundo plano.

A busca deste viés estará, portanto, referenciada ao longo da proposta, por meio de recomendações ou cuidados a serem observados.

1.4 Estrutura do trabalho

A Figura 7 ilustra a estrutura do trabalho como um todo, sendo que o bloco pontilhado é composto por 5 capítulos: a “Justificativa / pesquisa com empresas”, que engloba um primeiro levantamento que contempla uma identificação de perfil de empresas, de modo a direcionar a elaboração de um modelo teórico, bem como verifica a aplicabilidade deste modelo no cenário empresarial brasileiro, e, na sequência, a exploração do referencial teórico referente ao PDP, ferramentas de criatividade, “design thinking”, e, AV/EV.

Figura 7 – Estrutura dos capítulos do trabalho

A geração do modelo divergência / convergência aborda a utilização conjunta ou combinada das técnicas de “design thinking” e de engenharia e análise do valor, no contexto identificado no universo das empresas pesquisadas na atividade anterior.

A aplicação e validação do modelo proposto serão feitas academicamente, através de dinâmicas estruturadas simulando a real aplicação do modelo.

Finalmente, na conclusão, os resultados serão comentados e eventuais propostas de continuidade ou melhorias da proposta serão elaboradas.

2 JUSTIFICATIVA – AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS EMPRESAS QUE DESENVOLVEM PRODUTOS NO BRASIL

2.1 Estruturação metodológica

De acordo com Blessing & Chakrabarti (2009), a metodologia de pesquisa em design divide-se em 4 fases, conforme ilustra a proposta original (à esquerda) na Figura 8. Iniciando-se no alto da figura, é abordada a etapa de análise da literatura, ou referencial teórico, que aqui será desenvolvida nos capítulos “3 O processo de desenvolvimento de produtos”, “4 Ferramentas de criatividade”, “5 “Design thinking”” e “6 Análise e engenharia do valor”.

A etapa representada pelo capítulo 2, busca verificar a aplicabilidade da proposta inicial do trabalho, ou seja, se os objetivos colocados na introdução, têm sustentação no cenário da indústria manufatureira do Brasil, e, se um modelo resultante das análises e proposições pode se mostrar aderente ao contexto no qual foi delineado, ou seja, se há empresas elegíveis que possam vir a observar vantagens em seu uso.

Observando-se a estrutura proposta por Blessing & Chakrabarti (2009) na Figura 8, tendo em vista que, tanto a análise da literatura quanto a primeira análise de dados empíricos conduzem à síntese do modelo, optou-se por uma variação metodológica, na qual ambas as etapas se encontram em um mesmo nível, aglutinando objetivos e entendimento, representada no lado direito da Figura 8.

Figura 8 – Estrutura da metodologia de pesquisa adaptada

Fonte: Blessing & Chakrabarti (2009) e adaptação

Com base nos recortes apresentados em “1.1.6 Síntese dos recortes”, foi feita uma prospecção de empresas, e para tal, optou-se pela aplicação de um questionário no qual foram apenas identificados os graus de interação ou de conhecimento que determinadas

empresas em determinados setores guardam com relação às metodologias a serem abordadas neste trabalho.

2.1.1 Objetivos da pesquisa

Sumarizando, os principais objetivos da pesquisa são:

1. identificar perfis de setores industriais com relação a aplicação de ferramentas na fase inicial do processo de desenvolvimento de produtos (PDP);
2. identificar o grau de maturidade do PDP implantado;
3. identificar o uso e o conhecimento das ferramentas de engenharia de valor e análise de valor (EV/AV) e “design thinking” nestes setores;
4. Oferecer subsídios para a proposição do modelo de integração.

2.1.2 Critérios para a seleção das empresas e dos entrevistados

Como não se trata de um levantamento estatístico, mas apenas de uma prospecção, não houve preocupação numérica com a amostra consultada, mas sim uma preocupação qualitativa, levando em conta um perfil específico de empresa. **Os resultados obtidos, ainda que numéricos e gráficos, não têm significado estatístico, uma vez que os métodos de dimensionamento e seleção de amostras não foram utilizados.** Inicialmente selecionou-se cerca de 100 empresas cujo perfil atende aos seguintes critérios:

1. projetar e produzir para o consumidor final;
2. ter uma dinâmica de lançamentos de novos produtos em relação à linha toda;
3. projetar para o mercado interno (Brasil) e/ou global;
4. utilizar um modelo de referência para desenvolvimento de produtos.

O critério 4 apenas pode ser claramente identificado após a aplicação do questionário, e os critérios 1, 2 e 3, foram identificados através de consultas aos sites de empresas e em função de conhecimento prévio.

Como meta numérica da pesquisa, definiu-se abordar no mínimo 20 empresas (obter o retorno do questionário) em de 4 a 6 setores distintos. A base inicial para a obtenção da lista de empresas foi o INDX (2016), índice da Bovespa de setores e empresas da indústria

manufatureira. Esta lista foi ampliada para incluir setores e empresas que não negociam ações na bolsa de valores, mas que têm um perfil conforme os critérios citados.

2.1.3 Montagem do questionário

A elaboração do questionário foi orientada no sentido de cumprir os objetivos estabelecidos, observando um mínimo de questões e cujas respostas fossem curtas, rápidas e facilmente mensuráveis, para efeito de tabulação.

As questões estão estruturadas de modo a percorrerem os tópicos propostos na estrutura do referencial teórico da tese, quais sejam: PDP, análise e engenharia do valor e “design thinking”, e, de um modo intrínseco, o uso conjunto das metodologias.

Outro objetivo foi a elaboração de um relatório com os resultados consolidados. Além de seu uso para fins de análises na tese, o relatório foi uma peça utilizada para motivar as empresas a responderem, sendo que, aos profissionais que responderam, foi enviado tal relatório e o posicionamento da empresa dentro do conjunto de respostas. Ao ser solicitado o preenchimento, um modelo do relatório foi mostrado aos profissionais contatados. No Apêndice A é mostrado um exemplo completo do relatório enviado a cada um dos respondentes da pesquisa.

2.2 Análise dos dados

As respostas incluídas através do formulário no Google Forms, foram extraídas em uma planilha, e sumarizadas em gráficos pré-definidos, ainda que a ferramenta do Google ofereça diversos tipos de gráficos e análises. A análise questão por questão pode ser vista no Apêndice B, e, algumas análises setoriais são apresentadas no próximo item.

A Tabela 6 mostra o conjunto final de questionários respondidos, e quantos são oriundos de cada setor.

Tabela 6 – Número de respostas ao questionário por setor

Setor originário da resposta	Quantidade
Higiene e cuidados pessoais	2
Aviação	2
Acabamentos construção civil	3
Escritório	3
Linha branca	3
Automotivo	7
Total de respostas	20

2.2.1 Breve comparativo setorial

Sobre algumas das análises feitas, foi elaborado um artigo (SUITE, A. de P.; VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C., 2017), apresentado em pôster no 11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, abordando algumas características setoriais obtidas através das respostas.

O objetivo aqui não é fazer comparativos estatísticos, mas apenas apontar alguns números que em princípio definem ou caracterizam as áreas para cujos respondentes foram enviados questionários.

Por exemplo, verificou-se que, com relação à maturidade declarada na utilização de ferramentas como PDP, o setor de aviação apresenta um grau bem maior de maturidade, seguido pelo setor automotivo e pelo de linha branca.

A Figura 9 mostra a distribuição das áreas envolvidas no PDP por setor, segundo os respondentes. Os números foram transformados em percentuais de resposta por setor, para que pudessem ser comparadas as respostas.

Os gráficos podem ser interpretados de algumas formas, por exemplo, quanto à frequência de respostas, verifica-se que nos setores de aviação, de higiene e cuidado pessoal, 100% dos respondentes afirmaram que há o envolvimento de 6 diferentes áreas ao longo do PDP, e em seguida, com 5 áreas com 100% de respostas, vem o setor de linha branca. O setor automotivo mostra apenas 4 áreas nestas condições.

Cabe ressaltar, no entanto, que há um número maior de respondentes no setor automotivo, conforme mostrado na Tabela 6, e, somando-se os percentuais das respostas, verifica-se que o setor automotivo é o que demonstra ter o maior envolvimento de áreas dentre os pesquisados.

Com relação às áreas, predominaram as classicamente apontadas como fundamentais – marketing, engenharia e manufatura – sendo que em apenas alguns setores o percentual de respostas para estas áreas não atingiu 100%, porém, sempre foi citado.

Figura 9 – Envolvimento das áreas no PDP por setor

As áreas de TI e jurídica praticamente não apareceram, ainda que, poder-se-ia supor suas necessárias inclusões, principalmente em função de aspectos regulatórios importantes (jurídica) e da natureza de novos produtos envolvendo a internet das coisas (IoT), bastante dependente da área de TI (PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J., 2015).

Com relação às áreas participantes na utilização do “design thinking”, na Figura 10, percebe-se que não há o mesmo grau de envolvimento que ocorre no PDP. Isto, aparentemente, deve-se ao fato de haver menos empresas familiarizadas com a metodologia, e as que utilizam, talvez não o façam plenamente, ou não vejam a necessidade de um maior envolvimento. Na figura, isto fica claro pelas reduzidas áreas escuras. Estranhou-se, principalmente, o setor de linha branca, cujas áreas citadas reduzem-se a produtos, engenharia, marketing e design.

Figura 10 – Envolvimento das áreas no "design thinking" por setor

Os setores de aviação, automotivo e materiais de escritório são os que aparentam utilizar mais áreas ao longo do uso da metodologia do “design thinking”.

Conforme citado, o “brainstorm” é a ferramenta de criatividade mais utilizada, de acordo com os respondentes, e, isto se confirmou em todos os setores (Figura 11). Apenas no setor automotivo, o percentual de respostas com relação a esta ferramenta foi inferior a 100%.

Neste caso, mostraram-se profícuos na utilização de ferramentas de auxílio à criatividade, os setores de aviação, automotivo e linha branca, com altos somatórios de respostas.

Figura 11 – Utilização de metodologias e de ferramentas de criatividade por setor

O setor de torneiras e revestimentos para construção civil, mostrou-se o menos permeável para esses usos, confirmando uma característica mais conservadora, que, todavia, mostra sinais de mudanças nos últimos anos, em busca de uma maior competitividade.

“Design thinking” também foi bastante citado, talvez em função do contexto do questionário, ainda que para efeitos das definições deste trabalho (ver Figura 20) seja considerada uma metodologia e não uma ferramenta de criatividade (similarmente ao TRIZ, ao QFD e à análise de valor).

Há outros inúmeros cruzamentos e análises que poderiam ser citados, mas, tendo em vista os objetivos da pesquisa, conclui-se aqui que setores cujas indústrias apresentam uma competitividade mais tecnológica e consolidada no país, ou que se caracterizam fortemente por contarem com empresas multinacionais, apresentam uma mais completa gama de relacionamentos com metodologias e práticas de desenvolvimento de produtos, e, como consequência, acredita-se que em uma possível aplicação de modelos propostos, incluindo o PDP e metodologias que a ele venham a ser integradas, possam gerar resultados mais completos e confiáveis. Esta observação, a partir dos dados coletados, não exclui outros perfis de empresas, e, evidentemente, a natureza do modelo proposto pode adequar-se mais a um ou outro perfil. Entretanto, como guia para a análise da literatura, buscar-se-á o universo de empresas com um razoável conhecimento dos componentes do modelo, e, eventualmente, extrapolações poderão ser propostas, abrangendo uma gama mais ampla de empresas. Tudo isso tendo em vista, que não se pretende criar um modelo hermético, mas, ao contrário, algo que agregue valor em termos de produtividade e qualidade ao processo de desenvolvimento de produtos.

3 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Conforme descrito no capítulo introdutório (“1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos”), a visão do desenvolvimento varia razoavelmente em função da época, do autor e principalmente das circunstâncias. Autores como Asimow (1968), por exemplo, trazem ao desenvolvimento de produtos o conceito do ciclo de vida, e consideram a definição do problema e consequentemente a especificação deste, uma fase que precede o projeto propriamente dito. French (1985) também coloca as necessidades a serem solucionadas como um passo anterior ao desenvolvimento de produtos, configurando-se como uma entrada do processo. Evans (1959) mostra as fases do desenvolvimento em uma espiral (a ser abordada neste capítulo), de modo bastante específico, como se fosse um procedimento para cada tipo de produto a ser desenvolvido. Em outro extremo, vertentes da psicologia cognitiva (STERNBERG, 2000) e da semiótica (PIERCE, 2015) tratam mais a fundo o problema em si, e quais os caminhos para as melhores soluções, e os produtos resultantes (quando há), são detalhados utilizando processos como o PDP clássico: aquele cujo enfoque é a engenharia.

A especialização que aparece em Evans (1959) evoluiu nos modelos propostos, e hoje, os modelos de PDP são chamados de “modelos de referência”, em determinada indústria, ou setor, ou para determinados produtos específicos, como na indústria automobilística, exemplificado em estudo de caso por Silva (2013) ou nos inúmeros exemplos mostrados em Clark e Fujimoto (1991).

A partir do modelo de referência, a empresa define seus modelos particulares (AMARAL e ROZENFELD, 2008), podendo ser desenvolvidos em situações reais ou teóricas. Segundo Amaral e Rozenfeld:

“Os modelos de referência podem ser especializados para mercado, segmentos ou tipologias específicas, como por exemplo: setor automotivo, setor de alimentos, indústria aeroespacial e outros.”
(AMARAL e ROZENFELD, 2008, pg. 123)

Os autores também indicam a origem desses modelos, que varia em função da área e da aplicação. No momento da publicação (2008), afirmavam Amaral e Rozenfeld:

“Atualmente os principais fornecedores de modelos de referência são as empresas de consultoria e empresas de softwares corporativos. Essas empresas possuem modelos especializados para vários

segmentos de mercado. Outro fornecedor de modelos de referência são os institutos de pesquisas e órgãos de pesquisa, porém os modelos tendem a ser mais genéricos e não tão detalhados.” (AMARAL e ROZENFELD, 2008, pg. 123)

Segundo Ulrich e Eppinger (2012), o objetivo do desenvolvimento de produtos considera basicamente cinco fatores de diferenciação: qualidade do produto na visão do usuário, custo de produção, tempo de desenvolvimento, custo de desenvolvimento e capacidade de desenvolvimento, sendo que este último diz respeito a uma curva de aprendizado que permite que cada vez mais a empresa desenvolva produtos atendendo aos requisitos citados anteriormente.

3.1 Evolução dos modelos propostos

O desenvolvimento de produtos, segundo afirmam Ulrich e Eppinger em 1995 (ULRICH e EPPINGER, 2012), é uma atividade interdisciplinar que requer a contribuição de praticamente todas as áreas da empresa. Entretanto, três áreas são fundamentais: marketing, que propicia o relacionamento entre a empresa e os clientes – nem sempre o usuário final, – facilitando a identificação de oportunidades de produtos, de necessidades dos clientes e percebendo segmentações; design, ou, como se costuma chamar no Brasil, engenharia, onde são definidas as características físicas do produto que melhor atendem às demandas identificadas pela área de marketing e, manufatura, que projeta, opera e coordena o sistema produtivo de modo a poder produzir o produto definido pela área de design.

Outra definição (KAMINSKI, 2000) aborda o PDP como um conjunto de atividades interligadas, por vezes simultâneas e cujos resultados são mensuráveis através de marcos, e tais atividades envolvem praticamente todos os departamentos de uma empresa com o objetivo de transformar necessidades detectadas no mercado em produtos e ou serviços economicamente viáveis.

Olhando desta forma a divisão de funções descrita como um “modelo genérico de PDP” por Ulrich e Eppinger (2012), aparentemente surge uma contradição: as três principais áreas (marketing, design e manufatura), conforme exposto, parecem atuar cronologicamente em sequência, e não de modo interdisciplinar.

Cabe aqui incluir outro conceito, bastante consolidado no desenvolvimento de produtos, denominado espiral de projetos. Segundo este conceito, proposto inicialmente por Evans

(1959) no âmbito da construção naval, o processo de desenvolvimento de um produto passa por sucessivas iterações ao longo de seu curso.

Segundo o diagrama de Evans (Figura 12), o projeto – no caso, de uma embarcação de grande porte –, passa por sucessivas iterações ao longo do desenvolvimento do produto. Assim, fases são revisitadas e podem-se alterar sensivelmente seus conteúdos em função dos incrementos feitos em fases posteriores / anteriores.

Figura 12 – Espiral de projetos de Evans

Fonte: Evans (1959)

Na espiral, cada cruzamento representa ao menos um ponto de controle, e os cruzamentos assinalados com um círculo representam atividades com maior grau de definições.

Observando então a afirmação de Ulrich e Eppinger (2012), ocorre a interdisciplinaridade entre as áreas, ainda que suas atividades sejam discretas ou pontuais. Em outras palavras, o desenvolvimento do produto passará inúmeras vezes pelas áreas de marketing, design, manufatura, e muitas outras áreas da empresa, até que se atinja a solução adequada.

Agregando-se a este fato, as tecnologias digitais e as facilidades de comunicação e interação entre as áreas, nota-se que muitas das iterações ocorrem, senão de modo instantâneo, com a participação conjunta de várias fases ou áreas da empresa, em intervalos muito reduzidos.

Este fato é acentuado no uso de ferramentas que envolvem a participação dos usuários, sendo possível haver alterações de escopo até fases próximas do final do desenvolvimento.

Note-se que, em casos como na construção de um edifício ou de um navio, normalmente tratam-se de produtos únicos, feitos para um usuário ou grupo de usuários específico. Neste caso, portanto, as etapas ou fases abordadas por Evans (1959) assumem um papel mais relevante na organização do projeto.

Já para produtos muito inovadores ou conceitos ainda vagos, não é possível identificar as posições das funções na espiral. No entanto, ao invés de se utilizar as funções inerentes ao produto, como mostrado na Figura 12, poder-se ia adotar etapas na espiral relativas a áreas de desenvolvimento, áreas envolvidas na organização, funções a serem desempenhadas pelo produto, etc. A aderência do conceito de espiral a modelos distintos de PDP é, portanto de grande abrangência.

3.1.1 Principais modelos cronologicamente

Os modelos de PDP passaram a ter relevância após a II Guerra Mundial (ROZENFELD et al., 2006), a partir da evolução dos sistemas produtivos – até então artesanais – para sistemas sequenciais. Antes ainda, na produção em série, nos moldes disseminados por Henry Ford em sua linha de produção de automóveis, aspectos importantes foram identificados como precedentes da necessidade do PDP: o envolvimento de inúmeras áreas da empresa na pesquisa e desenvolvimento (P&D), o fomento à comunicação entre áreas, a participação da alta administração nas decisões relativas aos novos produtos, o envolvimento dos fornecedores ao longo do desenvolvimento do produto, e, a necessidade de uma maior consistência no produto final, na qualidade e no aprendizado que facilita a criação de novos produtos de forma evolutiva.

Asimow definia projeto de engenharia, já em 1962, como “uma atividade orientada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura” (ASIMOW, 1968, pp. 9).

Há, portanto, uma junção das disponibilidades tecnológicas oriundas da pesquisa e desenvolvimento com as necessidades detectadas através do conhecimento dos usuários.

Conforme já exposto no item “1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos”, e mostrado na Figura 1, Asimow (1968) destacou a importância do ciclo de produção e consumo, incluindo formalmente a preocupação ambiental (sócio ecológica segundo o autor) no processo de desenvolvimento de produtos.

Figura 13 – Fases do projeto completo segundo Asimow

Fonte: Asimow (1968)

Asimow (1968) divide as fases propostas de um projeto de produto em (Figura 13): fases primárias, referentes ao descritivo do produto propriamente dito e fases relacionadas com o ciclo de produção e consumo, agregando etapas com um teor mais operacional e gerencial. Neste modelo, consideram-se as necessidades do usuário como uma entrada no processo, não fazendo parte do escopo das atividades do projeto. Ou seja, trata-se de um modelo bastante voltado para a engenharia, sob um prisma mais técnico. O autor detalha bastante em seu modelo os desdobramentos das fases primárias, acentuando esse caráter.

Pugh (1990) define o processo de desenvolvimento de produtos, que ele também chama de processo de entrega do produto ou ainda de design total, como uma atividade sistemática necessária, desde a identificação das necessidades dos usuários e do mercado, a venda do produto de modo a satisfazer tais necessidades, envolvendo tópicos relacionados a produtos, processos, pessoas e organização. A Figura 14 mostra as grandes fases do processo de desenvolvimento proposto por Pugh, contemplando uma fase preliminar denominada planejamento, quatro fases definidas como as principais em termos de especificação de projeto (design) e uma fase posterior de vendas.

Figura 14 – Modelo de PDP de Pugh

Fonte: Pugh (1990)

O autor separa, portanto, fases da engenharia, de fases de prospecção e ligadas mais especificamente ao mercado, porém, já reconhece fortes interações e sugere iterações sucessivas até que se atinja um resultado satisfatório para todos os participantes.

Na fase de planejamento, Pugh (1990) aborda inúmeras formas de se perceber as necessidades dos usuários, baseadas principalmente em pesquisas de mercado, e deixando em segundo plano a interação mais profunda com os usuários.

O modelo proposto por Cooper (COOPER e EDGETT, 1999) e denominado “stage-gate” ou estágio-decisão, contempla cinco fases (Figura 15), investigação preliminar, investigação detalhada, desenvolvimento, teste e validação e lançamento, além de considerar uma fase preliminar (também chamada de estágio zero) denominada ideação e uma fase posterior ao lançamento, denominada fase de revisão pós lançamento.

Figura 15 – Modelo "stage-gate" de Cooper e Edgett

Fonte: Cooper e Edgett (1999)

Em termos de fases, o modelo é similar aos demais, porém, incluem-se os “gates”, que são etapas de decisão formais, nas quais se define sobre a continuidade das etapas ou volta para uma etapa anterior. Segundo Cooper e Edgett (1999), 60% dos produtos tangíveis dos Estados Unidos são desenvolvidos seguindo este modelo.

O modelo de PDP exposto em 1995 por Ulrich e Eppinger (2012), e, também por Dieter e Schmidt (2009) é, segundo os autores, um modelo genérico de uma derivação evolutiva do modelo de Asimow (1968) composto de 6 fases, iniciando-se no planejamento e terminando na fase de produção. Ainda que na Figura 16 não esteja explícito, também consideram os “gates” ou estágios de decisão entre as fases.

Figura 16 – Modelo genérico de PDP

Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)

O modelo elaborado considera uma sequência cronológica e pontos de controle entre uma fase e outra nas quais é tomada a decisão de continuidade ou não, ou seja, caso seja considerado que a fase não está finalizada, continua-se nela até que esteja completa – ou, na pior das hipóteses, abandona-se o processo.

De modo similar, Rozenfeld et al. (2006), propõem um modelo de PDP também com seis fases que guardam com o modelo anterior, diferenças sutis, porém importantes. A Figura 17 mostra as fases do modelo de Rozenfeld et al., com a nomenclatura definida pelo grupo.

Figura 17 – Modelo de PDP proposto por Rozenfeld et al.

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Importante destacar que para Ulrich e Eppinger (2012), a fase do planejamento é denominada de fase 0 (zero), ou seja, uma fase que precede o início do PDP propriamente dito. Para Rozenfeld et al. (2006), o planejamento situa-se numa etapa anterior ao desenvolvimento, em uma divisão geral denominada “pré-desenvolvimento”, assim como o grupo define uma macro etapa posterior (“pós-desenvolvimento”) que compreende o acompanhamento do produto / processo e a descontinuidade do produto.

Clark e Wheelwright (1993) também mostram já em 1993, a divisão do processo em três macro fases, detalhadas de modo similar aos modelos de Rozenfeld et al. (2006), Ulrich e Eppinger (2012), Cooper e Edgett (1999) e outros, e na Figura 18, pode-se ver a representação das fases na forma de funil, como aparece também em outros autores citados.

A representação em funil deixa clara a diversidade de opções ou de incertezas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento e a convergência para uma ou poucas soluções nas etapas finais.

Figura 18 – Funil de desenvolvimento segundo Clark e Wheelwright

Fonte: Clark e Wheelwright (1993)

Em ambas as visões, o planejamento ou a investigação constituem uma fase estratégica cujas interações entre áreas, usuários, fornecedores e outros participantes são mais acentuadas.

Numa representação alternativa da espiral de projetos de Evans (1968), ao invés de atividades do desenvolvimento, são mostradas na Figura 19 as áreas envolvidas em cada fase.

Figura 19 – Representação mista da espiral de projetos e do PDP genérico

Fonte: Síntese do autor

Na Figura 19, as áreas (usuário, marketing, engenharia e manufatura) são envolvidas repetidas vezes, muitas vezes de modo simultâneo, aumentando o grau de detalhamento do

design conforme se percorre a espiral e se cumprem as fases do PDP – no caso, mostrados como no modelo genérico de Ulrich e Eppinger (2012) no hemisfério superior da figura e como no modelo de Rozenfeld et al. (2006), no hemisfério inferior da figura.

Há inúmeros outros modelos de PDP de diversos outros autores, ou especificados em normas setoriais e em contextos diferentes. Sharafi et al. (2010) fizeram uma comparação entre 43 diferentes modelos em suas macrofases, observando suas complementariedades, convergências e redundâncias. Dos autores citados neste capítulo, uma síntese das ideias descritas é mostrada na Tabela 7.

Tabela 7 – Síntese cronológica dos modelos de PDP

Autores	Ano	Contribuições
Evans	1959	Espiral de projetos com fases iterativas
Asimow	1962	Atividade orientada ao atendimento das necessidades humanas, ciclo de produção e consumo
Pugh	1990	Fase preliminar de planejamento e fase posterior de vendas
Clark e Fujimoto	1991	PDP específico para o setor automotivo
Clark e Wheelwright	1993	Noção de convergência desde a fase de investigações até o lançamento e entrega do produto (funil) e participação de todas as áreas da empresa, com ênfase nas áreas de marketing, engenharia e manufatura
Cooper e Edgett	1993	Formalização dos "gates" de decisões técnicas e estratégicas
Ulrich e Eppinger	1995	Modelos de referência para diferentes indústrias e setores através da adaptação de um modelo genérico
Kaminski	2000	Sistemas do produto e áreas funcionais integradas dentro da espiral de projetos
Rozenfeld et al.	2006	Três grandes fases, contemplando planejamento, desenvolvimento e lançamento do produto, que inclui o acompanhamento ao longo do ciclo de vida do produto no mercado até sua descontinuidade, ênfase no modelo genérico

Fonte: autoria própria

Existem, hoje, inúmeros modelos de referência que se aplicam a diferentes tipos de indústrias e produtos específicos, envolvendo inúmeras técnicas desenvolvidas ao longo da experiência de cada empresa, observando-se sempre quais trazem os melhores resultados.

3.1.2 As macrofases comuns aos modelos

Tomando-se como base o modelo genérico de Ulrich e Eppinger (2012) ou de Dieter e Schmidt (2009) e o modelo de Rozenfeld et al. (2006), a seguir serão abordadas as macrofases do desenvolvimento de produtos.

Conforme citado anteriormente, estas fases são desempenhadas por áreas funcionais que interagem ao longo do processo, trabalhando por vezes conjuntamente ou sequencialmente, armazenando e trocando informações.

A Tabela 8 mostra simplificadamente uma distribuição de funções ao longo do processo do PDP, baseada em Clark e Wheelwright (1993), utilizando as fases propostas por Rozenfeld et al. (2006), e similar ao também exposto em Ulrich e Eppinger (2012).

Nota-se que as três grandes áreas mencionadas (marketing, engenharia e manufatura) atuam ao longo de todo o processo, com forte intensidade. Há talvez uma concentração maior dos esforços de marketing nas fases iniciais (planejamento e desenvolvimento do conceito), da engenharia nas fases de desenvolvimento (desenvolvimento do conceito, projeto preliminar e projeto detalhado) e da manufatura nas fases intermediárias para o final (projeto preliminar, projeto detalhado, preparação para produção e lançamento do produto). Marketing também volta a ter forte atuação na última fase (lançamento do produto).

Outras áreas também são envolvidas ao longo do processo, com maior ou menor intensidade, dentre elas, compras, financeira, pesquisa e desenvolvimento, comercial, legal e áreas administrativas, dependendo da natureza do produto a ser desenvolvido.

Tabela 8 – Integração interfuncional no PDP de acordo com Clark e Wheelwright

Áreas/Fases	Marketing	Engenharia/design	Manufatura
Planejamento do produto	Definição de metas dos clientes, margens de vendas e interações com os usuários	Escolha de componentes, interação com fornecedores, construção de protótipos; definição da arquitetura do produto	Estimativas de custos, definição da arquitetura do processo e simulações; validação junto aos fornecedores
Desenvolvimento do conceito	Proposta e investigação de conceitos de produtos; dados de mercado	Propostas de novas tecnologias; ideias de produtos; modelos e simulações	Proposta e investigação de conceitos de processos
Projeto preliminar	Condução de testes com clientes: participação em avaliação de protótipos	Desenho do produto e interações com demais processos; protótipos em escala 1:1 e testes	Design do processo, desenvolvimento de ferramentas e equipamentos
Projeto detalhado	Condução de mais testes com clientes, elaboração do plano de marketing	Refinamento dos detalhes do design do produto e protótipos finais	Testes de ferramentas e equipamentos; instalações fabris e definição de procedimentos
Preparação para produção	Preparação para lançamento no mercado	Avaliação e teste de unidades piloto e resolução de problemas	Construção de unidades piloto usando processo comercial; verificação dos canais de suprimento
Lançamento do produto	Distribuição pelos canais, vendas e promoções e interação com os clientes	Avaliação da experiência em campo do produto	Lançamento ao mercado e evolução até o volume e qualidade estabelecidos

Fonte: adaptado de Clark e Wheelwright (1993)

As fases descritas a seguir seguirão a nomenclatura e estrutura proposta por Rozenfeld et al. (2006) em função de ser este modelo uma compilação detalhada de modelos precedentes, adequada ao desenvolvimento de produtos manufaturados de uma forma genérica e que derivou inúmeros modelos de referência.

3.1.2.1 Planejamento do projeto

O planejamento do projeto segundo Rozenfeld et al. (2006), é posterior ao planejamento estratégico de produtos, e ambas as fases são definidas como “pré desenvolvimento”. O planejamento estratégico é uma fase desempenhada pela alta direção da empresa, tendo em vista os objetivos estratégicos definidos em função da própria atuação da empresa. O plano de projeto, em si tem como principal resultado o escopo do produto a ser desenvolvido, podendo ser traduzido em especificações de necessidades, análises preliminares de viabilidade de mercado, objetivos de mercado, etc.

Além disso, nesta fase, é feita a estruturação do projeto, ou seja, são elaborados cronogramas, alocados os participantes, distribuídos os recursos e atribuídas as responsabilidades.

Nesta fase, torna-se possível também, adequar o modelo de referência a ser adotado, escolhendo-se, sempre que possível, modelos mais específicos que evitem desperdícios ou sejam vagos e genéricos em pontos críticos para o escopo do produto.

3.1.2.2 Projeto informacional

Segundo Rozenfeld et al. (2006) a fase denominada projeto informacional é a primeira fase do desenvolvimento de produto propriamente dito, e formaliza as definições de escopo e de planejamento do projeto elaboradas na fase pré desenvolvimento. Nesta fase é definido o problema, e, também o ciclo de vida do produto, sendo, portanto, uma fase de convergência dos planos estratégicos para que o processo de desenvolvimento seja formalmente iniciado. Note-se que o ciclo de vida aqui citado não é o ciclo de produção e consumo, mas o ciclo de permanência projetado para o produto no mercado, ou seja, quanto tempo demandará seu desenvolvimento, seu lançamento, a fase de crescimento das vendas, sua maturidade no mercado e seu declínio até ser substituído ou retirado do mercado.

3.1.2.3 Projeto conceitual

A fase do projeto conceitual é caracterizada (ROZENFELD et al., 2006) pela busca de soluções, pela criação, representação e seleção de alternativas para o escopo definido na fase do projeto informacional. Segundo Ulrich e Eppinger (2012), nesta fase são identificados os objetivos e necessidades do mercado e inúmeras alternativas de solução são geradas e avaliadas. Um ou mais conceitos são então selecionados para detalhamentos posteriores e testes.

Rozenfeld et al. (2006) citam diversas técnicas de criação a serem utilizadas nesta fase, com ênfase nas técnicas da engenharia e análise do valor – aplicada segundo os autores para identificar as funções a serem desempenhadas pela solução – e posteriormente as técnicas que busquem viabilizar fisicamente (ou na forma de serviços) as funções identificadas através da engenharia e análise do valor. A sequência proposta pelos autores observa, portanto, o uso inicialmente da engenharia e análise do valor para depois serem utilizadas metodologias criativas.

Ao final desta fase, conta-se com algumas possíveis soluções que cumpram as funções identificadas a partir do escopo proposto no projeto informacional. Inúmeras análises de

viabilidade são elaboradas já nessa fase, num processo de convergência posterior ao uso dos métodos criativos, baseadas segundo Rozenfeld et al. (2006) na utilização da técnica da matriz de decisão.

3.1.2.4 Projeto detalhado

No modelo genérico de Ulrich e Eppinger (2012), a fase do projeto detalhado inclui a especificação completa da forma, dos materiais construtivos e das tolerâncias de todas as partes do produto, bem como de todas as partes padrão a serem adquiridas de fornecedores. Também nesta fase, segundo os autores, são especificados os processos e as ferramentas construtivas necessárias, sendo que ao final da fase, uma documentação completa sobre o produto é gerada.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), são utilizadas ferramentas de CAD (“computer aided design”), CAM (“computer aided manufacturing”) e CAE (“computer aided engineering”), além de diversas técnicas de prototipagem. Também são feitas análise aprofundadas do ciclo de vida do produto até a sua descontinuidade.

Ao final da fase, trabalha-se idealmente com um produto e os custos para o desenvolvimento desta única alternativa tornam-se relativamente maiores, tanto em termos de recursos empregados quanto em tempo despendido.

3.1.2.5 Preparação para a produção

A fase de preparação para a produção, ou de teste e refinamento, conforme denominado no modelo genérico de Ulrich e Eppinger (2012) envolve a construção de produtos piloto, ou seja, fabricados de acordo com as especificações definidas na fase anterior, utilizando métodos e processos construtivos definidos pela área de manufatura para o produto final e as partes padrão fabricadas pelos fornecedores escolhidos e homologados.

Há então testes extensivos, envolvendo todas as áreas chaves e os usuários, e eventuais correções e melhorias são incluídas na especificação final para que o produto possa ser lançado e comercializado.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), há custos elevados na adequação da produção, na formalização dos processos e procedimentos e no treinamento interno e das equipes de vendas.

3.1.2.6 Lançamento do produto

O lançamento do produto é visto por Rozenfeld et al. (2006) como sendo a última fase do desenvolvimento do produto propriamente dito. Nesta fase há um grande envolvimento de áreas da empresa como marketing, que define os planos de vendas, distribuição, propaganda; de comunicação, que divulga o novo produto e seus impactos organizacionais tanto internamente quanto para o mercado; os canais de vendas e de atendimento aos clientes, bem como das áreas de engenharia e de manufatura, que devem responder rapidamente aos primeiros efeitos do lançamento.

Após esta fase, no modelo de Rozenfeld et al. (2006), há o que se denomina de fase pós desenvolvimento, que compreende o acompanhamento do produto ao longo de seu ciclo de vida até a descontinuidade do produto no mercado, com todas as consequências que este fato gera na organização.

3.2 Definições para a utilização ao longo deste trabalho de termos como metodologia, ferramenta e processo

Finalmente, cabe aqui colocar algumas definições a respeito de ferramentas, técnicas e métodos, que se não são precisas do ponto de vista de utilização pelo público, auxiliam na hierarquização dos conceitos e tópicos tratados até o momento e especialmente no próximo capítulo. Ferramenta, na definição do dicionário Aurélio (FERREIRA, 1999), é o utensílio utilizado pelo trabalhador para realizar suas tarefas, podendo ser tal utensílio físico ou não; técnica (FERREIRA, 1999), é a parte material ou o conjunto de procedimentos de uma arte ou a maneira ou habilidade especial para executar ou fazer algo; método (FERREIRA, 1999) é “um caminho para chegar a um fim” ou ainda, um programa que regula previamente uma série de operações que se devem realizar, apontando erros evitáveis, em vista de um resultado determinado. Alguns métodos são chamados (FERREIRA, 1999) de técnicas ou de procedimentos. Já a metodologia, abrange o estudo dos métodos, com o objetivo de melhorá-los (FERREIRA, 1999).

Há, portanto, relações entre os termos, conforme esquematizado na Figura 20. Note-se que para todos os efeitos, há uma similaridade entre técnica e método, havendo, porém, um sentido de repetição ou reprodutibilidade no método, Ferramenta, neste contexto, pode ser entendida como um conjunto de técnicas ou métodos.

Figura 20 – Relação proposta entre termos: ferramenta, metodologia e processo

Assim, para este trabalho, o termo “metodologia” é utilizado para referir-se ao “design thinking” e à análise e engenharia do valor. PDP, como o próprio nome sugere, é um processo. Ferramentas são um conjunto de técnicas, métodos ou procedimentos, e, quando muito simples, são tratadas aqui como técnicas ou métodos ou procedimentos, como se verá no capítulo “4 Ferramentas de criatividade” e nos próximos.

Eleanor Miles (1989), viúva de Lawrence Miles, que propôs a análise e engenharia do valor em 1947, intitula seu artigo como “técnicas da análise e engenharia do valor”, dando a entender que trata-se de um conjunto, e, portanto, pode ser vista como metodologia, e, no mesmo artigo. Na época, o vice-presidente de compras da GE considerou a análise e engenharia do valor como sendo o melhor “método” para se obter custos competitivos, mantendo a qualidade.

Com relação ao “design thinking”, para Brown (2010), trata-se de uma “abordagem”, ainda que no título de seu livro, seja descrito como uma metodologia.

Para se evitar este tipo de confronto entre autores ou mesmo de definições de um só autor, preferiu-se adotar a taxonomia com base léxica descrita acima, equiparando “design thinking” e análise e engenharia do valor como metodologias, ainda que, considerando-se a quantidade de ferramentas das quais se utiliza o “design thinking” – bem mais ampla do que a análise e engenharia do valor – poder-se-ia afirmar que a primeira (DT) é hierarquicamente mais completa do que a segunda (AV/EV).

4 FERRAMENTAS DE CRIATIVIDADE

Este capítulo dá suporte ao capítulo sobre “design thinking”, bem como retoma as considerações sobre o capítulo referente ao PDP, no que tange às etapas criativas, principalmente na macro fase do projeto conceitual (3.1.2.3 “Projeto conceitual”).

O “design thinking”, não se estrutura por si só, mas baseado em inúmeras técnicas que tratam não só do ser humano (técnica centrada no ser humano), mas também da criação de soluções baseadas nas interações com tais usuários. Tschimmel (2012) mostra, através do modelo denominado 3 Is (“Inspiration”, “Ideation” e “Implementation”, do inglês, inspiração, ideação e implementação) proposto pelo escritório IDEO¹, como são utilizadas técnicas e ferramentas como “storytelling” (narrativa que auxilia na elucidação do problema), “síntese”; “brainstorm” e prototipação, entre outras, ao longo do processo do “design thinking”.

Conforme introduzido no item “1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos”, o desenvolvimento de produtos pode enquadrar-se em um conceito mais amplo de resolução de problema, quando não se dispõe de uma especificação ou descrição mais precisa da necessidade, iniciando-se então o processo criativo, antes: na identificação do problema.

4.1 O problema como estruturador da solução

O passo inicial para se criar algo é a motivação, descrita como problema, oportunidade ou crise. A criação por si só pode ser entendida como arte, mas ainda assim, não é possível afirmar que não exista motivação na arte, e isto se comprovou ao longo dos séculos em que a civilização viu expressados seus anseios, suas lutas, suas conquistas e sonhos através da interpretação de artistas. Parte-se então do princípio de que o entendimento do problema antecede e interfere no processo criativo ou de solução do mesmo. Sternberg (2000) descreve sete passos para a resolução de problemas (Figura 21), atuando inicialmente nas etapas de identificação e definição do problema e permitindo que as etapas seguintes, mais propensas à iteração, sejam mais abertas e menos limitantes.

¹ IDEO é uma empresa de design, fundada em Palo Alto, California, em 1991. A empresa tem escritórios em Boston, Chicago, Londres, Munique, Nova Iorque, Palo Alto, São Francisco, Xangai, Singapura e Tóquio. (<https://www.ideo.com/>)

Figura 21 – Etapas da resolução de um problema segundo Sternberg

Fonte: Sternberg (2000)

Das sete etapas descritas por Sternberg (2000), a identificação e a definição do problema são explicitamente dedicadas à natureza vaga do problema, fazendo um contraponto com os modelos de PDP, que normalmente consideram o problema em etapas anteriores às macrofases, que o percebem através de especificações. A característica cíclica do modelo de Sternberg (2000) acentua o caráter de iteração, revisitando o problema a todo momento, inclusive após a implementação da solução, dando margem à melhoria contínua das soluções propostas.

A natureza do problema define o grau de dificuldade da solução, e a essência do desenvolvimento de produtos muitas vezes encontra-se no escopo dos problemas mal definidos, ou, segundo a definição de alguns autores, “wicked problems” (do inglês: problema perverso) usado por Buchanan (1992) e Rittel e Webber (1973) ou “ill defined problems” (do inglês: problema mal definido) usado por Cross (2008).

Com relação aos “wicked problems”, Buchanan afirma não haver para o design uma única definição, porém, em seu artigo (BUCHANAN, 1992), cita que conforme a abordagem de Horst Rittel em conferências sobre métodos de design desde a década de 1960, “wicked problems” são uma resposta ao que Rittel chamava de modelo linear, passo-a-passo, explorado por muitos dos designers e teóricos do tema. Linear ou não, muitas das propostas dividem o processo de design em duas fases distintas: a definição do problema e a solução do problema, sendo que a primeira é uma sequência analítica na qual são determinados todos os elementos do problema e especificados os requisitos para uma solução bem-sucedida, enquanto que na segunda ocorre uma sequência de síntese na qual os requisitos são balanceados e combinados, gerando uma solução que será levada à produção.

Segundo Rittel (apud Buchanan, 1992), “wicked problems” são problemas envolvendo sistemas sociais mal definidos, cujas informações são confusas e onde muitos clientes (sic) e responsáveis pelas decisões apresentam conflitos de valores. Há, portanto, na definição de Rittel, uma polaridade entre questões determinísticas e indeterminadas. Para Rittel e Webber (1973) não é possível formular definitivamente um “wicked problem”, e os autores citam como exemplo o problema da pobreza, cujas definições podem passar pela baixa renda, ou pelas políticas que determinam essas rendas, ou ainda questões educacionais e de qualificação dos indivíduos. Ou seja, Rittel e Webber introduzem um conceito de causa e efeito, conduzindo a possíveis causas raízes.

Reside, portanto, nas palavras “síntese” e “indeterminado” a necessidade da criatividade. As soluções para problemas não determinísticos não são únicas, nem precisas, na forma de números, binários, etc., mas sim subjetivas, com vieses e interpretações distintas, sendo consideradas boas ou más, satisfatórias, suficientes, etc. (RITTEL e WEBBER, 1973).

Alguns experimentos procuram avaliar o resultado efetivo, através da solução ou produto propostos (CHAKRABARTI, MORGENSTERN, KNAAB, 2004) em função da forma como o problema é definido ou os requerimentos enunciados (VIZIOLI, KAMINSKI, 2017), e ainda (CHRISTIAANS, 1992) como os resultados se alteram em função da interação com o problema ao longo de todo o processo, incluindo novas variáveis identificadas com relação ao problema.

Segundo Christiaans (1992), quanto mais tempo for dedicado à definição e entendimento do problema, e conseqüentemente ao uso dos próprios modelos e referências na formação das estruturas conceituais, mais capacitado estará o designer a atingir um resultado criativo. Portanto, definir e modelar o problema do design é uma atividade chave na busca da criatividade.

4.2 Técnicas de criação

Cross (2008) divide as formas de se solucionar problemas em criativas e racionais, e exemplifica algumas das metodologias, ferramentas e técnicas: “brainstorm”, cinética e aumento da área de busca como criativas e TRIZ, análise e engenharia do valor e QFD como racionais. Na visão de Cross (2008), os métodos desdobram-se em fases, como mostrado na Tabela 3 do item “1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos”.

Métodos criativos não pressupõem que quem os utilize deva ser ou não criativo, e a abordagem é de que qualquer pessoa possa utilizá-los. A aceitação do método é tão maior

quanto maior a diversidade de pessoas que o utilizam com sucesso, ou seja, gerando produtos ou, de uma forma mais genérica, soluções adequadas e satisfatórias, julgamento este que, por mais subjetivo que possa parecer, traduz-se em critérios definidos de desempenho do produto, aceitação por parte do usuário, rentabilidade para o fabricante, etc.

O “design thinking”, a ser melhor explorado no capítulo 5, foi popularizado (CROSS, 2008) pelo presidente da IDEO Tim Brown e hoje é um conceito largamente utilizado para resolução de problemas nos mais diversos negócios. Uma equipe que busca gerar ideias inovadoras deve transitar entre o que Brown chama de três espaços de inovação: o espaço da inspiração, o da idealização e o da implementação. Outro ponto essencial do “design thinking” é a separação do processo criativo em pensamento divergente e pensamento convergente. A técnica organiza o processo de gerar ideias em dois tempos distintos: o divergente, no qual é preciso gerar o maior número de opções possíveis, e o convergente, no qual se deve selecionar, dentre as ideias, aquelas mais pertinentes. O “design thinking” parte do pressuposto de que qualquer profissional, e não apenas os designers, podem e devem ter ideias inovadoras, e é feito uso extensivo de quadros de desenho e mapas mentais para auxiliar na visualização de um problema, além do uso de “Post-it®”² para facilmente agrupar ideias e mudá-las de lugar, especialmente quando se parte da fase divergente para a fase convergente.

As técnicas de criação sumarizadas a seguir são comumente utilizadas no conceito do “design thinking”, incluindo mapas mentais e conceituais, “persona” e mapa de empatia e o “brainstorm” ou ferramentas similares, dependendo do tipo de produto e da equipe.

4.2.1 Modelos cognitivos

Modelos cognitivos são aqueles advindos do estudo dos mecanismos mentais de raciocínio, análise e síntese. Não por acaso, as propostas de modelos cognitivos são de caráter mais abrangente, extrapolando a solução de problemas através da criação de produtos, e os autores normalmente são de áreas como psicologia, neurociências e administração de pessoas (STERNBERG, 2000; BUCHANAN, 1992; RITTEL e WEBBER, 1973).

4.2.2 Formalização de ferramentas e técnicas criativas

A partir das definições do problema, utiliza-se técnicas para se criar soluções, ou, nesta etapa inicial, esboços de soluções. Na indústria de manufatura, especialmente, a

² “Post-it®” é uma marca registrada da 3M para blocos de papel colorido de várias formas e tamanhos e com adesivo de aderência reduzida, podendo ser fixado e reposicionado com anotações.

reprodutibilidade das técnicas garante a consistência dos resultados, e neste contexto, as técnicas de criação ou de geração de solução, passam a ser formalizadas.

Kaufman & Sternberg (2010) elaboraram em seu “The Cambridge handbook of creativity” uma tabela síntese de metodologias, ferramentas e técnicas de criação mais frequentes na literatura (Tabela 9). Os autores mostram algumas das técnicas ou métodos, ou ferramentas mais utilizadas na indústria em diferentes etapas, circunstâncias e momentos, podendo ser usadas em conjunto em função da natureza do problema.

Tabela 9 – Várias abordagens do processo criativo na literatura

Abordagem	Descrição
Resolução criativa de problemas	Caracterizado pelos quatro passos principais: exploração da visão, desafios da formulação, exploração da aceitação e elaboração de um plano. Uma etapa adicional metacognitiva denominada pesquisa da situação pode ser também incluída no início do processo
Técnica de Edward de Bono (pensamento lateral)	Refere-se a um salto no modo de pensar ou na percepção e uma ruptura dos paradigmas e ideias anteriores, para auxiliar indivíduos ou grupos na geração de ideias radicalmente novas afastando-se do modo arraigado de se ver os problemas
Investigação apreciativa	Uma abordagem afirmativa usada para explorar oportunidades de desenvolvimento organizacional e dar suporte a altos graus de desempenho. Este processo é composto por quatro etapas: descoberta (identificação do que funciona bem), sonho (identificação de forma de expandir aquilo que funciona bem), design (construção do ideal de futuro) e destino (identificação dos modos de como executar o ideal proposto)
“Design thinking”	Abordagem centrada no usuário para a resolução de problemas baseada em cinco fases: compreensão (aprender o máximo possível sobre o uso de um produto ou serviço), observação (imersão na observação etnográfica dos usuários), ponto de vista (representar os significados a partir das observações feitas), visualização (esboços das soluções) e prototipação, seguida de testes e iterações
Cinética	Este processo encoraja os participantes a dialogarem através de metáforas, usando analogias diretas, pessoais, fantasiosas e simbólicas
TRIZ	Conhecido como teoria da solução inventiva de problemas, é baseado em temas racionais e composto de 39 atividades, incluindo segmentação, definição local de qualidade, exploração de assimetrias, testes de universalidade e outros

Fonte: Baseado em Kaufman & Sternberg (2010).

Há ainda, além destas abordagens de processos criativos mostradas por Kaufman & Sternberg (2010) na Tabela 9, inúmeras outras, e, várias delas utilizam-se de ferramentas ou técnicas específicas, como é o caso do “design thinking”. Muitas dessas ferramentas, como os mapas mentais, “persona” e outras, existem independentemente dos processos citados e são aplicadas em diferentes circunstâncias, e não só no desenvolvimento de produtos ou na solução de problemas.

4.2.3 Mapas mentais e conceituais

Segundo Tschimmel (2012), mapear informações complexas de forma visual é um processo de busca de padrões que extraí significado através de revisões na literatura, nas observações e em entrevistas. Ainda segundo a autora, a visualização da informação coletada sobre determinado projeto não apenas ajuda na comunicação interna do grupo envolvido com o projeto, mas também provoca novos “insights” sobre o projeto, uma vez que cada interpretação visual de uma informação coletada se constitui numa síntese e impulsiona novas reflexões. Tschimmel (2012) cita inúmeros tipos de mapas ou representações visuais de informações coletadas e organizadas, como mapas de afinidade ou de empatia, mapas de expectativas, mapas de processos e mapas que representam a jornada do usuário.

O mapa mental foi proposto formalmente nos anos 1990 (BUZAN e BUZAN, 1994) por Tony Buzan e Barry Buzan, como uma ferramenta que une características verbais e visuais. Segundo os autores, a ferramenta simula a forma como o hemisfério esquerdo do cérebro organiza e armazena as informações, de modo radial e causal, ampliando conceitos a partir de algumas ideias centrais. Os autores propõem uma mimese da estrutura dos neurônios e de como, segundo eles, a informação é irradiada no cérebro. Os autores baseiam, portanto, sua proposta, nas investigações do professor Roger Sperry nos anos 1960 (apud BUZAN e BUZAN, 1994) sobre os hemisférios do cérebro, segundo as quais, o lado direito é responsável por áreas intelectuais como ritmo, percepção espacial, “gestalt” ou visão holística, imaginação, sonhos ou desejos, cores e dimensões. O hemisfério esquerdo, por sua vez, apresenta dominância em aspectos como a expressão verbal, a lógica, matemática, encadeamento e linearidade, listas e análises. As representações dos autores, como visto na Figura 22 são repletas de analogias de modo a tornar o processo próximo a processos fisiológicos.

Figura 22 – Exercício inicial sobre mapas mentais aplicado por Buzan e Buzan

Fonte: Buzan e Buzan (1994)

Na Figura 22, fica evidente a ideia de que no mapa mental, sempre se inicia a partir de um conceito inicial – “happines”, do inglês, felicidade, no caso – e vai-se agregando sempre de modo radial e em camadas, ideias associadas às anteriores. Olhando-se mapas com inúmeras camadas, as ideias mais periféricas podem estar aparentemente desvinculadas da ideia central, porém, há um encadeamento que as justificam. Ainda há mais: no exercício proposto pelos autores e ilustrado na Figura 22, verificou-se que a repetição de associações pelos respondentes obedece a padrões que delimitam a cultura, os hábitos e as crenças, e que o rompimento do padrão de associações se dá quando ocorre interação em grupos maiores e com auxílio de técnicas relacionadas à criação.

Uma derivação do mapa mental é o chamado mapa conceitual, no qual (EPPLER e PFISTER, 2014) além de serem mostradas as ideias encadeadas, acrescenta-se conectores, explicando o tipo de relação existente entre as ideias. No exemplo de mapa mental mostrado na Figura 22, as relações causais aparentam ser mais subjetivas, ficando estranho usar o mesmo raciocínio do mapa conceitual. Por exemplo: felicidade gera sorrisos ou felicidade é favorecida por exercícios e assim por diante. O mapa conceitual tende, portanto, a restringir a geração de ideias, mas, por outro lado, favorece o entendimento de conceitos. Por exemplo: música altera o comportamento e gera a felicidade, e assim sucessivamente.

Segundo Novak (apud EPPLER, 2006), o mapa conceitual é um diagrama estruturado de cima para baixo, que mostra as relações e correlações entre conceitos e suas manifestações. Seu uso se estende de diagramas hierarquizados com intuito educacional até modelos relativamente lineares de negócios. É representado graficamente por retângulos ou elipses com textos, conectados através de setas, conforme mostrado no diagrama à esquerda, na Figura 23. No “design thinking”, sua utilização sempre se dá quando ideias ou elementos guardam entre si relações de hierarquia.

Mapas mentais (BUZAN e BUZAN apud EPPLER, 2006) são representações gráficas em forma de diagrama radial, expandindo-se a partir de um conceito central que se relaciona semanticamente com outros conceitos, também hierarquicamente. Usualmente é construído com círculos coloridos (a ideia central tem uma cor e ideias agrupáveis têm cores distintas), ligados por setas, conforme visto de modo simplificado no diagrama à direita da Figura 23. Comumente estes mapas são desenvolvidos utilizando-se etiquetas autoadesivas que podem ser reposicionadas ao longo do processo conforme vão sendo agregados novos elementos.

A noção intrínseca é de que quanto mais próxima a representação estiver do modelo neural como o cérebro funciona, maiores serão as possibilidades de se chegar a um resultado mais compreensível para todos os envolvidos no processo.

Figura 23 – Estruturação de ideias e conceitos a partir de representações gráficas: mapa conceitual à esquerda e mapa mental à direita

Fonte: adaptado de Eppler (2006)

Tanto o mapa mental quanto o mapa conceitual tornam-se fundamentais na estruturação da ideia, pois tentam refletir as construções mentais, não apenas de um indivíduo, mas de uma coletividade, quase sempre com conceitos antagônicos que devem se aproximar de um consenso. Brown (2010) categoriza o pensamento linear, aquele associado ao mapa conceitual, como relacionado às sequências, enquanto que os mapas mentais se referem a conexões, ou seja, ligações semânticas.

4.2.4 “Persona” e mapa de empatia

Com relação aos mapas de empatia e à ferramenta denominada “persona”, permitem que o designer compreenda melhor e possa interpretar as perspectivas dos usuários bem como os problemas que eles enfrentam (TSCHIMMEL, 2012). A “persona” cria um personagem

fictício, como uma abstração de um grupo real de pessoas às quais diz respeito o problema e direciona-se a solução. A caracterização deste personagem é exposta em um mapa denominado mapa de empatia (Figura 24), que contempla, conforme a versão, áreas nas quais são detalhados aspectos de como o personagem pensa, age, ouve, sente, quais seus anseios, suas dores ou medos, oportunidades percebidas e sonhos, etc.

A “persona” não se trata, portanto, de uma pessoa real escolhida dentre os usuários ou envolvidos em determinado problema. Também não representa um usuário padrão ou médio, com elementos de um grupo de usuários. A “persona” é simplesmente uma pessoa típica ou não, definida como uma abstração e para a qual as soluções propostas devem ser adequadas também.

Figura 24 – Áreas de um mapa de empatia genérico de uma “persona”

Fonte: adaptado de Eppler e Pfister (2014)

As “personas” permitem (TSCHIMMEL, 2012) que certos atributos do usuário de um produto ou serviço sejam exemplificados e assim melhor compreendidos, e o mapa de empatia permite que se tenha um impulso visual para a reflexão e discussão – pela perspectiva do usuário – de suas influências, necessidades, emoções, desejos e medos, no que tange ao contexto do projeto em específico.

4.2.5 “Brainstorm”

Segundo Cross (2008), trata-se de uma ferramenta para a geração de um grande número de ideias, das quais, a maioria, acaba sendo descartada. Como são muitas as ideias, a possibilidade de que dentre elas haja algumas inovadoras é plausível. Normalmente o “brainstorm” é conduzido com um pequeno grupo de 4 a 8 pessoas. O grupo deve ser diversificado e deve incluir não apenas especialistas na área do problema, mas também outros perfis, desde que sejam pessoas envolvidas com o problema. Também não deve haver hierarquia no grupo, ainda que uma das pessoas será responsável por organizar os

trabalhos. Normalmente o problema é formulado como uma pergunta: “Como podemos melhorar ou fazer tal atividade?” Em seguida há um momento de introspecção onde cada indivíduo gasta alguns minutos escrevendo possíveis soluções que surjam na mente. As ideias, escritas de forma sucinta (uma ou poucas palavras) são compartilhadas e eventualmente combinadas, formando uma lista com as contribuições de cada um. Cada um lê suas ideias, defendendo seus pontos de vista, e, nesse momento, devem ser evitadas críticas, preconceitos ou aversões. Esta etapa dura em torno de 20 a 30 minutos, e na sequência as propostas são recolhidas, classificadas, hierarquizadas conforme critérios estabelecidos pelo grupo, e, finalmente, escolhe-se a solução que melhor atende aos requisitos.

O “brainstorm”, que pode ser traduzido como tempestade cerebral ou tempestade de ideias foi idealizado por Osborn (1953) desde o final da década de 1930, baseado no princípio da aceitação sem crítica inicial.

Sozo, Forcellini e Ogliari (2001), descrevem as etapas do “brainstorm”, aplicado a grupos de cerca de seis componentes, de áreas diferentes: primeiro define-se um moderador para cada sessão. Partindo-se de um determinado problema posto, tenta-se gerar uma grande quantidade de ideias, sem que haja críticas. Segundo os autores, a ferramenta permite visualizar o problema de diferentes formas e favorece a quantidade e não a qualidade das ideias, não sendo recomendado para problemas especializados, mas sim para problemas simples. Sozo, Forcellini e Ogliari (2001), citam ferramentas similares como o “brainwriting” ou método 635. Neste caso, as ideias iniciais são limitadas a três sugestões por pessoa, escritas em um papel. Depois as ideias são passadas adiante e isto se repete cinco vezes, por esta razão o procedimento é também chamado de método 635 (6 pessoas, 3 ideias e 5 vezes). Neste caso, segundo os autores, é possível visualizar o problema de diferentes maneiras e a quantidade e a qualidade das ideias são priorizadas, sendo indicado para problemas simples.

4.3 Outras ferramentas de criatividade utilizadas pelos designers

Além das ferramentas anteriormente citadas, usualmente relacionadas ao “design thinking”, há uma série de outras, algumas com utilização consolidada, outras restritas a utilizações específicas, e outras experimentais e voltadas ao desenvolvimento da capacidade mental ou da arte. Adotando a classificação de Cross (2008), algumas das ferramentas racionais e criativas serão brevemente descritas, mesmo que não necessariamente possam ser agregadas ao conceito de “design thinking”.

4.3.1 Ferramentas racionais (segundo Cross)

Conforme visto no item “1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos”, as ferramentas racionais (CROSS, 2008) têm uma abordagem mais lógica e pautada em questões melhor definidas, sendo, portanto, mais relacionadas à engenharia. Das três ferramentas relacionadas no item 1.2.4, o QFD (“quality function deployment”) tem um viés muito específico de melhoria do produto baseado na voz do cliente, o TRIZ aplica-se a novos produtos, como será visto a seguir, e a metodologia da análise e engenharia do valor será detalhada no capítulo 6. Além destas, outras ferramentas podem ser enquadradas como racionais, tais como as mostradas na Tabela 10, descritas por Sozo, Forcellini e Ogliari (2001).

Tabela 10 – Outras ferramentas racionais

Nome	Descrição
Método morfológico	Consiste no desdobramento de um problema complexo em partes mais simples, solução para as partes desdobradas e recombinação numa solução completa. O problema definido inicialmente é dividido em parâmetros que são então resolvidos isoladamente, combinados e agrupados até que se obtenha a melhor solução para o todo. Este método produz grande variedade de concepções, busca inicialmente a solução das partes isoladamente, não apresenta nenhum tipo de sistematização para a posterior conexão entre as partes e implica numa difícil identificação e arranjo das partes, sendo indicado para problemas complexos
Questionários e “checklists”	Este método pode ser utilizado individualmente ou em grupo. O projetista (ou equipe de projetistas) é forçado a responder uma grande quantidade de questões. Com esse método, sugere-se que o problema central tenha variações conforme algumas questões genéricas propostas, sendo que o objetivo das questões é sempre o de estimular a geração de ideias. É um método que pode ser aplicado tanto a problemas simples como complexos e tende a gerar ideias inovadoras devido ao desafio imposto de se responder aos questionamentos

Fontes: adaptado de Sozo, Forcellini e Ogliari (2001)

4.3.1.1 TRIZ

A TRIZ foi desenvolvida por Altshuller na antiga União Soviética, nos anos 1950. Em português, a sigla TRIZ pode ser traduzida como Teoria da Solução Inventiva de Problemas. Altshuller (2004) descreve como, a partir de sua longa experiência com patentes e análise de invenções, vislumbrou um mecanismo racional para que novos produtos fossem criados de modo inventivo.

Sozo, Forcellini e Ogliari (2001), sintetizam os métodos utilizados pela TRIZ, em principalmente dois: o método dos princípios inventivos e o método da matriz de

contradições, adotados devido à sua simplicidade, baseando-se nos conceitos de parâmetros de engenharia e princípios inventivos. O método inicia com a identificação dos requisitos de projeto a serem otimizados e com aparentes conflitos. Em seguida, os requisitos são associados em contradição com os parâmetros de engenharia da TRIZ, e tais parâmetros correspondem às grandezas envolvidas em problemas técnicos de diferentes áreas. Conforme o tipo de problema, as grandezas são maximizadas, minimizadas e otimizadas. Há no método TRIZ, trinta e nove parâmetros de engenharia. Uma vez feita a relação dos requisitos analisados com a estrutura de funções, gera-se alternativas de concepção de produtos que atendam aos requisitos, com base nos princípios inventivos indicados na matriz de contradição.

Segundo Sozo, Forcellini e Ogliari (2001), a TRIZ auxilia a vencer a inércia psicológica no momento da criação, permitindo a consideração de soluções em um maior número de domínio e conseqüentemente, a obtenção de soluções ótimas e não somente de compromisso. Há, segundo os autores, uma ausência de sistematização para a conexão das concepções de cada função, dependendo, portanto, da experiência e familiaridade do grupo com os problemas em estudo.

4.3.2 Ferramentas criativas (segundo Cross)

Há inúmeras outras ferramentas voltadas para a criatividade e formas de classificação ou recomendações de utilização das mesmas. Algumas das mais citadas, baseando-se e ampliando a lista das mostradas na Tabela 9, são vistas na Tabela 11.

Algumas dessas ferramentas utilizam o princípio ou a técnica de Wallas, também conhecido como “insight”.

O modelo de Wallas remonta a 1926 e parte do princípio de que após prolongados períodos dedicando-se a algum problema específico, se for feito um período de interrupção, pode surgir “repentinamente e sem esforços, uma descoberta criativa, como uma inspiração”. Graham Wallas (SAPP, 1992) propôs quatro estágios primários de desenvolvimento do pensamento: preparação, incubação, iluminação e verificação. A iluminação é comumente chamada de “insight”.

Tabela 11 – Outras ferramentas criativas

Nome	Descrição
Cinética (i)	Usa o pensamento analógico, e, como no “brainstorm” desenvolve-se em um grupo de trabalho onde não ocorrem críticas ao longo do processo. Os membros do grupo tentam construir, combinar e desenvolver ideias através de soluções criativas para um dado problema. O grupo trabalha em conjunto ao invés de tentar gerar inúmeras ideias iniciais. As sessões costumam ser mais longas do que as do “brainstorm” e demandam mais esforços. Encoraja-se o uso de analogias, como por exemplo com seres vivos (animais, plantas), fenômenos naturais ou comportamentos de certos grupos ou pessoas. Noutras vezes, a analogia é pessoal, ou seja, a pessoa se coloca no local de uma possível solução e tenta imaginar seu funcionamento. Outros tipos de analogias podem ser utilizadas, com o objetivo de estimular e incitar as pessoas em busca de algo novo e diferenciado. Utiliza o modelo de Wallas, também sendo chamado de Sinergia.
Aumento da área de busca (i)	Este método visa tirar bloqueios do pensamento criativo cujo mecanismo normal define fronteiras muito próximas para a exploração do problema. Basicamente a ideia é tornar o problema mais aberto. Para isto, algumas técnicas são aplicadas: inicialmente usa-se a transformação, tentando alterar a formulação do problema usando verbos como: “aumentar, reduzir, modificar, unificar, dividir, adicionar, substituir, etc.”. Na sequência, promove-se “entradas aleatórias”, pois acredita-se que a criatividade pode ser despertada através de tal mecanismo. As “entradas aleatórias” podem ser provocadas pela abertura de um livro em uma página qualquer e leitura de algumas linhas ou ligar a televisão em um canal qualquer e tomar uma das imagens, etc. Finalmente, utiliza-se o “porque”, estimulando o questionamento sobre cada componente do problema, obtendo-se respostas que permitem solucionar o problema
“Post-up” (iii)	Método baseado em uma reunião muda, onde ao invés de uma lista de ideias, cada pessoa escreve uma ideia em um “Post-it®”, e, após um tempo determinado, todos colam suas ideias em um quadro ou parede e compartilham seu raciocínio com os demais. Após as deliberações de todos e a adição de novas ideias geradas durante a conversa, deve ser organizado um mapa mental com todos os “Post-it®”, reorganizando, agrupando e separando ideias e conceitos em algo visual que faça sentido dentro do problema proposto
Pensamento lateral (ii)	Lança provocações para gerar ideias. Tenta-se sair do padrão lógico e retirar os participantes da “zona de conforto”, estimulando assim a criatividade. O pensamento lateral ajuda a vencer a inércia psicológica e orienta a ideias inovadoras, sendo indicado para problemas simples
Galeria (ii)	Combina o trabalho individual e em equipe, sendo similar ao “brainstorm”, porém, cada pessoa do grupo é incentivada a propor soluções isoladamente através de desenhos que são expostos como em uma galeria
Analogia sistemática (ii)	Comparação e transferência de características originárias de dois domínios distintos em níveis compatíveis de abstração. O processo de abstração auxilia na reestruturação criativa do campo mental relativo ao problema. O processo sistemático para a geração de analogias inicia-se a partir da definição do problema. Abstraem-se suas características do problema para possíveis áreas de analogia. Neste processo comparam-se características do problema com características da área de analogia. Tal comparação pode ser feita, por exemplo, ao nível de funções, estrutura, forma ou comportamento. Finalmente, é feita a transferência e o ajuste das características consideradas mais úteis ao problema. Também neste método é utilizado o modelo de Wallas

Fontes: adaptado de (i) Cross (2008); (ii) Sozo, Forcellini e Ogliari (2001); (iii) Haeser, Vizioli e Kaminski (2015).

4.4 Classificação geral e utilização dos métodos criativos

Já foi visto no item “1.2.4 A técnica como recurso para o desenvolvimento de melhores produtos” que Cross (2008) divide os métodos em criativos e racionais. Sozo, Forcellini e Ogliari (2001) também fazem uma classificação de métodos de solução de problemas ou métodos de criatividade, conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Classificação dos métodos criativos Segundo Sozo et al.

Modalidade	Métodos
Métodos intuitivos	“brainstorm”, método 635, pensamento lateral, cinética e galeria
Métodos sistemáticos	método morfológico, análise e síntese funcional, analogia sistemática, análise do valor e questionários e “checklist”
Métodos orientados	TRIZ

Fonte: baseado em Sozo, Forcellini e Ogliari (2001)

Além dos métodos intuitivos, sistemáticos e orientados, Sozo, Forcellini e Ogliari (2001) classificam como heurísticos dois outros métodos não mostrados aqui: o algoritmo e o programa. Entende-se que tais métodos são acessórios e podem eventualmente serem usados como suporte aos demais.

Segundo os autores, métodos intuitivos são aqueles baseados em estudos psicológicos e empíricos, sendo indicados para problemas simples ou para etapas de problemas complexos. Os métodos sistemáticos estruturam-se em etapas de forma mais organizada, sendo adequados a problemas mais complexos. Os heurísticos baseiam-se em regras e podem estruturar outros métodos, e, finalmente, os orientados são baseados em padrões consolidados para a solução de problemas em diversas áreas.

Os métodos não são, portanto, mutuamente exclusivos, podendo ser utilizados concomitantemente, em conjunto ou em momentos distintos dentro das macrofases do processo de desenvolvimento que requerem maior esforço na solução de problemas, soluções estas que envolvem criação e inovação.

Na Tabela 13 são sugeridos, portanto, os momentos mais prováveis para a utilização de cada uma das técnicas, observando que, no próprio “design thinking” existe a recomendação de utilização de algumas das ferramentas. As demais são sugeridas a partir da observação de suas características de utilização.

Tabela 13 – Momentos da utilização das ferramentas de criatividade

Ferramenta, método ou técnica	Momento da utilização
mapa conceitual, “checklist”	compreensão e organização de conceitos
“persona” e mapa de empatia	compreensão do usuário
mapa mental	expansão da ideia central e visualização holística do problema
“brainstorm” e ferramentas criativas segundo Cross (2008)	geração de opções de solução, definição de objetivos

Fonte: autoria própria

A composição do conjunto de ferramentas a serem utilizadas pelos grupos de desenvolvimento, portanto, pode e precisa ser definida em função das necessidades e circunstâncias específicas de cada problema posto, da cultura da organização, do planejamento estratégico e de inúmeros fatores que quanto mais dominados pela organização, mais vantagens trarão ao processo de desenvolvimento de produtos.

5 “DESIGN THINKING”

Antes de se definir design, que é um termo com significados contextualizados e ao mesmo tempo abrangentes, retoma-se a definição de desenvolvimento de produtos (ULRICH; EPPINGER, 2012), abordada no item 3.1 sobre o PDP, “Evolução dos modelos propostos”, como sendo uma atividade interdisciplinar que requer a contribuição de praticamente todas as áreas de uma empresa, sendo três dessas áreas quase sempre centrais em qualquer projeto de desenvolvimento de produtos: marketing, engenharia e manufatura. Na primeira (marketing), é propiciada a interação entre a empresa e seus clientes, facilitando a identificação das oportunidades de novos produtos, a definição das segmentações de mercado e a identificação das necessidades dos clientes.

Do ponto de vista cronológico, o desenvolvimento de um produto se dá em fases sequenciais e quase sempre cíclicas nas quais, iterativamente, a solução deve aproximar-se de um consenso que atenda da melhor maneira possível aos requisitos de um determinado problema posto.

Com relação a produtos, o design inicia-se antes da formulação do problema, e normalmente vai até a definição funcional e formal do produto. Há formações distintas e atividades diversas dentre as várias pessoas envolvidas com o design, incluindo engenheiros, analistas de mercado, administradores e economistas, desenhistas industriais, especialistas em materiais, operadores de máquinas e muitos outros. E cada vez mais, novas especialidades são incluídas, abrangendo, psicólogos, sociólogos, cientistas e pesquisadores das mais diversas áreas, em função do problema abordado.

A disciplina do design é definida (CHICK, MICKLETHWAITE, 2011) ao longo da história, de uma forma ampla, como sendo uma disciplina que investiga a função, a forma e os materiais dos artefatos do período pré-industrial e industrial, até a atualidade, concentrando-se na produção, disseminação e no consumo, bem como em seus significados culturais, econômicos e sociais. Dentro dela, a gestão do design é a disciplina e a profissão que se ocupa do gerenciamento das estratégias, processos e projetos relacionados ao design. Concentra-se na exploração de estratégias efetivas que proporcionem ganho ou lucro.

Incidem sobre a atividade do design (PAPANEK, 1988), condições sociais, conceitos estéticos, o acesso ao conhecimento, o meio ambiente, e outras variáveis que fomentam a atividade cerebral humana em busca de respostas a problemas.

De uma forma sumarizada, portanto, o design é a atividade desempenhada por pessoas que buscam resolver determinado problema, que abrange desde uma carência material como um produto até sistemas completos de soluções interligadas de serviços e produtos; atuando em conjunto através de suas contribuições individuais, onde alguns financiam a ideia e todos têm interesse no resultado; através de ações, ferramentas, metodologias, decisões cronologicamente sequenciadas e constantemente validadas para que se obtenha a melhor solução possível.

5.1 Surgimento do “design thinking” baseado no design centrado no usuário

Para se chegar até a ideia do “design thinking”, remonta-se aos anos 1970, na maturidade da era industrial, guerra fria e do consumo massificado, quando foram lançados alguns marcos teóricos, ainda que não objetivassem construir o conceito propriamente dito.

Nos anos 1970, Herbert Simon (SIMON, 1996) infundiu a noção do mundo artificial, ou do mundo construído pelo ser humano, em oposição ao mundo natural, apenas usufruído pelo ser humano. O ser humano passa a ser central, passa a ser ativo definidor do ambiente, e disto derivam inúmeras possíveis análises sobre impactos econômicos, mas principalmente, sobre aspectos psicológicos e sociais. O ambiente artificial criado pelo ser humano é fruto de uma cultura na qual são característicos o modo de projetar, de produzir, distribuir e consumir. Em seu livro “The Sciences of the Artificial” (SIMON, 1996), podem ser antecipados efeitos da revolução da informática e de seus impactos sobre o comportamento humano, inclusive numa referência a tornar o próprio cérebro humano artificial, através de um desenvolvimento empírico de sistemas matemáticos de alta complexidade, similares ao modo como funcionam os pulsos neurais no cérebro. Neste caso, haveria uma nova inversão, e a atividade do ser humano voltaria a ser passiva, desta vez, submetido ao próprio sistema por ele criado. Simon enfatiza também, que a atividade do designer, não pode ser atribuída apenas ao engenheiro – conforme descrito em seu texto:

“Os engenheiros não são os únicos profissionais de design. Todos podem ser designers desde que invistam em ações que se destinem a mudar situações correntes para novas situações preferíveis. A atividade intelectual que produz artefatos materiais não difere fundamentalmente daquela que prescreve medicamentos a um paciente doente ou a que desenvolve um novo plano de vendas para uma empresa ou para alguma política de bem-estar de um governo. Design, construído desta forma, é a essência de qualquer formação profissional, e é a marca principal que distingue as profissões das

ciências. Escolas de engenharia, assim como de arquitetura, administração, educação, direito e medicina, estão todas preocupadas centralmente com o processo do design.” (SIMON, 1996, pg. 111)

Outro aspecto que aproxima a visão de Simon aos conceitos do “design thinking” diz respeito à possibilidade de criar protótipos virtuais – através de sistemas de representação gráfica (CAD) – e da simulação ou teste de conceitos em computadores, desde que estes sejam passíveis de uma representação matemática por equações.

Dentre os conceitos abordados por Simon, três aspectos – o ser humano como elemento central, a equipe com formação multidisciplinar e a prototipagem rápida – estão presentes nas definições correntes do “design thinking”.

Horst Rittel (RITTEL; WEBBER, 1973) cunhou o termo “problemas perversos” (“wicked problems”) que se tornou referência comum quando determinado projeto se mostra complexo. No entanto, o senso mais claro dessa expressão diz respeito ao planejamento e ao contexto externo à forma propriamente dita do produto. Rittel descreve um problema como podendo ser ao mesmo tempo único, ambíguo e sem uma solução definitiva. Ou seja, as respostas não podem ser dadas trivialmente de uma forma binária, mas sim através de aproximações, de soluções satisfatórias, ou aceitáveis. Desta forma, questões que se tornam demasiado ambíguas requerem mais do que simplesmente design, e derivam para o campo da criatividade. Este tipo de derivação pode ser entendido como um passo precursor do “design thinking”, uma vez que sai do limite do formal e do funcional e busca respostas em campos mais abstratos como os processos, os desejos e a imaginação. Deriva daí a necessidade da inovação, da não aceitação do “satus quo” como algo suficiente para a resolução dos problemas. A inovação, por sua vez, possibilita uma maior variedade de possíveis soluções dadas a um problema, permitindo uma exploração mais abrangente. Isto se torna, portanto, um ciclo virtuoso de busca de soluções e de inovações.

Mais tarde, Rittel (1987) aborda o desenvolvimento do problema deslocando seu centro da resolução pura e simplesmente pela visão do produto, colocando perguntas que ele define como “meta-problemas”, com os seguintes teores: é com o problema propriamente dito que se está lidando, ou o problema é apenas um sintoma de outro problema de mais alto nível que deve ser abordado? O problema em questão é demasiado grande para se lidar? Seria possível ou necessário reduzir o escopo? E: este tipo de abordagem leva a algum lugar ou tudo deveria ser recomeçado?

Na visão de design de Victor Papanek (1971), está contido o conceito intrínseco de que pela perspectiva dos produtos, é possível endereçar problemas sociais e ambientais, e o autor postula que o design mais recente tem satisfeito apenas vontades e desejos voláteis, enquanto as reais necessidades humanas têm sido frequentemente negligenciadas pelos designers, aspecto este, muito próximo ao que se apregoa também no “design thinking”. A antecipação ao mercado, como vantagem, é também explorada sutilmente por Papanek:

“Frequentemente, a cura para um problema deve se iniciar antes mesmo que seja possível diagnosticar a doença.” (PAPANÉK, 1988)

E num sentido oposto à estruturação conceitual do “design thinking”, Brown (2010) cita Isambard Kingdom Brunel, engenheiro vitoriano que ainda no século XIX propôs, projetou e implementou um sistema intermodal de transportes na Inglaterra. Apesar de não haver a estrutura e o embasamento conceitual, este engenheiro, diante do avanço tecnológico do transporte ferroviário, não se ateve apenas à nova tecnologia, mas vislumbrou algo maior, integrando outras modalidades de transportes e de serviços e possibilitando a agregação de um valor muito maior na solução proporcionada.

Neste caso, a avaliação de Brown está pautada no resultado perceptível da atividade de Brunel, e não nos métodos por ele utilizados. Isto, portanto, fragiliza bastante esta comparação de Brown.

5.2 Evolução da metodologia do “design thinking”

O termo “design thinking” se deve, na verdade, pelo menos no que diz respeito a sua divulgação através da literatura, a Peter Rowe, professor de arquitetura e urbanismo em Harvard, que em 1987 conceituou o termo “design thinking” em seu livro de mesmo nome. Rowe (1987) abordou mais especificamente a questão da resolução do problema, tomando-o como algo já reconhecido, ainda que não elucidado em sua total amplitude.

Buchanan (1992), revisitando o trabalho de Rittel sobre o “problema perverso”, considera que a teoria do design se afasta cada vez mais de sua herança na produção industrial e artesanal, e utilizou há mais de duas décadas, o termo “design thinking”, como sendo algo aplicável de modo generalizado, e não só para produtos, mas também para soluções de serviços. A noção da complexidade do problema como sendo uma dificuldade na sua elucidação passa a ser claramente tratada por Buchanan.

Mas, apenas no final dos anos 1990, com a formação do escritório de design IDEO, sendo seus fundadores ligados à universidade de Stanford (BROWN, 2010), os conceitos foram exemplificados em estudos de casos com maior consistência, e o “design thinking” teve seus

elementos formalizados em fases: definir, pesquisar, idear, prototipar, escolher, implementar e aprender. O elemento destacado é a sequência proposta de geração de ideias e de avaliações para se chegar a um consenso como ilustra a Figura 25. Esta sequência é iterativa e tanto a geração de ideias quanto as decisões que levam a um consenso, requerem a participação de uma equipe com conhecimento diversificado e que se preocupa em conhecer os usuários da solução, acompanhar suas experiências e vivenciá-las.

Figura 25 – Ciclos de divergência e convergência no “design thinking”

Fonte: adaptado de Brown (2010)

Em Veryzer e Mozota (2005) e Norman (2008), são preferidos os termos "design centrado no ser humano" ou "usabilidade", como focos do design, e não se trata apenas de uma questão semântica, posto que o peso da importância do ser humano passa a ser ainda maior do que no "design thinking" (deslocando-o um pouco do produto em si ou do serviço), mas isto não significa que as corporações não enxerguem formas de obter vantagens competitivas através deste enfoque. Veryzer e Mozota (2005) postulam quatro princípios, segundo os quais o design orientado ao usuário apresenta vantagens competitivas: no primeiro deles, quanto maior for a ênfase no design orientado ao usuário, mais será induzida a colaboratividade nos esforços de desenvolvimento do novo produto; o segundo postulado afirma que a integração ou inclusão do design orientado ao usuário no desenvolvimento do novo produto trará um efeito positivo na geração da ideia; pelo terceiro, a integração ou inclusão do design orientado ao usuário no processo de desenvolvimento resulta num produto ou serviço superiores; e, finalmente, o quarto princípio postula que a inclusão do design orientado ao usuário conduz a produtos que são mais rapidamente adotados pelos usuários em função de uma maior apropriação do produto.

Percebe-se, pois, que pela apropriação do usuário, sentindo-se responsável pelo produto criado ou pela solução de serviços, a possibilidade de que o consenso seja atingido torna-se maior, quanto maior for o grau de participação dos usuários nas diversas etapas do desenvolvimento do produto e/ou do serviço.

Posteriormente, a questão da sustentabilidade, passa a ser um “meta objetivo” no processo do design (MANZINI, 2008), e inclui não apenas aspectos ambientais, mas também hábitos, modos de vida e de consumo. O conhecimento referente a estes temas passa a ser então incluído nos requisitos do problema alvo do design, e o aspecto ambiental, ou especificamente do meio ambiente, torna-se obrigatório.

Poulsen e Thøgersenb (2011) fazem uma análise sobre a incorporação pelos designers da forma de pensar o design, baseadas em conceitos de Merleau-Ponty, na qual demonstram as dificuldades de interação e as vantagens de quando se consegue um alto grau de integração numa equipe de design.

O design passou a ser uma atividade colaborativa movida pela compreensão precisa dos desejos do usuário. Existe uma motivação estética (VENKATESH; MANSSON; BRUNEL; CHEN, 2012) que se agrega às razões funcionais, e as complexidades da psique humana passam a ser mais bem compreendidas e traduzidas.

Margolin (2009) observa que na própria história do design ocorre uma carência de estudos com uma maior preocupação no aspecto metodológico, de desenvolvimento das técnicas e ferramentas, sendo frequente a abordagem do design através da evolução de seus produtos ou das tecnologias relacionadas a eles, porém, raramente referindo-se aos processos do design propriamente ditos. Com o “design thinking” isto também não deixa de ser verdade: ainda que muitos dos autores citados tenham uma preocupação com os métodos, não existe, ainda, uma cronologia clara de qual técnica suporta as posteriores ou complementa as anteriores, e isto é de certa forma compreensível pois a disseminação do “design thinking” ocorre globalmente em culturas diferentes e em momentos e circunstâncias diferentes num período de tempo relativamente curto.

Não obstante, Kimbell (2009) fez um levantamento da literatura referente à cronologia do “design thinking” conforme visto na Tabela 14, abrangendo um período que se inicia com Simon e vai até 2009. Ela fez também uma divisão por grandes temas, com objetivos do design, modos de raciocínio, natureza do design, entre outros, e quais características são abordadas pelos diversos autores. Kimbell consegue colocar em forma de tabela, uma evolução por autores e suas contribuições, porém, não é possível identificar o que viria a ser um hipotético estado da arte do “design thinking”, e pela multiplicidade das possíveis definições do design, talvez isso sequer seja possível. É, no entanto um trabalho fundamental no entendimento das influências de cada representante ou estudioso do “design thinking” e da evolução das ferramentas de suporte ao “design thinking”, e mesmo sob o viés do questionamento de sua validade.

Tabela 14 – Pesquisa sobre design e “design thinking” (1/2)

	Características	Autor e ano
Objetivos do design	Resolução de problemas	Simon, 1969
	Coincidir a forma com o contexto	Alexander, 1971
	Geração de novos conceitos e conhecimentos, expansão da racionalidade	Hatchuel, 2001; Hatchuel e Weil, 2009
	Resolução de paradoxos entre discurso e situação do design	Dorst, 2006
Modos de raciocínio e pensamento no design	Projetando novas possibilidades ao invés de selecionar dentre alternativas	Boland e Collopy, 2004
	Abdutivo	Cross, 2006
	Indutivo, dedutivo e abdutivo	Dunne e Martin, 2006
	Equilíbrio entre pensamentos divergentes e convergentes	Lawson, 2006
A natureza dos problemas de design	Determinada; problemas mal estruturados podem ser resolvidos de forma similar aos problemas bem estruturados	Simon, 1969, 1973
	Design e criatividade são casos especiais da resolução de problemas	Simon, 1969 (Hatchuel, 2001)
	Indeterminada; problemas de design são perversos	Buchanan, 1992
	A resolução de problemas é uma parte do design inovativo	Hatchuel, 2001
	Uma atitude de design encara problemas como oportunidades para a invenção de novas alternativas	Boland e Collopy, 2004
	Paradoxos entre discursos: problemas de design não são reconhecíveis e evoluem durante o processo	Dorst, 2006
A natureza do processo e da atividade do design	Decomposição funcional	Alexander, 1971; Hubka, 1982
	Reflexão em ação: fazendo “movimentos” para reenquadrar problemas	Schön, 1983
	Mapeamento dinâmico entre funções e parâmetros do design	Braha e Reich, 2003
	Explanatório e emergente	Cross, 2006
	Seleção e identificação de condições de contorno e aplicação de roteiros	Lawson, 2006
	Processo do design não termina	Lawson, 2006
	Trabalhando em altos níveis de abstração bem como com nível de detalhamento:	
	Solução fixada	Rowe, 1987, Cross, 2006
	Co evolução do problema e da solução	Dorst e Cross, 2001
	Experimentalismo	Brown, 2008

continua

Tabela 14 – Continuação (2/2)

	Características	Autor e ano
Abordagem dos designers da produção do conhecimento	Integração entre domínios do conhecimento	Hargadon e Sutton, 1997
	Design requer dispositivos de aprendizagem do design	Hatchuel, 2001
	Conforto com a ambiguidade e incerteza	Cross, 2006; Michlewski, 2008
	Empatia entre usuários e patrocinadores	Dunne e Martin, 2006; Brown, 2008; Michlewski, 2008
	Consolidação de significados multidimensionais	Michlewski, 2008
	Design requer conceitos de expansão parcialmente desconhecidos	Hatchuel e Weil, 2009
Práticas emblemáticas	“Brainstorm”	Sutton e Hargadon, 1996; Kelley, 2001
	Prototipação de objetos, prototipação experimental	Kelley, 2001; Fulton e Suri, 2000
	Rasgando o desenho de uma possível solução	Boland e Collopy, 2004
	Croquis e desenhos	Cross, 2006; Lawson, 2006
Abordagem do trabalho organizado	Trabalho em pequenos grupos	Kelley, 2001
	Trabalho baseado em projeto	Dunne e Martin, 2006
	Colaboratividade	Dunne e Martin, 2006; Brown, 2008
	Co design com usuários	Bate e Robert, 2007

Fonte: Kimbell (2009)

5.2.1 Ferramentas do “design thinking”

Dentre as ferramentas que suportam o “design thinking”, vistas no capítulo “4 Ferramentas de criatividade”, muitas se confundem com o próprio, outras são formas diversas de representações, outras auxiliam na construção das ideias através de mecanismos de captura e organização do conhecimento, mas de qualquer forma, o uso conjunto de ferramentas e técnicas, desde que não gere redundâncias, mostra-se construtivo e necessário.

No design participativo (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004), os usuários são envolvidos no desenvolvimento do produto e na essência são codesigners. O conceito do design participativo surgiu na Escandinávia; nasceu dos sindicatos, pela pressão dos trabalhadores por um controle mais democrático do ambiente de trabalho nos anos 1980. Como sempre surgem diferenças culturais quando é feita uma distinção formal entre

usuários e designers, algumas vezes os usuários não conseguem entender a linguagem dos designers, sendo necessário o uso de protótipos simplificados, de representações por esquemas, desenhos, gráficos ou qualquer outro tipo possível de linguagem usada como denominador comum, mas principalmente, devem existir vontades e objetivos comuns e muito claros.

Os componentes básicos do design participativo, no contexto do “design thinking” são (BJÖRGVINSSON; EHN; HILLGREN, 2012): o envolvimento com o design socialmente inovador, o design como resultado de um esforço participativo que inclui não só os usuários, mas também os patrocinadores e clientes, e, a necessidade de ideias facilmente compreensíveis ou visualizáveis através de protótipos ou modelos. A abrangência da colaboração é uma função da complexidade do problema. E novamente, a complexidade do problema é uma “meta variável”; depende de quão longe se pretende chegar, ou seja, quais os objetivos almejados para a solução a ser dada. Evidentemente, trata-se também de uma avaliação de custo versus benefício: o lucro presumido (ainda que na forma intangível de benefício social) deve ser suficientemente alentador para justificar os investimentos de design e de toda infraestrutura a ele relacionada.

Por exemplo, (CHICK; MICKLETHWAITE, 2011) o conselho de design do Reino Unido define design participativo como sendo o processo que tenta envolver todos os patrocinadores (funcionários, clientes, cidadãos e usuários finais) nas atividades do design. Isto assegura que a solução final atinja as reais necessidades e requerimentos e, de fato, seja utilizável por todos os usuários que se pretenda. O design participativo é utilizado em inúmeras áreas, sempre que se mostram necessárias soluções que envolvam além do aspecto prático, necessidades culturais e emocionais.

No design participativo, há uma abordagem voltada aos processos e procedimentos do design, e chega-se a considerar que existe um viés de dimensão política de delegar poder ao usuário final e democratizar o design. No design participativo, compartilha-se a noção de que cada um é especialista dentro de suas competências e oferece contribuições importantes, tendo voz ativa dentro da equipe. Assim como no “design thinking”, no design participativo, trabalha-se no local onde o produto é usado (ou será usado), e não em escritórios onde o produto é uma mera abstração.

Uma série de desafios deve ser enfrentada no design participativo, principalmente os que dizem respeito ao relacionamento entre os patrocinadores e os designers, no que tange ao poder de decisão e à liberdade de atuação. Trata-se de um conflito, porém esse conflito deve ser visto como algo construtivo.

Um paradoxo apresentado por Brown (2010) alerta que o “design thinking” é o oposto do pensamento em grupo, ou massificado, porém, ocorre em grupo. Ou seja, na identidade do grupo, é preciso destacar as individualidades sem suprimir a capacidade criativa de cada um.

Englobando-se a questão da sustentabilidade ao design participativo, é preciso expandir a abordagem a todo ciclo de vida do produto, e, uma das prerrogativas da Agenda 21 (CHICK; MICKLETHWAITE, 2011), por exemplo, é o envolvimento de toda a população quando se tratar de mudanças de larga escala.

Já com relação ao ferramental, propriamente dito, surgem alguns acessórios provenientes de outros campos, principalmente daqueles relacionados à absorção e representação do conhecimento, categoria esta que engloba os mapas conceituais e os mapas mentais, amplamente aplicados ao “design thinking” (ver em 4.2.3 “Mapas mentais e conceituais”).

Como cita Tennyson Pinheiro, no prefácio da edição brasileira do livro de Tim Brown (BROWN, 2010), o “design thinking” é uma abstração do modelo mental, ferramenta já utilizada na área há anos, e segundo ele, qualquer pessoa pode utilizar esse modelo aplicando-o em qualquer cenário de negócio ou social.

O processo de apreensão de conhecimento, bem como de análise e de geração de ideias, alterou-se muito com a revolução da informática e das redes. Burdick e Willis (2011) apontam uma pesquisa que demonstra capacidades crescentes de construção de complexas estruturas em pessoas cujos autores denominam ser “digitais natos”. A interação com os meios digitais permite um desenvolvimento de caminhos neurais cujos métodos de aprendizagem tradicionais não são capazes de fazer ou relacionar. Isto não quer dizer, no entanto, que se deva dar um enfoque excessivo aos meios digitais em detrimento dos relacionamentos interpessoais e com o mundo, principalmente pensando-se no mundo como natureza, receptáculo do ser humano.

No “design thinking”, o conhecimento tácito (MOGGRIDGE, 1995) é mais utilizado do que o conhecimento explícito, ou seja, aquele expresso de forma lógica. O grau de complexidade que o grupo envolvido com o design trabalha para chegar a uma síntese de todas as variáveis envolvidas é muito elevado, e, o aprendizado empírico é mais efetivo, permitindo incursões ao subconsciente para buscar informações intuitivas que direcionam as ações.

Tennyson Pinheiro (BROWN, 2010), ressalta que é preciso ultrapassar o que ele chama de “barreiras da utilização”, ou seja, o aspecto funcional e pragmático, e desta forma, explorar

as “necessidades e desejos não revelados” pelos usuários em pesquisas de marketing ou mesmo em grupos de discussão dirigidos (“focus groups”).

Brown (2010) enfatiza que não é correto acatar resultados estatísticos de segmentações, médias ou desvios padrões, e concluir que os melhores resultados são aqueles que se localizam no centro das curvas de distribuição normal (Figura 26). Esta abordagem apenas valida noções já conhecidas ou supostas, porém não dá margem a novas descobertas ou oportunidades. Uma ideia corrente no “design thinking” é que em uma amostra válida, o que ocorre nas bordas ou fronteiras, é mais abrangente, e em termos de possibilidades pode ser aplicado a todos dentro da amostra, enquanto que o centro da amostra exclui os que se afastam do estabelecido como padrão nas pesquisas.

Figura 26 – Curva normal resultante da avaliação de um comportamento dos usuários de determinada solução

Fonte: baseado em Brown (2010)

O comportamento observado na média é apenas uma confirmação de uma ideia já conhecida. Os comportamentos extremos são inesperados e seus estudos podem mostrar novas oportunidades e diferentes abordagens na resolução do problema.

Disto decorre também, uma noção de inclusão, vinculada ao “design thinking”.

As implicações de custos para que se englobe uma população inteira, dentro do contexto de determinado problema, acabam frustrando as pretensões dos patrocinadores e investidores, incapazes, muitas vezes, de enxergarem soluções que incluam não somente a lucratividade, mas também uma lucratividade ainda maior, em função da exploração de oportunidades de crescimento ligadas a novas modalidades de serviços, produtos e usuários.

Outra ferramenta importante na captura e representação da ideia é o croqui (CROSS, 1999), cujos estudos podem remontar à pré-história com as representações rupestres em cavernas, mas, de modo mais estruturado, surgem no renascimento, a partir de esboços

feitos por Da Vinci e chegam até o presente, em exemplos de arquitetos, designers, engenheiros ou qualquer profissional que precise desenvolver ideias e soluções. Se esse esboço é desenvolvido em papel ou em um meio digital ou qualquer outro que seja, até mesmo numa representação física, é algo a ser determinado pela característica do problema a ser resolvido, e, evidentemente, pela tecnologia disponível. O fato importante, é que através de um denominador comum, uma linguagem, todos os envolvidos com o design devem ter a mesma compreensão do estágio de desenvolvimento do mesmo.

Brown (2010) atesta, através de sua experiência, que o desenho feito pelos designers tem como finalidade expressar suas ideias, e não vender um produto já definido formalmente. Segundo o autor, a descrição por palavras ou resultados numéricos tem uma utilidade paralela, porém, a importância do desenho revela-se em sua capacidade de representar simultaneamente tanto características funcionais quanto o conteúdo emocional de uma ideia. E indo mais além, Brown afirma que nem mesmo é preciso saber desenhar, mas chegar a uma forma de representação gráfica ou mesmo tridimensional que é feita de modo simplificado, utilizando materiais corriqueiros, muitas vezes sequer relacionados aos materiais que possivelmente estariam presentes no produto, ou utilizando-se de “kits” modulares (Lego®³, por exemplo), desde que não direcionem a soluções restritivas, ou utilizando-se de conceitos de “storyboard”, ou seja, ilustrações sequenciadas como em roteiros de filmes ou em histórias em quadrinhos, principalmente quando os problemas referem-se a algo intangível, como um serviço.

5.3 Usos e aplicações

Os relatos em livros (VIANNA et al. 2012; BROWN, 2010) e em artigos (BJÖRGVINSSON, EHN e HILLGREN, 2012; KIMBELL, 2009; TSCHIMMEL, 2012; VENKATESH, MANSSON, BRUNEL e CHEN, 2012), bem como as inúmeras apresentações em “workshops”⁴, a criação de vários cursos relativos ao assunto⁵ e a difusão cada vez maior em empresas de

³ Brinquedo pedagógico para montagens diversas, criado pela empresa dinamarquesa Lego Group e constituído de peças de plástico colorido com encaixes precisos. (MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbete Lego. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/lego/>>. Acesso em: 1 de fev. 2017)

⁴ Por exemplo, as duas edições de “workshops” sobre “design thinking” promovidas pela Fundação Vanzolini em conjunto com o departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP, em 2014 e 2015 (<http://www.vanzolini.org.br/design-thinking/>) contando com o depoimento de inúmeras empresas.

⁵ No MBA de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços no PECE, duas disciplinas sobre o tema foram criadas recentemente: “A Vantagem Competitiva pelo Design” em 2013 e “Inovação em Serviços com Design Thinking” em 2015 (<http://pecepoli.com.br/PT/GEP/>). Cursos no exterior incluem

manufatura e de serviços, fazem do “design thinking” uma das metodologias que mais rapidamente conquistou adeptos ao redor do planeta. Exemplos de aplicação vão de escovas de dentes a serviços bancários, correndo o risco, por isso mesmo, de ser uma metodologia rotulada como um modismo (KIMBELL, 2009; KIMBELL, 2011) ou uma panaceia para os problemas do mundo (SKÖLDBERG, WOODILLA e ÇETINKAYA, 2013).

A Figura 27 mostra como há interesse pelo tema em buscas feitas pela internet. Neste comparativo feito utilizando-se a ferramenta Google Trends (2016), foram usadas as expressões “design thinking”, “value analysis” e “product development process”, e no gráfico, fica evidente o crescimento do interesse pelo tema “design thinking”, ultrapassando em 2007 a curva de interesse pelo tema do processo de desenvolvimento do produto e em 2010, a curva do tema de análise do valor. Claro que tal forma de consulta é simplista, porém evidencia a atração popular pelo assunto “design thinking”, de forma crescente nos últimos nove anos.

Figura 27 – Interesse comparativo pelos temas em consultas na internet

Fonte: Google Trends (2016)

Já em termos acadêmicos, a mesma comparação mostra outras facetas: a Figura 28 ilustra o interesse relativo (percentual) entre os mesmos três temas, consultados ano a ano no Web of Science (2016), através da consulta por tópicos, ou seja, buscando-se os termos “design thinking”, “value analysis” e “product development process” em tópicos de artigos acadêmicos neste portal.

Neste caso, o tópico “value analysis” apresentou o maior número de publicações (232), correspondendo a 100% em 2013, enquanto o tópico “design thinking” apresenta uma tendência crescente desde 2007 até 2015, ultrapassando o tema “product development process” em 2014.

Portanto, ainda que seja crescente o interesse acadêmico pelo tema “design thinking”, nota-se, por este método comparativo, que o interesse pelo público cresce de modo bem mais expressivo, denotando um viés mais popular, ou de baixa aderência aos interesses acadêmicos comparando-se a outros temas relativos à busca de soluções na criação e melhoria de produtos. Note-se também que muitos dos artigos sobre “design thinking” aplicam-se também a serviços, aspecto este pouco encontrado nos outros dois temas.

Figura 28 – Interesse comparativo pelos temas em artigos acadêmicos

Fonte: Web of Science (2016)

Não obstante este crescimento do interesse acadêmico, há aqueles que julgam ter o “design thinking” já cumprido seu papel (NUSSBAUM, 2011), uma vez que várias empresas já absorveram a metodologia e não obtém mais vantagens competitivas através de sua utilização. Para Nussbaum (2011), a criatividade, que, segundo ele, é o que move o design, já não é mais uma prerrogativa do “design thinking”, ainda que este autor admita os inúmeros avanços alcançados através do uso desta metodologia.

Nussbaum (2011) ressalta que através do “design thinking”, foi possível uma humanização do design, gerando soluções baseadas na empatia com o usuário, e isto trouxe inúmeros benefícios ao processo do design como um todo.

Já Brown (2010) relaciona diversos casos de sucesso na aplicação do “design thinking”, dentre eles, produtos de consumo (escova de dente MagicReach da Procter & Gamble, escova dental Squish Gripp), produtos duráveis (utensílios de cozinha da Zyliss, “kit” de

ferramentas Gates IDE, releitura da fabricante de peças para bicicletas Shimano, Mouse para a Apple, laptop Compass), projetos humanitários (triciclo aqueduto – “inove ou morra”, “community builders”), serviços e saúde (programa “get in shape” para os centros de prevenção e controle de doenças, transformação do atendimento no “Institute for Healthcare Improvement and Robert Wood Johnson Foundation”, programa “fique com o troco” do Bank of America), educação (Centro de inovações no aprendizado em Stanford), e outros.

A Figura 29 ilustra alguns destes exemplos citados por Brown (2010) que resultaram em produtos considerados bem-sucedidos.

Figura 29 – Produtos criados utilizando “design thinking”

A – Triciclo aqueduto, B – Componentes para bicicletas Shimano, C – Escova MagicReach da P&G
Fontes: adaptado de (A) The Aqueduct (2008), (B) FREDMAN (2007) e (C) IDEO (2005)

Lockwood (2009) sugere e agrupa em seu livro, várias aplicações do “design thinking”, tais como: na inovação e transformação dos negócios, no valor das marcas e produtos e nos serviços, visando sempre uma melhor experiência para o usuário de suas soluções.

Há, portanto, uma gama de aplicações bastante ampla, mas na essência, trata-se tão somente de abordar o usuário no centro das questões postas pelo problema. Note-se que as fases propostas na metodologia do “design thinking” são bastante abertas, possibilitando essa abrangência de aplicações, porém a concepção deu-se inicialmente em torno de produtos físicos.

5.4 As fases do “design thinking”

Há inúmeras formas de representação das cinco fases que compõem a metodologia do “design thinking”: criar empatia, definir, idear, prototipar e testar. Por mais que todos os autores estejam de acordo que se trata de um processo cíclico, a forma de representação no papel sempre esbarra nas duas dimensões do papel, e talvez a melhor maneira de se

lidar com isto seja admitir o fato implícito na metodologia de que é possível e frequente ir e voltar ciclicamente entre as fases propostas.

A Figura 30 ilustra uma dessas representações, enfatizando três macro fases (ouvir, criar e implementar), cujo acrônimo em inglês (HCD) coincide com o acrônimo de design centrado no ser humano (“human centered design” em inglês). Esta representação separa a metodologia em fases concretas e abstratas, incluindo o processo de criação no hemisfério abstrato.

Figura 30 – Processo HCD: design centrado no ser humano

Fonte: IDEO (2009)

Esta divisão é proposta pela própria IDEO (2009) em seu “kit” de ferramentas, havendo ligeiras variações em outros autores. Vianna et al. (2012) prefere designar as cinco fases respectivamente como: imersão, análise e síntese, ideação e prototipação (que inclui o teste). As cinco fases descritas a seguir, aderem a um modelo genérico baseado em Brown (2010), e os desvios e particularidades serão abordados em cada uma delas.

5.4.1 Criar empatia

Nesta fase, também denominada de imersão (VIANNA et al., 2012) ou de “ouvir” (IDEO, 2009), desenvolvem-se fortes elos com os usuários, e os designers devem não somente se colocarem no lugar dos usuários, mas vivenciarem seus problemas, seus cotidianos, suas experiências (BROWN, 2010). Segundo o “kit” da IDEO (2009), uma boa seleção de usuários a serem ouvidos inclui um terço de usuários considerados “médios” no contexto do problema, e um terço de usuários em cada um dos extremos do contexto (conforme Figura 26).

Para isto, utiliza-se ferramentas como a “jornada do usuário”, mapas mentais, mapas conceituais (ver item “4.2.3 Mapas mentais e conceituais”), “persona” e mapas de empatia

(ver item “4.2.4 “Persona” e mapa de empatia”), mas acima de tudo, é importante criar vínculos que tragam o usuário para dentro da própria equipe de design, gerando o que Brown (2010) chama de “codesign”. Vianna et al. (2012) propõe também o uso de um “sombra”, pessoa que acompanha o usuário de modo imperceptível, registrando todas as suas ações (dentro de determinados contextos).

Ainda que na representação da Figura 30 esta fase esteja situada no hemisfério do concreto, note-se que ao se tratar do ser humano, mesmo que todo o levantamento ocorra em torno de fatos, observações e vivências, suas vontades e desejos são abstrações e raramente senso comum.

Os vínculos criados nesta etapa, bem como todos os mapeamentos e informações, são utilizados nas fases seguintes, com intensa participação dos usuários no próprio processo criativo.

5.4.2 Definir

Esta fase localiza-se – na Figura 30 – ao final ou na fronteira entre o “ouvir” e o “criar” (IDEO, 2009): representa todo o conhecimento adquirido a partir da criação de empatia, organizado em mapas e narrativas que descrevem com clareza o problema a ser solucionado.

Como este conhecimento é incremental e cíclico, utiliza-se muito as etiquetas adesivas (os “Post-it®”) em grandes superfícies que permitem a interação dos vários integrantes da equipe de design. Também é importante (BROWN, 2009; VIANNA et al., 2012), que dentre estes integrantes exista uma variedade de pessoas com perfis diferentes em aspectos como perícia, gênero, idade, e principalmente, que possuam algum tipo de ligação com o problema abordado.

Vianna et al. (2012) citam também a ferramenta denominada “blueprint”, que nada mais é do que um registro de processos usado para descrever uma prestação de serviços, tabulada sequencialmente, e que auxilia no entendimento da jornada de um usuário.

Ao final desta etapa, chega-se ao que classicamente pode ser chamado de “especificação técnica”, ou no universo dos designers, de “briefing”, porém, com um caráter mais flexível do que a especificação vista no capítulo “3 O processo de desenvolvimento de produtos”, onde para alguns modelos de PDP esta peça é o ponto de início do processo.

5.4.3 Idear

O idear, ou a ideação, é a fase de criação propriamente dita, na qual, através do uso de ferramentas de criatividade como o “brainstorm” (VIANNA et al., 2012) ou similares (vistas no item “4.3 Outras ferramentas de criatividade utilizadas pelos designers”) a equipe de designers apresenta suas soluções para o problema representado na fase de definição.

A capacidade de gerar soluções ou criar nem sempre flui com a celeridade e eficácia que se espera, e isto reforça o caráter abstrato desta fase mostrado na Figura 30. Para lidar com esta realidade, aspectos como a composição do grupo, a motivação, o ambiente e o estado de espírito são explicitados na metodologia do “design thinking” (IDEO, 2009). Cenários advindos de questionamentos do tipo: “como poder-se-ia fazer tal coisa?”, baseados nos conhecimentos e vivências adquiridos nas fases anteriores, são continuamente colocados aos designers, e suas respostas devem ser objetivas e focadas em resultados balizados pelo usuário – normalmente refletido na figura da “persona” – e pelos interesses dos envolvidos com o problema proposto.

O ambiente de trabalho deve ser estimulante, aberto, repleto de imagens e de materiais de fácil transformação (VIANNA et al., 2012), com papéis, tesouras, adesivos, canetas, módulos de montagem, paredes e suportes para exposição e montagem de figuras e esquemas, equipamentos para registro, etc., dependendo da complexidade do problema abordado. Também, segundo Vianna et al. (2012), a noção de tempo, ou limite para realização de uma tarefa de criação é importante, para dar um horizonte de atuação e uma motivação maior ao grupo.

5.4.4 Prototipar

A prototipação no “design thinking” difere fundamentalmente do conceito de protótipo industrial abordado no capítulo “3 O processo de desenvolvimento de produtos”. Enquanto dentro do PDP o protótipo tem um caráter de “produto tipo”, ou aquele que é produzido à imagem e com as funcionalidades que terá o produto final, apenas diferindo deste em aspectos de processo produtivo e acabamentos, no “design thinking”, ele tem uma finalidade exploratória dentro do processo criativo. Segundo Vianna et al. (2012):

“A prototipação tem como função auxiliar a validação das ideias geradas e, apesar de ser apresentada com uma das últimas fases do processo de “design thinking”, pode ocorrer ao longo do projeto em paralelo com a imersão e a ideação.” (VIANNA et al., 2012, pg. 121)

Uma determinada solução ou conceito, pode ser representado então, por vários protótipos, cada um deles abordando um ou alguns aspectos funcionais, formais, ou mesmo mais específicos como a rugosidade de determinada superfície, ou a cor de determinado interruptor ou comando.

O custo de tais protótipos deve ser mínimo diante do custo do projeto como um todo, para ser evitada a sensação de erro ou desperdício caso a solução não seja aceita, e isto permite que muitas soluções sejam prototipadas para que possam ser comparadas na fase de teste, adicionando uma maior experiência e conhecimento ao grupo de designers. No “kit” desenvolvido pela IDEO (2009), a definição de protótipo aborda este aspecto:

“A intenção ao construir protótipos é “construir para pensar” – criar soluções que possam ser comunicadas a outros para tornar a ideia melhor. Construir protótipos permite que ideias se tornem tangíveis e sejam testadas e avaliadas por outros de forma rápida e barata antes que você se apegue a uma ideia específica.” (IDEO, 2009, pg. 75)

Vianna et al. (2012) relatam também encenações ou jogos que simulam conceitos e ideias, neste caso, mais voltados a soluções de serviços, além de diagramas, modelos e “storyboards”.

5.4.5 Testar

Para Vianna et al. (2012), testar é uma atividade da fase de prototipar, sendo o protótipo uma forma de aumentar a fidelidade na representação da solução e o teste uma forma de os usuários inserirem um contexto ao protótipo, sendo a prototipação, como um todo, a validação da proposta.

Por outro lado, no “kit” da IDEO (2009), o teste é denominado de “feedback”, ou seja, a opinião do usuário sobre a utilização da solução, através dos conceitos representados no protótipo. De fato, o teste no “design thinking” tem esse propósito em específico, pois a partir dele são revistas as soluções e volta-se frequentemente à fase de criação ou mesmo na de empatia ou imersão.

Nesta fase, a participação do usuário volta a ser intensa, e ela pode ocorrer dentro do escritório ou, com maior probabilidade, em ambientes dentro do contexto do problema, para melhor refletir as condições de uso da solução proposta.

Na Figura 30, nota-se não existe uma fase de teste explicitada, estando a mesma inserida na macro fase de implementação. O “kit” da IDEO (2009) propõe, por fim, que nesta fase de

implementação, ocorre uma transição para o ambiente empresarial, ocorrendo análises de viabilidade, de portfólio e de “pipeline” de inovação, pilotos e finalmente um plano de implantação e um plano de aprendizado. Neste momento, a metodologia mostra uma intersecção com as fases do próprio PDP.

5.5 Componentes destacados do “design thinking”

As etapas que estruturam o “design thinking”, conforme descritas no item “5.4 As fases do “design thinking””, apresentam-se como uma sequência de ferramentas, estruturadas de forma a potencializar ciclos de iteratividade, que, por si só, acrescentam uma alternância de pensamento divergente e convergente, conforme ilustrado na Figura 25.

Ambos os componentes – sequência de ferramentas e ciclos de divergência e convergência – destacam-se como elementos que devem estar presentes em uma proposta de modelo de integração, mas, não são os únicos: destaca-se também, a importância do aspecto ambiental (MAZINI, 2008), a atenção aos desejos e vontades do usuário (VENKATESH; MANSSON; BRUNEL; CHEN, 2012) e a forte integração e importância da equipe motivada, que Poulsen e Thøgersenb (2011) apregoam.

Finalmente, a inclusão de usuários extremos (Figura 26), denotando a adoção de conceitos de “design universal”, e, possibilitando a exploração de oportunidades não mostradas por médias estatísticas, completa o quadro de elementos que se pretende utilizar no modelo proposto.

6 ANÁLISE E ENGENHARIA DO VALOR

Ainda que haja diferenças entre análise do valor, que trata da melhoria de produtos existentes, e engenharia do valor, que aborda novos produtos, costuma-se definir ambas conjuntamente. Heller (1971), define engenharia como sendo um conjunto de técnicas, como visto a seguir:

“Engenharia do valor é a aplicação sistemática, de um conjunto de técnicas reconhecidas, que identificam funções necessárias de um produto ou serviço, estabelecem valores para as mesmas e desenvolvem alternativas para desempenhá-las ao mínimo custo sem prejuízo das qualidades do produto ou serviço” (HELLER, 1971, pg. 13)

Esta definição coincide com a da SAVE (2016), a “American Value Engineering Society”, segundo a qual, trata-se de uma abordagem sistemática e estruturada para a melhoria de projetos, produtos e processos. A metodologia do valor – conforme tratada pela SAVE – é também conhecida como engenharia do valor, sendo utilizada na análise e melhoria dos processos e produtos manufaturados, bem como no design e nos projetos de construções, nos processos de negócios e administrativos.

Ainda segundo a SAVE (2016), a metodologia do valor auxilia na busca de um equilíbrio ótimo entre funções, desempenho, qualidade, segurança e custo, resultando em uma maximização do valor para o projeto.

Neste caso, valor representa o desempenho confiável das funções, observando as necessidades dos consumidores e o menor custo total, podendo ser representado pela relação:

$$Valor = \frac{Função}{Custo} \quad \text{equação (1)}$$

A função é tudo aquilo que se supõe que o produto ou serviço deva prover, e o custo são as despesas envolvidas na criação e manutenção do produto ou serviço.

A SAVE (2016) define em seus padrões, seis fases ao longo de sua aplicação, conforme exposto na Tabela 15.

Tabela 15 – Fases da aplicação da metodologia do valor

Função	Descrição
Informação	Reunião de informações que permitem a melhor compreensão do projeto
Análise das funções	Análise do projeto para entender e esclarecer as funções requeridas
Criação	Geração de ideias em todas as possíveis áreas para a melhoria das funções requeridas
Avaliação	Síntese das ideias e conceitos exequíveis para desenvolvimento em ganhos de valor especificados
Desenvolvimento	Seleção e preparo das melhores alternativas para o acréscimo de valor
Apresentação	Apresentação das recomendações de valor aos responsáveis pelo projeto

Fonte: adaptado de SAVE (2016)

Estas etapas são desempenhadas por grupos multidisciplinares com experiência e vivência relevantes no campo do projeto em estudo.

Csillag (1995) cita também outras definições, relacionando a análise e engenharia do valor a um objetivo ou meta, atrelando a busca pelo aumento de desempenho e redução de custo a metas estabelecidas, aspecto este também ressaltado por Ibusuki e Kaminski (2007). Para Csillag (1995), a função, na AV/EV (análise e engenharia do valor), é o objetivo do produto ou sistema operando conforme prescrito em seu projeto, ou seja, é aquilo que faz o produto ou sistema funcionar e ser vendido.

Note-se, entretanto, que a abrangência de função é bastante ampla, contemplando não somente aspectos mecânicos ou práticos, mas também aspectos emotivos ou de preferências pessoais como moda, status, etc.

Finalmente, Pinton (1989) elabora uma relação dos principais objetivos da análise do valor comparativamente com os da engenharia do valor, que é sumarizada na Tabela 16.

Tabela 16 – Sumário dos objetivos da AV/EV

Análise do valor (AV)	Engenharia do valor (EV)
Redução de custos	Desenvolvimento de novos produtos
Melhoria da qualidade	Desenvolvimento de novos processos
Simplificação operacional	Desenvolvimento de materiais
Nacionalização de componentes	Implementação logística
Resolução de problemas	Implantação de polos industriais
Padronização de itens	Implantações sociais
Adequação ao mercado	Projeto de plantas
Desburocratização	
Desenvolvimento organizacional	

Fonte: baseado em Pinton (1989)

6.1 Surgimento da ferramenta de AV/EV e sua cronologia

A análise do valor surgiu após o término da Segunda Guerra Mundial, quando a escassez de produtos forçou as empresas a buscarem formas de racionalizar seus custos produtivos (PINTON, 1989). Na General Electric (GE), o engenheiro Lawrence D. Miles foi pioneiro nos conceitos de análise do valor, justamente em busca deste objetivo. Segundo Pinton (1989), a ferramenta surgiu de forma aplicada, envolvendo o uso de materiais, a melhoria nos processos e a qualidade dos produtos, buscando a otimização da relação custos versus benefícios. Após inúmeras aplicações na GE, órgãos do governo dos EUA interessaram-se pela metodologia, e assim ela passou a ser formalizada. Foi na Marinha dos EUA que houve a distinção entre análise do valor, para otimização de produtos, e engenharia do valor, para projetos de novos produtos.

Miles (1969) demorou a considerar que através da AV/EV seria possível obter-se melhorias na qualidade do produto. Em seu artigo em 1969, ele atribuiu essa demora a uma estratégia de configurar a AV/EV como estritamente focada em custos, aspecto central nos objetivos da GE e dos órgãos militares dos EUA. Miles (1969) faz considerações elogiosas, incluindo o fato de a AV/EV ter transformado produtos deficitários em lucrativos, ter simplificado o design, ter melhorado os processos de manufatura, gerado novas vendas, entre tantos outros, e, quase ironicamente, sugere que a AV/EV também apresentou aspectos negativos, dentre eles, o fato de ter ferido o brio de engenheiros, administradores e vendedores que insistiam em manterem-se apáticos à metodologia e arraigados aos seus métodos e hábitos antiquados.

Segundo Pinton (1989), no Brasil, o primeiro registro de utilização da AV/EV, foi em 1973, por iniciativa de profissionais da Klabin do Paraná, da Siemens e da Volkswagen, e a partir da década de 80 a AV/EV difundiu-se e consolidou-se no país.

Corniani (2012) justifica que em mercados globais, onde a competição é acelerada, a análise do valor inclui-se nas atividades da área de pesquisa e desenvolvimento das empresas. O autor cita alguns casos de sucesso da aplicação da análise do valor, como nos propulsores híbridos da Toyota, nos circuitos de memória da LG e nos “smartphones” da Samsung.

6.2 Definição de funções

Na visão da AV/EV, segundo Pinton (1989) um determinado item, agrega funções, que são, via de regra “vendidas” aos seus usuários. A função é, segundo este autor, “o exercício de atividades ou tarefas que um produto, sistema ou serviço executa”.

A descrição da função (MILES, 1972) é feita sempre através de um verbo (no infinitivo) e um substantivo, que resumidamente se enquadra em um binômio do tipo: “fazer algo”. Pinton (1989) descreve os tipos de funções conforme sumarizado na Tabela 17.

Tabela 17 – Tipos e classificação das funções

Tipo	Sigla	Descrição
Função de uso	U	Descrita através de um substantivo mensurável ou quantificável
Função de estima	E	Atende a anseios de moda, status, desejos, etc., sendo qualitativa e subjetiva
Classificação	Sigla	Descrição
Função principal	P	Determina a existência do produto, também denominada de função primeira do produto
Função secundária	S	Auxilia no desempenho da função principal, agregando valor ao objeto
Função necessária	N	Representa o que o usuário faz questão de ter e se dispõe a pagar
Função desnecessária	D	Não representa valor para o usuário ou até mesmo não é desejada pelo usuário

Fonte: baseado em Pinton (1989)

Conforme a função se enquadre nas descrições da Tabela 17, ela é classificada considerando três critérios: principal ou secundária (P/S), de uso ou de estima (U/E) e necessária ou desnecessária (N/D). Como exemplo de aplicação, a Tabela 18 mostra algumas funções classificadas em um produto. Note-se que para fazer este tipo de classificação, é necessário desmembrar o produto em suas partes ou componentes, e não

simplesmente considerar o produto como um todo, pois a função obtida seria muito genérica e de difícil avaliação. Imagine-se, por exemplo, descrever a função de um automóvel: transportar pessoas, gerar status, consumir energia e tantas outras. Quando se decompõe o produto, é possível identificar os componentes que contribuem para as macrofunções – as funções do produto – e tais funções são definidas no planejamento do produto, quando o problema a ser resolvido é muito aberto.

Tabela 18 – Representação comum das funções (ventilador)

Item	Função	Classificação		
	Verbo + Substantivo	P/S	U/E	N/D
Motor	Girar Hélice	P	U	N
	Produzir Ruído	S	U	D
	Produzir Calor	S	U	D
	(Etc.)			
Hélice	Produzir Vento	P	U	N
	Cortar Dedo	S	U	D

Fonte: do autor

O valor de um produto, pelo prisma da AV/EV é representado por:

$$V = \sum \frac{D}{C} \quad \text{equação (2)}$$

Onde D é o benefício representado pelo desempenho de dada função e C é o custo desta função, maior do que zero.

Considerando-se um produto existente, utiliza-se a análise do valor para melhor entender cada uma das partes, e explorar possíveis melhorias no produto como um todo. Tomando-se um exemplo ilustrado por Pinton (1989), um isqueiro é avaliado em cada uma de suas funções, e para cada componente, é possível formular perguntas que auxiliam na busca de melhores alternativas. Pinton (1989) sugere uma série de perguntas a respeito dos componentes: “o que é isto?”, “o que faz?”, “como faz?”, “porque faz?”, “porque utiliza este material?”, “porque tem esta forma?”, “porque é pintado?”, “porque tem um rebaixo?”, “porque tem um furo?” e tantas perguntas quantas forem pertinentes à parte analisada.

Com relação à amplitude da função, Pinton (1989) chama as funções do produto como um todo (como no caso do automóvel) de funções orientadas pelo usuário, e são estas as funções oriundas da análise do problema inicial, ou seja, aquelas que dizem respeito às necessidades identificadas pelos usuários. Portanto, este conjunto de funções é composto

sempre por funções necessárias. Na Tabela 19, Pinton (1989) exemplifica o caso de um isqueiro, ilustrando quatro funções orientadas pelo usuário.

Optou-se, neste capítulo, em seguir o exemplo mostrado por Pinton (1989), para simplificar o entendimento da metodologia, bastante prática e aplicada, ao invés de se limitar a descrições teóricas.

Tabela 19 – Funções de um isqueiro orientadas pelo usuário

Item	Função	Classificação		
	Verbo + Substantivo	P/S	U/E	N/D
Isqueiro	Produzir chama	P	U	N
	Garantir Durabilidade	S	U	N
	Facilitar Transporte	S	U	N
	Apresentar Estética	S	E	N

Fonte: Pinton (1989)

Para o mesmo exemplo do isqueiro, Pinton (1989) desmembra o produto em suas partes e é possível então fazer uma análise das funções parte por parte, classificando-as conforme mostrado na Tabela 20.

Tabela 20 – Funções das partes de um isqueiro

Item	Função Verbo + Substantivo	Classificação		
		P/S	U/E	N/D
Corpo	Armazenar Gás	P	U	N
	Alojar Válvula	S	U	D
	Alojar Mola de Pedra	S	U	D
	Alojar Pedra	S	U	D
	Permitir Fixação do Cilindro	S	U	D
	Alojar Mola do Acionador	S	U	D
	Permitir Fixação do Acionador	S	U	D
	Facilitar Manuseio	S	U	N
	Permitir Impressão	S	E	N
Projeto	Prover Estética	S	E	N
	Proteger Válvula	P	U	N
	Permitir Encaixe	S	U	D
Acionador	Combina Cor	S	E	D
	Facilitar Acionamento	P	U	N
	Multiplicar Esforço	S	U	D
Molas	Retornar Posição	P	U	D
	Resistir Oxidação	S	U	D
Válvula	Reter Gás	S	U	N
	Limitar Vazão	P	U	N
	Resistir Oxidação	S	U	D
	Liberar Gás	S	U	N
Pedra	Produzir Faísca	P	U	N
Cilindro	Provocar Atrito	P	U	D
	Permitir Encaixe	S	U	D
	Facilitar Movimento	S	U	D

Fonte: Pinton (1989)

Deste modo, identifica-se no produto desmembrado, inúmeras funções que, sob o prisma do usuário são desnecessárias ou mesmo indesejáveis, mas que por questões construtivas são necessárias ao produto. A análise permite então uma classificação ou priorização das funções e um estudo mais aprofundado das funções desnecessárias e secundárias que possam eventualmente ser substituídas ou mesmo eliminadas, melhorando o produto e reduzindo seu custo.

6.3 FAST (“Function Analysis System Technique”)

FAST (“Function Analysis System Technique”) ou TOF (Técnica de Ordenação Funcional) é uma etapa da AV/EV na qual é feita uma representação gráfica das funções analisadas anteriormente.

Segundo Tohidi (2011) o FAST é um mapa guia sistemático que auxilia nas tarefas da AV/EV. Este diagrama organiza processos e partes direcionando-os ao cumprimento das necessidades identificadas pelos usuários de determinado produto.

Uma representação do FAST é feita (PINTON, 1989) distribuindo-se as funções utilizando-se a pergunta “como?” no sentido da esquerda para a direita e a pergunta “por que?” para validar a ordenação feita, porém, da direita para a esquerda. Pode-se também, adicionalmente, fazer a pergunta “Quando?” ordenando de cima para baixo a ocorrência das funções ao longo do tempo.

A Figura 31 ilustra o exemplo dado por Pinton (1989) para o isqueiro, colocando-se à esquerda a função que representa o problema (acender cigarro), ao centro as funções orientadas pelo usuário (Tabela 19) e à direita as funções identificadas nas partes do produto (Tabela 20) ou seja, aquelas intrínsecas ao produto.

Figura 31 – Diagrama FAST para um isqueiro

Fonte: Pinton (1989)

6.4 Custo das funções

A cada uma das funções identificadas, deve ser atribuído um custo. Para isto, segundo Pinton (1989), alguns cuidados devem ser observados: caso o item identificado desempenhe somente uma função, é mais simples de se determinar, pois o custo é atribuído integralmente ao item; se um item desempenha várias funções, pode-se atribuir

percentuais do custo total, considerando os materiais utilizados, a mão de obra, os processos e outras despesas, havendo um componente mais subjetivo, e; finalmente, caso o item desempenhe várias funções compartilhadas, atribui-se inicialmente um custo para a função principal e depois são estimados custos parciais proporcionais.

Uma vez atribuídos os custos, pode ser aplicado o diagrama de Pareto para identificar os custos mais influentes, como no exemplo do isqueiro analisado por Pinton (1989) e ilustrado na Tabela 21.

Tabela 21 – Distribuição dos custos das funções de um isqueiro

Denominação	Ordem	Função	Custo %	Acum. %	Classificação
A	1	Produzir Faísca	35	35	A
B	2	Liberar Gás	23	58	
C	3	Limitar Vazão	16	74	
D	4	Armazenar Gás	7	81	B
E	5	Proteger Queimador	5	86	
F	6	Facilitar Manuseio	4	90	
G	7	Reter Gás	4	94	C
H	8	Combinar Cor	3	97	
I	9	Permitir Impressão	3	100	

Fonte: Pinton (1989)

Note-se ainda, que na Tabela 21, os itens foram ordenados do maior para o menor custo (coluna Custo %), e os itens foram nominados utilizando letras (coluna Denominação). O autor (PINTON, 1989) utilizou uma forma de priorização conhecida como curva ABC, e segmentou os itens conforme completaram um custo acumulado de até 80% (classificados como A), de 80% até 95% (classificados como B) e o restante, de 95% até 100% (classificados como C).

6.5 Análise de desempenho das funções

Utilizando o conceito de curva ABC, Pinton (1989) sugere a ponderação das funções duas a duas, segundo a classificação mostrada na Tabela 22. Csillag (1995) também sugere a utilização deste tipo de ponderação.

Tabela 22 – Pesos atribuídos às funções para aplicação na matriz de desempenho

Peso atribuído	Desempenho relativo
5	Extremamente superior
4	Muito superior
3	Superior
2	Pouco superior
1	Muito pouco superior
0	Igual

Fonte: Pinton (1989)

Outros autores chamam esta classificação de técnica de Mudge (PANDOLFO et al., 2010; DOMINGUES et al., 2013). Desta forma, é possível abordar-se prioritariamente os problemas mais críticos e as melhores oportunidades. Segundo Pandolfo et al. (2010), na técnica de Mudge, as funções são comparadas duas a duas, recebendo uma pontuação que é somada após todas as funções terem sido comparadas, gerando assim, uma classificação de importância. Dependendo do autor, na análise comparativa entre as funções, o critério tem uma amplitude maior ou menor, variando de 0 a 3 (Tabela 23), ou de 0 a 5 (Tabela 22).

Tabela 23 – Pesos atribuídos às funções para aplicação na matriz de desempenho com menor amplitude

Peso atribuído	Desempenho relativo
3	Extremamente superior
2	Superior
1	Muito pouco superior
0	Igual

Fonte: Pinton (1989)

Na Tabela 24 é mostrada a comparação entre funções para o exemplo do isqueiro (Pinton, 1989), utilizando-se a técnica de Mudge, informando qual a função mais importante dentre as duas comparadas (A, B, C, etc.) e o grau de importância (de 0 a 3) conforme especificado na Tabela 23.

Tabela 24 – Comparação entre funções pela técnica de Mudge

Tabela 24 – Comparação entre ranços pela técnica de Maage																			
	B		C		D		E		F		G		H		I		Peso	%	
A	A	2	A	3	A	2	A	3	A	1	A	2	A	2	A	2	17	35,4	
	B		B	1	B	1	E	1	F	1	G	1	H	2	B	1	3	6,2	
			C		C	1	E	1	0		C	2	C	1	I	1	4	8,3	
					D		D	1	F	1	G	1	D	1	D	1	3	6,2	
							E		F	2	E	1	H	1	E	1	4	8,3	
									F		F	1	F	1	F	2	8	16,6	
											G		G	1	G	1	4	8,3	
													H		H	1	4	8,3	
															I		1	2,1	
																	Total	48	100

Nota: a área em cinza mostra o caminho da somatória para a função G

Fonte: do autor, para o exemplo de Pinton (1989)

E finalmente os valores são colocados percentualmente, comparando-se o custo da função (Tabela 21) com a importância relativa (Tabela 24) em termos de desempenho, resultando na Tabela 25.

Tabela 25 – Avaliação do desempenho versus custo

Função	% Desempenho	% Custo	Valor
A	35,4	35	Compatível
B	6,2	23	Crítico
C	8,3	16	Crítico
D	6,2	7	Compatível
E	8,3	5	Ótimo
F	16,6	4	Ótimo
G	8,3	4	Ótimo
H	8,3	3	Ótimo
I	2,1	3	Compatível

Fonte: adaptado de Pinton (1989)

Assim, as funções são priorizadas para que na etapa posterior sejam alvo de melhorias. No exemplo mostrado na Tabela 25, as funções “B” e “C” (respectivamente “liberar gás” e “limitar vazão” conforme visto na Tabela 21) são consideradas críticas (coluna Valor), pois apresentam um desempenho fraco e um custo elevado. Desta forma, melhorias nos itens correspondentes a estas funções (no caso, apenas a válvula, conforme visto na Tabela 20) trariam potenciais reduções de custo ou melhorias no produto como um todo. Claro que não é possível tratar as funções isoladamente sempre, e muitas vezes, ao se melhorar uma das funções, outras acabam sendo prejudicadas.

6.6 Formulação de soluções a partir da AV/EV

Segundo Jay e Bowen (2015), inúmeros autores criticam a AV/EV, alegando que os produtos resultantes de sua utilização se caracterizam por um design padronizado e com poucas personalizações, restritas a algumas partes do produto. Jay e Bowen (2015) defendem que a utilização da AV/EV, ao contrário, permite que partes do produto sejam criteriosamente melhoradas, e que, a abordagem do custo pode ser utilizada em conjunto com a melhoria de aspectos funcionais, inclusive, no caso de funções de estima, que envolvem gostos pessoais, estética, etc.

Domingues et al. (2013) chamam a etapa de formulação de soluções da AV/EV de fase de criatividade. A partir da classificação das funções e da identificação das funções mais críticas, busca-se melhores soluções de acordo com os objetivos explicitados na fase de planejamento, ou seja, as “metas de custos” (IBUSUKI, KAMINSKI, 2007).

O grupo de AV/EV deverá responder à questão (JAY, BOWEN, 2015): “existem alternativas melhores para a função?”. E as respostas são dadas através do uso de ferramentas de criatividade (conforme capítulo 4 “Ferramentas de criatividade”), como por exemplo, o “brainstorm”. As ideias geradas são então submetidas a uma reavaliação usando a análise do valor até que se verifique que a relação entre o desempenho e o custo se torne adequada.

No exemplo ilustrado na Figura 32 (Pinton, 1989), a função “produzir claridade” definida como prioritária pelos usuários, desdobra-se em funcionalidades intrínsecas do produto que podem ser melhoradas.

Fonte: Pinton (1989)

Na Figura 32 são mostradas três alternativas que cumprem a mesma função, ou seja, através da combustão de gás ou óleo ou através da energia elétrica. Para se obter o custo de cada uma das propostas, usa-se a fase de custo das funções da AV/EV, decompondo todos os itens novos e identificando custos e desempenhos. Este processo iterativo recebe a sigla de ciclo DHP (Desenvolver Habilitar Ponderar).

Nas propostas de melhoria, devem ser priorizadas as funções necessárias orientadas pelo usuário e aquelas que a equipe identificou como de Maior Nível. Além disso, são estabelecidos graus de liberdade com os quais a equipe passará a atuar (Pinton, 1989), em função das limitações ou liberações dos recursos técnicos, tecnológicos e humanos quanto a: necessidade (GL1), princípio (GL2), forma (GL3), material (GL4) e processo (GL5).

Portanto, a atuação do grupo pode ser desde muito restrita até bastante ampliada, podendo reformular o produto radicalmente ou criar produtos a partir de problemas bastante abertos.

Segundo Battaglia e Bergamo (2010), a fase da criatividade pode ser considerada a mais importante para o sucesso de um projeto, pois o grupo atua de modo a identificar oportunidades e alternativas de inovação que aliem a redução de custos à manutenção da funcionalidade e da qualidade do produto final. Segundo os autores, alternativas de materiais e processos produtivos são aspectos importantes a serem abordados nesta fase.

7 MODELO DE DIVERGÊNCIA / CONVERGÊNCIA NA UTILIZAÇÃO CONJUNTA DO “DESIGN THINKING” E DA AV/EV NAS FASES INICIAIS DO PDP

A proposta do modelo a ser desenvolvida neste capítulo, surge, principalmente, das análises oriundas dos capítulos de referencial teórico, nos quais, elementos de conexão e de potencialização das diversas etapas das metodologias foram sendo organizados numa ordenação cronológica de aplicação, de modo a propiciar, também, a alternância dos mecanismos de divergência e convergência. Leva em conta, também, a avaliação feita através dos questionários respondidos pelas empresas, que, num primeiro momento, admitem a aplicabilidade de um modelo envolvendo PDP, “design thinking” e AV/EV. Os itens a seguir, mostram, portanto, as contribuições de cada capítulo do referencial teórico até delinear o modelo de aplicação das ferramentas que compõem as metodologias, e, na sequência, é feita uma análise do fluxo de informações através das etapas identificadas, para que não se perca a sequência do processo como um todo, chegando, finalmente, ao modelo completo.

7.1 Subsídios da análise do referencial teórico sobre PDP

Conforme se depreende da análise das fases do PDP, vistas no item “3.1.2 As macrofases comuns aos modelos”, independentemente do modelo adotado, todas elas causam impacto na solução final, a começar pelas fases preliminares de planejamento estratégico e planejamento do projeto.

No entanto, nas fases de desenvolvimento do produto, abstraindo a questão da definição do problema e olhando-a como um dado (como aparecem nos modelos de Asimow (1968), French (1985), Pugh (1990), Kaminski (2000) e outros), e, considerando-se as duas primeiras fases, planejamento e projeto conceitual (com diferentes nomenclaturas e sutis diferenças nas atividades), nota-se que neste momento do projeto há inúmeras indefinições e a tentativa de se gerar uma gama de possíveis soluções, através de técnicas criativas, que será tanto maior quanto mais vaga for a definição do escopo inicial, ou do problema posto.

Na sequência proposta por Rozenfeld et al. (2006) na macro fase do projeto conceitual, é descrita a utilização da engenharia e análise do valor na definição funcional do produto, seguido do uso de ferramentas de criatividade para explorar possíveis soluções, e finalmente, da seleção das melhores soluções prospectadas. Fazendo-se um paralelo com a metodologia descrita por Brown (2010) no âmbito do “design thinking” (Figura 25), propõe-

se, então, um modelo inicial de alternância entre divergência e convergência, mostrado na Figura 33, sendo que, a utilização da engenharia e análise do valor representa uma convergência, o uso de ferramentas de criatividade representa uma divergência, e, a seleção de ideias, uma segunda convergência.

Figura 33 – Convergência e divergência na macro fase do projeto conceitual

Fonte: autoria própria a partir de Rozenfeld et al. (2006)

Verifica-se, portanto, a utilização da engenharia e análise do valor na fase do projeto conceitual do PDP, na identificação das funções requeridas pelo usuário. Na sequência, são usadas ferramentas ou métodos de criatividade, para gerar ideias de solução que atendam aos requisitos identificados. Finalmente, utilizando-se técnicas como a matriz de decisão, chega-se a uma ou a poucas alternativas que serão desenvolvidos e testadas nas fases subsequentes. A segunda fase de convergência mostrada na Figura 33 poderia utilizar também, dentro da proposta deste trabalho, a engenharia e análise do valor, contemplando também as funções intrínsecas do produto.

A abordagem nas fases iniciais criará ao final do PDP produtos com diferentes graus de inovação, ou explorando mais ou menos oportunidades, em função de inúmeros fatores que vão da estratégia corporativa e de seu posicionamento no mercado até a capacidade de investimento de que a organização dispõe, mas, principalmente, e neste aspecto convém ater-se, em função da capacidade técnica e criativa das pessoas e áreas envolvidas nestas fases. Importante notar que isto não significa que há pessoas mais ou menos qualificadas

para desempenharem estas atividades, mas sim um ambiente composto por técnicas, ferramentas, métodos, clima organizacional e objetivos claros.

Sendo assim, a exploração deste trabalho terá um enfoque claro nas fases do PDP de planejamento do projeto e de projeto conceitual, buscando alternativas que permitam à equipe envolvida um melhor aproveitamento das oportunidades na elaboração de soluções de problemas através da criação de produtos.

7.2 A inserção do “design thinking” no PDP

Observando-se as fases do “design thinking”, verifica-se que após a fase de teste (item “5.4.5 Testar”), tendo sido feitas as iterações necessárias até que se obtenha uma solução considerada “a melhor”, ou a que mais satisfaz aos requisitos dos usuários, retoma-se o processo de desenvolvimento do produto, e, conforme os subsídios gerados, são alimentadas as fases de planejamento do projeto (item “3.1.2.1 Planejamento do projeto”) com os requisitos que irão compor as estratégias de inovação e de investimentos, a fase de projeto informacional (item “3.1.2.2 Projeto informacional) com todas as informações sobre os usuários, sobre a composição do mercado e sobre os requisitos detalhados do produto, e na fase do projeto conceitual (item “3.1.2.3 Projeto conceitual”) com uma contribuição expressiva em termos da solução, cabendo então um refinamento ou uma escolha entre poucas opções que se dará antes de prosseguir no PDP. Tais escolhas e refinamentos podem ser feitos através de métodos de aplicação de critérios, e, na proposta deste trabalho, a ideia é utilizar a análise e engenharia do valor neste momento. A Figura 34 ilustra o relacionamento observado e proposto entre o processo de desenvolvimento de produtos e o “design thinking”.

Figura 34 – Relacionamento das fases do DT com as fases do PDP

Note-se que, na Figura 34, as fases do “design thinking” foram colocadas no sentido anti-horário, apenas para deixar as setas mais organizadas e facilitar o entendimento.

7.2.1 Características da divergência na geração de soluções no DT

Conforme ilustrado na Figura 25, a visão cíclica do “design thinking” apresenta fases sucessivas de divergência, nas quais se exploram soluções, e de convergência, nas quais escolhas são feitas através de testes.

Por se tratar de uma metodologia de caráter criativo, embasada em técnicas como o “brainstorm”, prevalece a tendência divergente, ou de criação, e a análise das soluções guarda um teor de subjetivismo, pois os testes dos protótipos, ainda que realizados por um grupo grande de usuários, podem se revelar tendenciosos. Após os testes, deve ocorrer um momento de decisão, estabelecendo-se critérios, como em uma matriz de decisão ou usando-se a técnica de Mudge (item “6.5 Análise de desempenho das funções”).

No modelo estabelecido no “kit” da IDEO (2009), fica claro que para tornar realizáveis as soluções obtidas pelo uso da metodologia, é necessário um estudo de viabilidade posterior, e este é um filtro ou um critério considerável e extrapola as atribuições do designer, sendo necessário o envolvimento de áreas da empresa como engenharia, manufatura e finanças, caracterizando a volta ao PDP, conforme ilustrado na Figura 34. Nesse sentido, o “design thinking” abre ou cria inúmeras oportunidades, porém não chega a definir qual delas de fato será realizada.

7.3 A inserção da AV/EV no PDP

Conforme visto no item “3.1.2.3 Projeto conceitual”, no modelo de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006), nesta fase, utiliza-se a análise e engenharia do valor na determinação das funções requeridas pelo usuário do produto, ou seja, aquelas que definem o propósito do produto como um todo.

A AV/EV, poderia, conforme sugerido no item “7.1 Subsídios da análise do referencial teórico sobre PDP” ser utilizada também, na mesma fase do projeto conceitual, na seleção de propostas de solução através do critério funcional, utilizando, neste caso, as funções intrínsecas do produto.

Segundo esta proposta, a representação do relacionamento da análise e engenharia do valor com o PDP e com o “design thinking”, é mostrada na Figura 35, observando que inicialmente são abordadas as funções requeridas pelo usuário, e após a utilização do “design thinking”, as funções intrínsecas do produto.

Figura 35 – Relacionamento da AV/EV com as fases do PDP e com o DT

7.3.1 Características de convergência na geração de soluções na AV/EV

Baseado principalmente na utilização de técnicas de matriz de decisão ou de Mudge (PANDOLFO et al., 201), verifica-se que a AV/EV apresenta um caráter de convergência para uma solução considerada ótima no que tange a custos.

Note-se, todavia, que na própria metodologia da AV/EV, propõe-se o uso de ferramentas consideradas divergentes, como o “brainstorm” – usada para gerar um grande número de propostas, sem fazer uso da crítica ou da censura.

De modo geral, parte-se de um problema proposto – melhoria de um produto ou abordagem funcional de um novo produto – e pretende-se, ao final de sua utilização, chegar-se a uma única solução, aquela cujo custo seja o menor para as funções requeridas e preservando a qualidade do produto existente ou proposta.

7.4 Formalização das ferramentas utilizadas no modelo proposto

Tendo em vista a relação definida entre as diversas etapas do “design thinking” e da engenharia e análise do valor, inseridas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos, e, os usos comuns de ferramentas indicado ao longo do referencial teórico, bem como nas práticas de mercado e acadêmica, agregou-se ao esquema apresentado na Figura 35, as ferramentas propostas nas etapas concernentes ao PDP, ao “design thinking” e à engenharia e análise do valor, conforme mostrado na Figura 36.

A numeração indicada na Figura 36, indica a sequência cronológica preferencial de aplicação das ferramentas, e, as linhas tracejadas finas indicam as fases às quais a ferramenta se relaciona de modo mais explícito, dentro seja do PDP, do “design thinking” ou da engenharia e análise do valor.

Desta forma, na fase do planejamento, no PDP, é proposta a utilização de duas ferramentas: inicialmente, o **mapa mental** – levando em conta o grau de incerteza das características do problema, conforme descrito em Sternberg (2000) e ilustrado na Figura 21, ressaltando que, mesmo um problema mais bem definido, suscita uma ampliação de escopo para que seja melhor explorado – cujo caráter é divergente, e o **estudo de mercado, patentes, estatísticas e possíveis concorrentes**. Esta segunda ferramenta propicia um aprofundamento no grau de empatia com o problema, uma obtenção de conhecimento para lidar melhor com problema e estar melhor preparado para propor soluções para o mesmo.

A terceira ferramenta é a **determinação das funções requeridas pelo usuário**, que faz parte da metodologia de engenharia e análise do valor. O uso desta ferramenta, nesta etapa, não configura necessariamente uma solução formal (produto e/ou serviço), porém, identifica as necessidades de um usuário hipotético, relacionadas ao problema posto. Uma vez que nesta ferramenta são feitas análises de necessidades, ela é vista como uma etapa de convergência, que sintetiza requisitos em torno de um problema.

Figura 36 – Ferramentas utilizadas no modelo integrado

Adentrando na metodologia do "design thinking", propõe-se o uso de suas ferramentas conforme exposto no capítulo "5 "Design thinking"": a **entrevista com usuários, "persona" e "storytelling"** na fase de criação de empatia com o usuário, o **"brainstorm"** na fase da ideação e a **prototipação e teste**, nas respectivas fases. Na Figura 36, as duas últimas ferramentas citadas aparecem como "brainstorm" e teste, isto porque, entende-se que, a etapa de prototipação está compreendida em ambas, ou seja, tanto é parte integrante do processo criativo na ideação, quanto é um requisito indissociável da fase de testes. Em termos de divergência e convergência, usando a mesma classificação da própria metodologia do "design thinking", classifica-se a entrevista com usuários, "persona" e "storytelling" e o "brainstorm" como ferramentas que divergem ou ampliam as possibilidades de obtenção de melhores soluções, e o teste, como uma etapa de convergência, na medida em que são feitas avaliações, aplicados critérios e, seletivamente, reduz-se a quantidade de possíveis soluções, refinando-se as mesmas.

Finalmente, dentro do escopo desta proposta de modelo, a última ferramenta, a **identificação das funções intrínsecas do produto**, é componente da metodologia de engenharia e análise do valor, e tem como intuito, gerar uma especificação de projeto que seja direcionada ao fluxo do PDP dentro da fase do projeto conceitual. Trata-se de uma

ferramenta com caráter convergente, visando configurar, de modo material e quantificado, uma solução a ser tratada por áreas de engenharia, manufatura e logística, dentre outras.

7.5 Modelo com as suas ferramentas

Considerando a sequência de ferramentas proposta, o modelo é apresentado conforme ilustrado na Figura 37. O esquema mostrado contempla as 7 ferramentas descritas no contexto do PDP, das metodologias e respectivas fases, e, ressaltando o mecanismo da fase (ou ferramenta) no que tange ao aspecto divergência/convergência, para que, ao menos duas vezes ao longo da aplicação, haja a alternância entre os modos de funcionamento mental: de criativo para racional, com foco no problema, e criativo para racional, com foco na solução.

Figura 37 – Modelo de integração de metodologias nas fases iniciais do PDP

7.6 Identificação dos fluxos de informação ao longo do modelo proposto

Para a utilização do modelo proposto, verificou-se a necessidade de se criar formas de potencializar o aproveitamento de toda informação gerada ao longo do processo, para não incorrer em desvios do processo que possam ocasionar perdas.

Para melhor entender como as informações percorrem as etapas do modelo proposto, foi feito um laboratório em sala de aula avaliando a aplicação das ferramentas em dinâmicas aplicadas em um curso de MBA (Vantagem competitiva pelo design – do MBA de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços do PECE), com as ferramentas aplicadas sequencialmente, verificando, também, a lógica evolutiva dos conceitos envolvidos no desenvolvimento de um produto proposto em sala de aula a partir de um problema aberto.

Sem alterar significativamente o roteiro original da disciplina, foram introduzidos elementos que viabilizassem a verificação dos pontos de contato e como as informações são transpostas de uma etapa para outra, através da construção de tabelas nas quais as principais ideias/conteúdos gerados são comparadas até o final da aplicação.

O roteiro simplificado da obtenção dos dados para a construção do modelo de fluxo de informações é apresentado no Apêndice C.

7.6.1 Tratamento das informações geradas pelas ferramentas do modelo proposto

Analisando-se a Tabela 46 (no Apêndice C), nota-se que, mesmo empiricamente, há uma evolução das informações geradas ao longo da aplicação do modelo proposto, de modo geral, passando de teores mais abrangentes e genéricos para conceitos mais específicos e detalhados, ou seja, o modelo, como um todo, demonstra uma convergência voltada para determinada aplicação (resolução de um problema).

O uso das diversas ferramentas propicia a clarificação (e materialização) de uma ideia, até que se chegue a protótipos plausíveis de serem testados. A forma sugerida de organizar o fluxo de informações ao longo da utilização das ferramentas não garante um resultado único e definitivo, porém colabora na organização e na rapidez das dinâmicas, partindo-se de um ponto onde já ocorreu um desenvolvimento prévio.

Ao longo das dinâmicas aplicadas em classe, em conformidade com a proposta desta tese, foram utilizadas 7 ferramentas nas quais há coleta e geração de informação (conforme ilustrado na Figura 37).

A partir disso, são propostos modelos de normatização dessas informações, de tal forma que a informação de uma etapa possa ser acessada na etapa subsequente sucessivamente.

O **Mapa mental (1 na Figura 37)** parte de uma ideia central (usualmente uma palavra que represente o problema posto de modo amplo), e, em seguida esta ideia é ramificada (conforme detalhado no item “4.2.3 Mapas mentais e conceituais”). O formato de armazenagem da informação básico é o próprio mapa, porém, para que ela possa ser transportada para etapas posteriores é proposto o formato mostrado na Tabela 26.

Tabela 26 – Modelo de armazenagem das informações da fase 1: mapa mental

Nível	Ideia	Outras relações	Importância (0 a 10)
1	Ideia central		Não se aplica
1.1	Ideia 1		Nota atribuída pelo grupo
1.1.1	Ideia 2		Nota atribuída pelo grupo
1.1.1.1	Ideia 3		Nota atribuída pelo grupo
Etc.	Etc.		Nota atribuída pelo grupo

Na Tabela 26, são identificados os níveis e relacionamentos entre as ideias e foi criada uma coluna na qual é dada uma nota pelo grupo, apontando os consensos com relação aos caminhos preferíveis a seguir. Quanto maior a nota atribuída pelo grupo, maior a materialidade da ideia, ou seja, a possibilidade de que ela direcione uma solução. Claro que isoladamente e fora de um contexto, a tabela não faz sentido, mas, dentro de um projeto, este recurso é usado empiricamente. Note-se que no mapa mental, usualmente, não se documenta tais preferências através de notas.

Há aplicativos diversos que podem gerar, a partir de um mapa mental desenhado, uma tabela (e vice-versa, por exemplo, gerando-se um mapa a partir de uma planilha em Excel), porém, neste trabalho, pretende-se apenas tratar do modelo em si e não da eventual automação do mesmo, até porque, a construção do mapa mental em quadros e com uso de “Post-it®” permite uma maior liberdade de constantes alterações ao longo do processo como um todo. Propõe-se o uso de planilhas (ou mesmo tabelas em papel), passíveis de serem alteradas até o momento em que se iniciar o uso da ferramenta seguinte (ou em outras iterações na espiral de projeto).

Nos levantamentos que envolvem **estudos de mercado, patentes, estatísticas e concorrentes (2 na Figura 37)**, o tipo de informação coletada é bastante diversificado: tabelas comparativas, mapas, figuras, gráficos, etc. Este material depende muito do contexto do problema, e, uma tentativa de normatizar as informações todas é, em um primeiro momento, algo talvez não muito produtivo. Destaca-se, porém, que o ponto de

partida para estes levantamentos é a discussão do mapa mental, e, tomando-se principalmente as ideias mais bem avaliadas (Tabela 26), reduz-se bastante o escopo das pesquisas nesta fase. É importante que outras ideias também sejam melhor estudadas, pois, muitas vezes, ideias boas para a solução de um problema podem não ser viáveis no mercado. Nesta fase, portanto, há um alinhamento dos interesses do usuário e dos investidores. A informação originada nesta fase é, também, retroalimentada na fase de planejamento do PDP, dando subsídios a áreas como planejamento estratégico, marketing e logística.

Retomando a questão da divergência / convergência, ao final desta etapa completa-se um ciclo, pois enquanto no mapa mental surgem inúmeras possibilidades, na avaliação de mercado ocorre um filtro com base em critérios de viabilidade.

Na ferramenta seguinte, o levantamento dos **requisitos do usuário (3 na Figura 37)**, utilizando-se a engenharia do valor, parte-se, portanto, das opções mais viáveis em termos de mercado para explorar os requisitos. Caso o grupo julgue haver mais que uma, pode ser feito mais que um levantamento, tendo como ideia central os produtos alvos dos estudos de mercado, patentes, estatísticas e concorrentes. Retoma-se então o conteúdo do mapa mental (Tabela 26) apenas para os ramos que foram desdobrados na pesquisa, e, é aplicada a metodologia da engenharia do valor.

Para elaborar a Tabela 27, são utilizadas apenas as ideias obtidas na Tabela 26 que se mostraram mais viáveis após as pesquisas, ou seja, que apresentam, preliminarmente, maior potencial de mercado, melhores possibilidades de exploração logística (recursos, equipamentos, mão de obra, etc.), bem como um melhor posicionamento perante possíveis concorrentes. Por isso, na primeira coluna da Tabela 27, aparecem como “opções” e não como ideias, conforme dispostas na Tabela 26.

Tabela 27 – Modelo de armazenagem das informações da fase 3: requisitos do usuário

Área/Produto	Funções	Classificação das funções		
		Primário(P)/ Secundário(S)	de Uso(U)/ de Estima(E)	Necessária(N)/ Irrelevante(I)/ Desnecessária(D)
Opção 1	Função 1.1	P		
	Função 1.2	S		
	...	S		
	...	S		
	...	S		
	Função 1.n	S		
Opção 2	Função 2.1	P		
	Função 2.2	S		
	...	S		
	...	S		
	...	S		
	Função 2.n	S		

Nesta etapa, ocorre, portanto, uma convergência em termos das necessidades relativas ao problema e representadas por noções iniciais de um produto, bem como um detalhamento das opções, desdobrando-as em funções. Neste processo, podem ser identificadas funções tão ou mais relevantes do que as descritas como principais, e o grupo deve classificá-las de modo a deixar isto explícito.

Adentrando na metodologia do “design thinking”, na fase de “criar empatia”, utiliza-se as ferramentas de **entrevistas com os usuários, a “persona” e o “storytelling” (4 na Figura 37)**, ambas com o intuito de validar as opções junto aos usuários, segundo as técnicas descritas no item “Etapa de entrevistas com usuários” (ver Apêndice C). Neste caso, não se trata de uma etapa divergente ou convergente em termos de ideias ou conceitos, mas os subsídios aqui coletados podem apontar tanto para uma diversificação da opção inicial quanto para uma consolidação de conceitos iniciais. É importante não deixar que nesse momento o grupo tente validar ideias preconcebidas, mas que utilize as informações na etapa seguinte (“brainstorm”), esta sim, de caráter de divergência. A proposta básica trata de principalmente observar os usuários em sua relação com o objeto de estudo, evitando citar nominalmente qual é este, mas nas entrevistas (conversas), traçar um roteiro baseado na ideia central do mapa mental, sem forçar direcionamentos.

A proposta de modelo de armazenamento das informações nesta etapa abrange dois formatos distintos: o mostrado na Tabela 28, referente às observações, na qual as impressões após as observações e entrevistas são resumidas e o mostrado na Tabela 29, que compila a informação obtida através da utilização do mapa de empatia. A “persona” identificada (ou criada) utiliza o mesmo modelo proposto na Tabela 29, porém, cabe destaca-la, utilizando, por exemplo, uma aba distinta em um arquivo em Excel (caso se opte

por esta ferramenta). E, finalmente, o “storytelling” definido pelo grupo também é assinalado em destaque.

Haverá tantos grupos de usuários entrevistados, mapas de empatia, “personas”, e “storytellings” quantas forem as opções a serem desenvolvidas pelo grupo, resultando em esforços multiplicados, que na prática geram subprojetos distintos a serem gerenciados, portanto, para efeito desta tese, será considerado que apenas uma opção será desenvolvida por vez. Nas dinâmicas em sala de aula, foi proposto que cada grupo escolhesse dentre as opções a que parecia mais viável em princípio.

Tabela 28 – Modelo para armazenamento de dados coletados em entrevistas com usuários

Usuário	Demografia / Etnografia	Impressões	Respostas
Usuário 1			
Usuário 2			
...			
...			
Usuário N			

Na Tabela 28, na coluna “usuário”, é identificada através de um nome (fictício ou não) a pessoa que foi observada e entrevistada; na segunda coluna, são informados (quando relevante), idade, sexo, local onde mora ou trabalha, preferências (específicas para o objeto de estudo), etc. Na coluna de impressões, são assinalados fatos ou comportamentos do usuário que de alguma forma se relacionam ao objeto de estudo, como por exemplo, coisas corriqueiras que ele faz ou dificuldades/habilidades percebidas, dentre outras. As respostas (sempre acompanhadas das perguntas que as geraram) também devem observar o contexto do objeto em estudo.

A Tabela 29 é obtida a partir do mapa de empatia, que, como no caso do mapa mental, deve, ser montado, preferencialmente, utilizando-se “Post-it®” sobre um quadro amplo que pode ser alterado até o final das observações, para que a ferramenta seja mais efetiva.

Tabela 29 – Modelo para armazenamento dos dados coletados no mapa de empatia

O que...			Quais são suas...		
Pensa / sente?	Ouve?	Vê?	Fala e Faz?	Dores?	Necessidades?

No formato em tabela, não se perde conteúdo, e, é possível parear informações de diversos usuários bem como organizar e preservar melhor a informação.

Antes do início da etapa seguinte, propõe-se ainda, a elaboração de uma tabela síntese (Tabela 30), assinalando aquelas observações que potencialmente são “insights”, e classificando-as através de conceitos ou notas.

Tabela 30 – Modelo de tabela de “insights” após observação e entrevistas com usuários

“Insight”	Descrição	Contexto	Nota ou conceito
1	Descrição do comportamento observado	Condicionantes do momento ou circunstâncias específicas	Análises e observações feitas pelos entrevistadores
...			
...			
...			
N			

Esta tabela é uma referência a ser lida no momento em que se der início ao “brainstorm”, não como uma peça restritiva, mas como um balizador, juntamente com as demais informações coletadas até o momento. Desta forma, é possível propor, por exemplo, que o grupo que atuar no “brainstorm”, não seja necessariamente o mesmo que atuou nas fases anteriores, até porque, parte-se do princípio que há pessoas mais hábeis na coleta e análise de informações e pessoas mais hábeis na criação, e assim sucessivamente.

No “**brainstorm**” (5 na Figura 37), ocorre a exploração dos “insights” no direcionamento verificado nos estudos de mercado e dentro de parâmetros de requisitos levantados ao longo da etapa de utilização da engenharia do valor. Esta etapa, conforme descrito no item “7.2.1 Características da divergência na geração de soluções no DT”, enquadra-se numa fase de divergência, e as ideias, ainda que surgidas de modo a evitar a censura ou preconceito, agregam uma maior tangibilidade, ou seja, os conceitos iniciais começam a tomar forma, com propostas de mecanismos, formas, materiais, etc. No início do “brainstorm”, sugere-se a leitura sequencial das tabelas obtidas nas etapas precedentes, com ênfase nos “insights” (Tabela 30).

Ao final da etapa, as ideias são tabeladas (Tabela 31), e, similarmente ao caso do mapa mental, são atribuídas notas ou conceitos, e as ideias são classificadas em ordem descendente de notas (eventualmente utilizando uma matriz de decisão). Desta forma, o grupo de desenvolvimento pode, mais facilmente, decidir por onde começar a prototipar.

Tabela 31 – Modelo de armazenagem das informações da fase 5: “brainstorm”

Ideia	Descrição	Fazer protótipo?	Importância
1	Descrição 1	Sim ou não	Nota de 0 a 10
Etc.			
N	Descrição N		

A prototipação está, nesta proposta, incluída na fase do “brainstorm”, uma vez que há uma iteratividade grande nas duas fases. Considera-se, assim, que a prototipação é parte fundamental no processo criativo e representa a materialização de ideias ou partes de ideias. O grupo decide – utilizando a Tabela 31 – quais ideias ou quais partes de ideias serão prototipadas para que sejam melhor compreendidas, analisadas e testadas. Eventualmente, o que será prototipado é uma textura, um encaixe, um som e assim por diante. Há, portanto, inúmeros testes ao longo da prototipação, nos quais o grupo verifica a viabilidade de ideias, sugere correções ou novas ideias e volta frequentemente às etapas anteriores, revisando e complementando as tabelas.

O **teste**, conforme item 6 da Figura 37, é a submissão das ideias ao crivo dos usuários. É importante que não se percam detalhes e muito menos sejam ocultados aos olhos dos usuários que irão testar o produto que está sendo desenvolvido. Desta forma, é proposta a criação de uma tabela (Tabela 32) que conterá os protótipos feitos na etapa do “brainstorm” e a indicação se ele será utilizado nos testes, e, mais importante, para os usuários que farão os testes, a ideia precisa ser completa, e não fragmentada, como na etapa anterior. Propõe-se então um “protótipo de conjunto” que deve demonstrar as principais ideias de modo compreensível no contexto do usuário, e protótipos auxiliares (aqueles gerados na fase do “brainstorm”) para elucidar detalhes.

Tabela 32 – Modelo de armazenagem das informações sobre protótipos para os testes

Ideia	Protótipo	Parte do conjunto	Testar com usuário?
1	Descrição do protótipo 1	Todo ou parte (qual)	Sim ou não
2	...	...	...
3	...	...	...
...	...	...	...
N	Descrição do protótipo N	Todo ou parte (qual)	Sim ou não

Alguns dos protótipos que aparecem na Tabela 32 podem não ser testados pelos usuários, uma vez que foram feitos apenas para que o grupo de desenvolvimento pudesse elaborar melhor a ideia. Também pode ocorrer de uma ideia proposta na etapa do “brainstorm” gerar vários protótipos, e, neste caso, o teste pode ser feito com um escolhido ou com vários deles. Há uma grande variedade de testes que podem ser elaborados e aplicados, e as respostas ou reações aos testes podem ser muito diversas daquelas supostas pelo grupo, inclusive gerando novas ideias e propiciando a volta a etapas anteriores, dentro da recursividade intrínseca da metodologia do “design thinking”.

É fundamental elaborar um roteiro de cada teste (pode haver vários tipos a serem aplicados com usuários com diferentes perfis ou com um mesmo usuário), indicando como será apresentada a ideia, quais as formas de interação produto / usuário, e como serão coletadas as reações. O ambiente do teste, envolvendo espaço, relacionamento pessoal, tempo, etc. deve observar a maior proximidade possível com o contexto real de utilização do produto, deixando o usuário que fará o teste livre e à vontade, sem que suas reações sejam direcionadas ou sugeridas.

A tabulação das informações pode conter relatos gravados, em vídeos, em questionários ou esquemas, por exemplo. Como síntese da etapa é proposta a Tabela 33, que armazena dados básicos e direciona para os detalhes de cada teste.

Tabela 33 – Modelo de armazenagem das informações sobre os testes

Usuário	Roteiro de teste	Avaliação da reação	“Insights”
1	Teste 1	...	...
1	Teste 2	...	...
2	Teste 2	...	...
...	...	...	...
N	Teste N	...	...

Num segundo momento, o grupo analisará os resultados e fará uma complementação da Tabela 33, contendo os “insights” classificados conforme a importância (Tabela 34).

Tabela 34 – “Insights” provenientes dos testes

“Insight”	Classificação
Descrição do “insight” 1	Atribuir pontuação
Descrição do “insight” 2	Atribuir pontuação
Descrição do “insight” 3	Atribuir pontuação
...	...
Descrição do “insight” N	Atribuir pontuação

Com base nos “insights” da Tabela 34, o grupo decidirá quais ideias devem ser mudadas, complementadas, excluídas, etc. Caso, após algumas iterações, não haja “insights” significativos, o grupo escolherá a solução que teve melhor aceitação, fará a especificação formal do produto, contendo desenhos, esquemas, componentes, etc., e, passará para a etapa final, de análise do valor.

A **análise do valor**, conforme descrito no capítulo “6 Análise e engenharia do valor”, pressupõe um produto existente e em produção, que se pretende melhorar em termos de desempenho – principalmente no que tange à relação custo / função. Na proposta da tese, a aplicação da análise do valor neste momento, pretende refinar a especificação do produto escolhido pelo grupo de desenvolvimento como melhor solução. Ao longo da etapa de testes, são constatadas melhores relações entre os componentes intrínsecos do produto, e através desta avaliação, algumas sugestões de melhorias podem ser incorporadas. Com isto, finaliza-se a aplicação da proposta metodológica através da criação de um documento – especificação inicial do produto – a ser direcionado para a fase do PDP de projeto conceitual. A equipe de engenharia, que idealmente também participou das etapas aqui descritas, dará continuidade ao PDP, contando com toda a documentação gerada e com o efetivo envolvimento da equipe que desenvolveu a ideia.

7.6.2 Síntese do fluxo de informações

Considerando as tabelas preenchidas, conforme proposta no item anterior (“7.6.1 Tratamento das informações geradas pelas ferramentas do modelo proposto”), foi elaborado o diagrama mostrado na Figura 38. Neste diagrama, são mostradas as ferramentas, e, nas colunas correspondentes, a informação gerada durante sua utilização.

A partir das informações geradas, são utilizados critérios, e a informação é transferida para a etapa seguinte, como subsídio para o a próxima ferramenta a ser utilizada.

Figura 38 – Fluxo de informações ao longo do modelo proposto

Desta forma, pode ser composto o modelo completo, com a justaposição do modelo consolidado de ferramentas mostrado na Figura 37 e o fluxo de informações ao longo do mesmo, mostrado na Figura 38, ressaltando que as tabelas propostas, são uma complementação, no sentido de facilitar a armazenagem e transporte da informação, sendo, portanto, também parte integrante do modelo proposto.

7.7 Modelo completo

A justaposição da sequência de ferramentas utilizadas no modelo proposto (Figura 37) e do fluxo de informações (Figura 38) corresponde, então, ao modelo proposto completo ilustrado na Figura 39, que se configura como um modelo procedural de escopo localizado (WYNM e CLARKSON, 2018), uma vez que cria um roteiro de aplicação num momento específico dentro do processo de desenvolvimento de produtos, até o final de fase do projeto conceitual e aborda o uso de ferramentas dentro das metodologias propostas.

Através do fluxo de informações, foi possível identificar marcos de passagem de uma etapa (ferramenta) para outra, através dos critérios estabelecidos. Caso um critério não garanta requisitos mínimos em termos de qualidade ou quantidade de informação para que a próxima ferramenta tenha a efetividade necessária, retoma-se a etapa anterior para que seja feita uma nova abordagem, até que seja considerada completa a etapa.

O modelo completo (Figura 39) pode ser visto como um roteiro de aplicação (“roadmap”), sendo levados em consideração alguns aspectos necessários que incluem:

1. a configuração do grupo de desenvolvimento, observando a diversidade em sua formação e a completeza em termos de perfis e de conjunto de conhecimentos dos componentes;
2. o treinamento necessário ou a equalização dos conhecimentos referentes à utilização de cada uma das ferramentas, através de dinâmicas, material didático apropriado, leituras, etc. É importante evitar “vícios” de utilização que eventualmente estejam presentes no grupo, demonstrando a correta aplicação de cada uma das ferramentas, com exemplos simples e claros;
3. a preservação de toda a informação gerada, além da garantia de sua transferência e divulgação entre as distintas fases;
4. a constante observação do foco da etapa, ou seja, se a mesma diz respeito ao aprofundamento da compreensão do problema ou se concerne a uma etapa de solução.

Figura 39 – Modelo proposto completo

5. a prévia exposição do modelo como um todo ao grupo de trabalho, e dos objetivos de sua aplicação, deixando claro a necessidade de alternância nos modos divergente e convergente, visando a ampliação e maximização da atuação dos mecanismos criativos do cérebro humano;
6. a garantia de um ambiente aberto à criação, exploração e análise, contando com infraestrutura coerente com os objetivos do projeto / problema em questão, desde uma ou mais salas com espaço amplo, superfícies de trabalho como quadros magnéticos, lousas, mesas, etc., papel de grandes dimensões para desenvolvimento de mapas, etiquetas adesivas, canetas, lápis e outros equipamentos de suporte gráfico, computadores, acesso à internet, material diverso e ferramentas para a construção de pequenos modelos e protótipos. Tempo e abertura para elaboração de atividades externas, como entrevistas, vivências junto a usuários, pesquisas “in loco” e até mesmo momentos de incubação que naturalmente precedem os “insights” e
7. o problema propriamente dito, ou seja, a razão de ser ou o motivador para o evento do processo de desenvolvimento de produto, podendo ser um problema com escopo mais amplo e aberto, ou algo relativamente mais simples e contido, desde que, sempre tentando explorá-lo de modo abrangente e sem ideias preconcebidas.

A aplicação do modelo, e dos requisitos apontados aqui, será alvo do próximo capítulo, verificando assim, sua validade.

8 VALIDAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Sobre o fato de se desenvolver esta etapa da tese em sala de aula, há de se ressaltar que, ainda que no meio acadêmico isso seja plausível, nem sempre é possível alterar um conteúdo programático para efetivar uma validação. Os alunos esperam que seja cumprida uma pauta pela qual eles se inscreveram na disciplina, e, a menos que previamente acordado entre alunos e direção do programa, nem toda mudança é possível.

Também é importante, que o grupo de alunos seja de um perfil adequado para a validação, e cujos interesses estejam alinhados com a proposta.

Para validar o modelo, foi elaborado um plano de aula, alterando a ementa da disciplina “Vantagem competitiva pelo design”, que é oferecida no programa de MBA do PECE (Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da USP) de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços, no terceiro ciclo de 2018. Esta mesma disciplina foi anteriormente utilizada nas definições de fluxo de informações, conforme descrito no item “7.6 Identificação dos fluxos de informação ao longo do modelo proposto”, e, portanto, já havia passado por uma reformulação, cuja linha mestra, não se afasta do tema central da disciplina, mas, ao contrário, a complementa, qual seja, explorar meios de agregar valor ao produto, dentro do processo de desenvolvimento de produtos, e, com isto, trazer vantagens competitivas tanto no âmbito da empresa quanto para a sociedade, para o usuário e para o meio ambiente.

Quanto ao perfil dos alunos, há uma diversidade razoável, o que é um fator favorável para a validação (ver Tabela 4): são pessoas com formação superior, de diversas áreas, prevalecendo a Engenharia e a Administração. Atuam em empresas ou como autônomos ou mesmo empresários, indo de cargos de nível médio até alta gerência. Quanto às empresas ou ramos em que atuam, há desde bancos, indústrias de manufatura, de projetos, vendas, educacional e consultorias. As idades variam de 25 a 55 anos e há pessoas solteiras, com filhos, de ambos os sexos e com formação cultural variada. As informações sobre esse perfil foram obtidas em uma conversa inicial em sala de aula, e, dela resultou a distribuição dos alunos em 3 (três) grupos de controle, conforme mostrado na Tabela 35, abordando os macro temas: eletrodomésticos, mobilidade e construção civil.

Tabela 35 – Alunos participantes da validação (nomes não divulgados)

Aluno	Formação	Setor	Cargo
Eletrodomésticos			
1	Engenharia de alimentos	Varejo Supermercado	Trainee
2	Ciências econômicas	Financeiro banco	Gerente comercial
3	Engenharia mecânica	Manufatura equipamentos agrícolas	Desenvolvimento de Produtos
4	Engenharia elétrica	Consultoria de RH	Sócio Diretor
5	Comércio exterior	Manufatura equipamentos industriais	Sócio/Gerente de Projetos
6	Engenharia de produção	Manufatura equipamentos diagnósticos	Coordenador Técnico de Produto
7	Engenharia de produção	Manufatura equipamentos diagnósticos	Coordenador de novos negócios
Mobilidade			
1	Administração industrial	Educacional	Auxiliar Administrativo
2	Engenharia mecânica	Educacional	Estudante
3	Sistemas de informação	Financeiro banco	Desenvolvedor
4	Sistemas de informação	Sistemas	Analista de Projetos
5	Administração	Financeiro crédito	Gerente de projetos
Construção Civil			
1	Engenharia de produção	Manufatura indústria automotiva	Engenheiro de Produto
2	Engenharia de controle e automação	Manufatura indústria construção	Planejamento e controle de produção
3	Engenharia mecânica	Consultoria empresarial	Consultor
4	Engenharia de materiais	Manufatura indústria construção	Coordenador

A escolha dos temas baseou-se em dois aspectos: na análise das respostas dos questionários do capítulo “2 Justificativa – Avaliação do estado das empresas que desenvolvem produtos no Brasil”, onde notou-se um potencial de rápida introdução de um possível modelo nos setores **automobilístico** e de **eletrodomésticos**, e, pelo fato de dois alunos trabalharem em uma grande empresa de manufatura de materiais para **construção civil**, fato esse que poderia ser um motivador para um melhor desempenho do grupo na utilização do modelo.

No processo de formação dos grupos, não foi utilizada uma dinâmica específica, mas, apenas tentou-se evitar que houvesse grupos muito homogêneos, com exceção do grupo de construção civil, pelos motivos já expostos. Em uma empresa, idealmente, na formação dos grupos, seriam reunidas pessoas de diferentes áreas, tais como engenharia, vendas,

marketing, planejamento, etc. conforme discutido nos resultados do capítulo “2 Justificativa – Avaliação do estado das empresas que desenvolvem produtos no Brasil”, bem como potenciais clientes, fornecedores, revendedores, e outros parceiros na iniciativa de desenvolvimento de produto.

Não foi criado um grupo de controle por se entender que isto poderia prejudicar um dos grupos, e, por se poder, caso necessário, comparar os resultados com turmas anteriores, nas quais não houve utilização do modelo proposto. Contou-se, ainda, com um aluno monitor (da graduação da Poli), que observou e documentou o trabalho dos grupos sem interferir nas dinâmicas.

Aos grupos, foi exposta a cronologia das aulas, o conteúdo programático e critérios de aprovação. Em nenhum momento foi explicitado que se tratava de uma validação, para evitar algum desvio de comportamento dos grupos no sentido de tentar favorecer ou prejudicar os resultados.

8.1 Aplicação do modelo proposto

O modelo, tal como ilustrado na Figura 39, foi mostrado aos alunos, e as fases foram discutidas de modo resumido. O conteúdo foi distribuído ao longo de 9 sessões semanais de 3:20 horas de duração, utilizando os recursos de infraestrutura fornecidos pelo PECE. O formato das sessões (aulas), normalmente, foi composto por uma primeira metade de exposição teórica, exemplos e mini dinâmicas, sempre referentes à fase correspondente, seguida por uma aplicação da ferramenta introduzida na teoria, ao caso específico de cada grupo de trabalho.

8.1.1 Aplicação das dinâmicas

As dinâmicas foram sempre explicadas em sala de aula, e, na maioria das vezes, também desenvolvidas no mesmo local. Algumas, entretanto, que envolviam entrevistas, pesquisas em internet ou em outras fontes, e outras atividades individuais, foram desempenhadas fora da sala de aula, conforme detalhado a seguir.

8.1.1.1 Apresentação do macro tema e criação do mapa mental

Inicialmente foram propostos os três temas: **eletrodomésticos**, **mobilidade** e **construção civil**, feita uma breve preleção sobre os objetivos, enfatizando-se o fato de que, no princípio, os temas deveriam ser vistos como “problemas”, e não como objetos, releituras, melhorias de soluções, etc. O mapa mental foi, então, apresentado como um meio de se lidar com

ideias, com ligações semânticas, e que divergem radialmente, aumentando a amplitude de recorte do problema.

Os grupos, munidos de canetas e de papel adesivo (“Post-it®”), elaboraram, então, seus mapas mentais. Os mapas resultantes foram fotografados, e, fora da aula, cada aluno elaborou sua própria versão, baseado na discussão em conjunto, e, finalmente, no início da aula seguinte, foi definido o mapa mental da equipe (inicial), tabulado nos moldes da Tabela 26, cujos resultados são mostrados integralmente no Apêndice D (Tabela 47, Tabela 48 e Tabela 49).

Os grupos atribuíram notas às ideias que poderiam, possivelmente, direcionar um caminho de solução, seja pela materialidade do conceito, pela possibilidade de inovação, potencial de mercado, etc.

Com as três fases: discussão em grupo, releitura individual e refinamento em grupo, procurou-se dar maior robustez ao uso da ferramenta. No entanto, conforme ilustrado na Figura 40, o resultado morfológico diferiu de grupo para grupo, indicando alguns desvios na aplicação da ferramenta, e, no caso do grupo sobre mobilidade, foi solicitada uma nova versão, após orientação.

Figura 40 – Morfologia dos mapas mentais resultantes

Nota: a cor preta representa a ideia central e os tons de cinza a nota dada pelo grupo – quanto mais intenso, maior a nota.

Este evento caracterizou claramente o ponto de controle entre uma ferramenta e a próxima, tendo em vista que, num primeiro momento, não foram atingidos requisitos mínimos. Outro aspecto que suscitou uma nova rodada, foi com relação às notas atribuídas às ideias (em tonalidades de cinza na Figura 40): algumas vezes as ideias não traziam materialidade suficiente e noutras, havia pouca distinção em função de ter havido uma grande quantidade de notas muito altas atribuídas pelo grupo.

No tocante aos conceitos a que se chegou, muitos eram qualificações – baixo custo, com utilização de internet das coisas, intuitivo, etc. – que, apesar de darem algum direcionamento, não representavam uma solução material muito clara. Outros, caracterizavam mais serviços do que produtos – app “olhos virtuais” e cão guia –, e, uma premissa colocada nos objetivos, era de que a solução deveria ser representada por um produto. Assim sendo, os grupos reuniram-se brevemente e definiram, novamente, quais potenciais caminhos seriam explorados na etapa seguinte.

8.1.1.2 Estudos de mercado, patentes, estatísticas e concorrentes

Com os subsídios das discussões dos grupos, a partir da elaboração do mapa mental, foram definidos tópicos para pesquisa de mercado, patentes, estatísticas e concorrentes. Esta atividade relaciona-se com áreas como marketing e planejamento estratégico em uma empresa. Na Tabela 36, são mostradas as definições de cada grupo para a elaboração das pesquisas.

Tabela 36 – Síntese da definição dos macro temas (problemas) abordados pelos grupos

	Eletrodomésticos	Mobilidade	Construção civil
Macro tema (problema a ser explorado)	Cuidados com higiene das roupas	Transporte individual e autonomia do usuário	Higiene corporal, conforto térmico e lazer
Subtópicos para pesquisa	Cabides para roupas, integração por aplicativo (IoT), máquina de lavar roupas, controle de peso em máquinas de lavar, máquina de lavar com compartimentos separadores de roupas	Aplicativo para carros compartilhados, carro elétrico, minicarro, cadeira de rodas para terrenos acidentados e aclives	Chuveiro com reaproveitamento de água, chuveiro terapêutico, sauna residencial e sauna para clubes

Na segunda sessão, foram mostradas algumas ferramentas para que tal pesquisa fosse feita, incluindo a pesquisa na internet de patentes, utilizando sites como: Escritório de patentes do Brasil: Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI): <http://www.inpi.gov.br>, Escritório de patentes dos Estados Unidos: United State Patent and trademark Office (USPO): <http://www.uspto.gov/>, Escritório de patentes da Europa: European Patent Office (EPO): <http://www.epo.org> e Google patentes: <https://www.google.com/?tbn=pts>.

Com relação aos concorrentes, foi sugerido que os alunos pesquisassem em órgãos de associações de empresas ou setoriais, ou mesmo em sites de fabricantes diversos, para compreender o cenário preliminarmente.

Para a abordagem do mercado, foi proposta uma exploração de sites de informação pública, baseado no roteiro do livro sobre uso de portais de informação pública (KAMINSKI, P. C.;

VIZIOLI, R, 2015), utilizando, principalmente, os portais: dados demográficos no Brasil: INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais: <http://www.inde.gov.br/>, dados demográficos no Brasil: IBGE – <http://www.ibge.gov.br/home/>, dados sobre economia, produção, emprego, vocação: Data Viva: <http://dataviva.info/> e dados sobre comércio exterior e transporte de mercadorias: Alice Web: <http://aliceweb.mdic.gov.br/>.

Os alunos dividiram entre si os subtópicos mostrados na Tabela 36 e cada um obteve o máximo possível de informações, tendo como objetivo a prospecção de oportunidades mais viáveis ao contexto ao qual se aplica a resolução do problema.

Nesta etapa, não houve uma tabulação das informações coletadas, devido à natureza mais variada de formatos, porém, agregou-se aos conceitos do mapa mental, uma noção mais concreta sobre o problema.

8.1.1.3 Identificação das funções requeridas pelo usuário

Para que fosse possível o uso desta ferramenta, foi explicada a utilização da análise e engenharia do valor, com ênfase na definição dos requisitos do usuário. Cada grupo elegeu, baseados nos dados levantados através das ferramentas utilizadas anteriormente, uma macro função, representada por um objeto, conforme mostrado na Tabela 37.

Tabela 37 – Escolha de temas para a exploração das funções requeridas pelos usuários

	Eletrodomésticos	Mobilidade	Construção civil
Temas para exploração das funções requeridas	Cafeteira, ferro de passar e máquina de lavar roupas	App de carros elétricos	Equipamento para aquecimento de ambientes e adaptador de chuveiro para sauna à vapor

No Apêndice D (Tabela 50, Tabela 51 e Tabela 52), é mostrado o resultado já tabulado da aplicação da ferramenta para os três grupos.

Novamente, houve, no caso do grupo de mobilidade, um desvio dos objetivos iniciais, uma vez se optou por um serviço e não por um produto, conforme proposto no início das atividades. Ainda que, ao longo da utilização da ferramenta, tenha sido dada a orientação, o grupo preferiu seguir este caminho e justificar-se no que eles chamaram de “parte física” do serviço. Também houve erros conceituais quanto à utilização da ferramenta: no grupo sobre construção civil, várias funções para um mesmo “objeto” foram identificadas como principais, e, o grupo de mobilidade, identificou uma função de “transportar pessoas” como sendo a principal para um “App” (aplicativo para uso em celular), algo que não parece coerente para um aplicativo: poderia ser algo como “facilitar transporte”.

Ambos os grupos foram orientados e efetuaram revisões, alterando as tabelas e classificando as funções para utilização dos dados nas fases posteriores.

8.1.1.4 Entrevistas com usuários, “persona” e “storytelling”

Conhecendo – ou pressupondo – algumas das necessidades dos usuários, partiu-se para um aprofundamento, também conhecido como “imersão”, do relacionamento com o usuário; aquele que se relaciona com o problema em questão, e, para quem as soluções se destinam.

Esta etapa foi bastante longa, pois entende-se que, um dos principais elementos no desenvolvimento de um produto, senão o principal, é o usuário. As atividades foram então designadas como:

1. reunião no grupo para criar um esboço de entrevista: aberta, sem questões diretas sobre o problema específico, tentando conhecer mais sobre a pessoa do que sobre o problema;
2. no mínimo 2 entrevistas individuais com pessoas de outro grupo;
3. no mínimo 2 entrevistas individuais com pessoas fora da sala de aula (conhecidos, vizinhos, parentes distantes, etc.), preferencialmente pessoas que se enquadram como nos extremos comportamentais ou tipológicos do usuário médio identificado, elaborando mapas de empatia (ver Figura 26);
4. criação, individualmente, de uma “persona” e de um “storytelling”, baseando-se nas entrevistas realizadas, e,
5. reunião em grupo para o compartilhamento das experiências das entrevistas e criação de uma “persona” e um “storytelling” para o grupo.

Desta forma, os alunos interagiram com no mínimo 4 usuários, e, conheceram as interações vivenciadas pelos demais integrantes do grupo, proporcionando visões mais diversas sobre o problema, diferentes, na maioria das vezes, de suas próprias visões. As “personas”, montadas em mapas e utilizando “Post-it®”, foram transcritas em tabelas que podem ser vistas no Apêndice D (Tabela 53, Tabela 54 e Tabela 55).

Os alunos também identificaram “insights” a partir das entrevistas, que inspiraram ideias na utilização da ferramenta “brainstorm”. Finalmente, cada grupo criou um “storytelling” baseado na “persona”, conforme segue:

Grupo de eletrodomésticos: “Vamos viver nossos sonhos, temos tão pouco tempo... para lavar roupas”.

Grupo de mobilidade: “Esmeralda é uma jovem de 32 anos que é cadeirante, pois sofreu um acidente quando tinha 16 anos. Ela namora, mas não é casada, e mora sozinha. Possui formação superior e trabalha em uma multinacional. Gosta muito de sair para se divertir, porém não sai tanto, porque nem todos os lugares são acessíveis”.

Grupo de construção civil: “Mário é um homem de 45 anos, que mora em um grande centro urbano e, recentemente, começou a sentir o peso da idade. Sofre com problemas respiratórios. Ele se preocupa com a saúde e usa muitos remédios, além de fazer vários tratamentos médicos, porém, pela falta de tempo e dinheiro, ele acha que não pode ser de fato saudável”.

Apesar de se ter deixado claro o caráter do “storytelling”, os grupos acabaram fazendo descrições extensas e que não acrescentam muito ao que foi definido nas “personas” (Apêndice D). Apenas um grupo (eletrodomésticos) conseguiu fazer uma síntese que imprime algum caráter ao personagem criado. Os grupos foram comunicados sobre isto, mas não foi pedido que a tarefa fosse refeita, pois entendeu-se que o objetivo principal, que era o de conhecer o usuário e suas necessidades, foi atingido.

8.1.1.5 “Brainstorm”

O uso da ferramenta “brainstorm” foi precedido de um exercício feito em casa que consistiu de uma análise individual, correspondendo a um momento de incubação, no qual, cada aluno percorreu, em uma página, sobre como poderia ajudar as pessoas – de modo genérico – através de alguma solução ao problema com o qual estava lidando. Não se tratou, portanto, da geração de ideias, mas de uma reflexão, considerando todas as informações obtidas até aquele instante.

O “brainstorm”, propriamente dito, foi explicado em sala de aula e propôs-se que, inicialmente, cada aluno, escrevesse em um papel, ideias, sem a interferência do restante do grupo (correspondendo a uma etapa inicial de “brainwrite”). Em seguida, os grupos se reuniram e consolidaram as ideias, gerando novas e agrupando-as, conforme mostrado na foto da Figura 41.

A dinâmica feita em pé, estimulou a participação mais ativa dos integrantes dos grupos, mas, ainda assim, constatou-se que, pela natureza humana, alguns são mais ávidos a

contribuir, enquanto outros são mais reclusos. Para contornar esta situação, foi proposta uma alternância, onde, obrigatoriamente, todos deveriam opinar e acrescentar ideias.

Figura 41 – Foto da dinâmica do "brainstorm"

Foi feito um rodízio de um integrante por grupo, que, após analisar as ideias, também opinou em outro grupo. Este recurso pode ser utilizado em dinâmicas em empresas, e busca trazer um “olhar externo”, sem os vícios do grupo original.

Finalmente, os grupos consolidaram as ideias e tabularam conforme mostrado no Apêndice D (Tabela 56, Tabela 57 e Tabela 58), e, em síntese, as ideias são quantificadas na Tabela 38.

Tabela 38 – Síntese da aplicação do “brainstorm”

	Eletrodomésticos	Mobilidade	Construção civil
Ideias	8	27	21
Consideradas boas	6	6	6
A serem prototipadas	4	4	1
Protótipo a ser elaborado	Máquina de lavar com diferentes compartimentos de lavagem, dosador de produtos de limpeza, conectada a aplicativo	Pulseira com emissão de pulsos para deficientes visuais terem informações sobre trajetos	Secador de corpo para box de banheiros

O grupo de eletrodomésticos gerou poucas ideias comparativamente, e detalhou o objeto “máquina de lavar” e suas características. Os grupos de mobilidade e de construção civil geraram mais ideias, e mais variadas. Com relação à qualidade, medida pelas notas

atribuídas pelos grupos às ideias, nos três grupos, considerou-se 6 ideias boas, e destas, cada grupo optou por desenvolver um protótipo. Na Tabela 38, aparecem 4 ideias a serem prototipadas, nos grupos de eletrodomésticos e de mobilidade, porém, as ideias estão contidas em um único protótipo, como será visto no próximo item.

8.1.1.6 Prototipação e teste

Com material trazido pelos grupos, algumas sobras e recicláveis, além de adesivos diversos, prendedores e ferramentas básicas, foram construídos, em sala, os protótipos para testes, conforme mostrado na Tabela 39 e cujos resultados correspondem às ilustrações da Figura 42.

Tabela 39 – Informações sobre os protótipos criados pelos grupos

Grupo	Protótipo	Parte do conjunto	Testar com usuário?
Eletrodomésticos	Máquina de lavar com compartimentos para roupas diferentes	Conjunto	Sim
	“Dispensers” dosadores de produtos de lavagem de roupas	Detalhe da máquina	Sim
Mobilidade	App “olhos virtuais”	Aplicativo	Sim
	Pulseira inteligente	Dispositivo que emite vibração em diferentes frequências	Sim
Construção civil	Secador de corpo	Conjunto	Sim

Os grupos foram incentivados a não abrirem mão de ideias caso sentissem dificuldade em fazê-las compreensíveis através dos protótipos. Caso não fosse possível elaborar minimamente o protótipo, as ideias poderiam ser explicadas ou descritas por fluxos e ilustrações.

Como o grupo sobre mobilidade optou por uma solução fortemente baseada em serviços, acabou incorrendo nesta situação, e o teste do protótipo foi muito mais com base em explicações sobre as diversas funcionalidades do que na percepção tátil de um produto.

Os demais grupos apresentaram protótipos, com inúmeros detalhes que traziam à tona as funcionalidades que os grupos desejavam expressar.

Figura 42 – Protótipos utilizados nos testes: máquina de lavar, dispositivo de vibração e ilustração de sistema viário e secador de corpo de parede

Nos testes, foi pedido que, inicialmente, não se dissesse nada a respeito da solução proposta, e as pessoas que testaram – no caso, integrantes dos demais grupos – tiveram que intuir, a partir da percepção visual e tátil, o que cada solução propunha.

Observando as imagens da Figura 42, a primeira delas mostra o protótipo da morfologia simplificada de uma máquina de lavar com dois compartimentos distintos para tipos diferentes de roupas. Também ficou claro que havia compartimentos independentes para que os produtos de limpeza pudessem ser armazenados e dosados, e, internamente havia mangueiras que interligavam os compartimentos, propondo que a água de um dos compartimentos pudesse ser reutilizada no outro. Além disso, foi adicionado um painel de controles (bastante complexo). A segunda imagem, representa um dispositivo emissor de vibrações (ilustrado por um brinquedo “localizador de Pokémons”, que vibra sempre que surge um desses personagens). Com um mapa de suporte, os integrantes do grupo descreveram a funcionalidade da solução, cujo dispositivo vibra em diferentes frequências e intensidades alertando usuários portadores de deficiência visual sobre esquinas, semáforos, ônibus e outros elementos relacionados à locomoção em centros urbanos. A terceira imagem, trouxe um modelo em escala real, composto por três partes que representam dispersores de ar quente e uma central de controle com botões analógicos.

Com exceção do grupo de mobilidade, as outras soluções foram facilmente identificadas e isso possibilitou uma interação bastante apurada ao longo dos testes. Cada teste durou cerca de dez minutos, e foram preenchidos questionários com as impressões individuais,

além de anotadas as impressões que os grupos percebiam. Ao final, foram sintetizados os “insights” resultantes dos testes (cuja íntegra é apresentada no Apêndice D, na Tabela 59, Tabela 60 e Tabela 61), informações que poderiam, em uma iteração, resultar em alterações nas soluções propostas. Isto, no entanto, não foi feito, em função das limitações de tempo do curso.

8.1.1.7 Identificação das funções intrínsecas do produto

A identificação das funções intrínsecas do produto fez com que os grupos identificassem as partes componentes das soluções propostas. Com a utilização desta ferramenta, ficou mais clara a noção de custo das partes, eventuais dificuldades de montagem, e a própria viabilidade física da solução.

A análise foi feita na última sessão de trabalhos, após a apresentação final. Os grupos discutiram com base nos protótipos apresentados e nas propostas de alteração resultantes da fase de testes, e geraram tabelas que são mostradas na íntegra no Apêndice D (Tabela 62, Tabela 63 e Tabela 64).

Não foi exigido rigor na estimativa de custos, mas apenas um breve exercício de decomposição do produto resultante da solução proposta.

8.1.2 Análise dos resultados

Conforme visto nos itens anteriores, o uso das ferramentas pressupõe a construção de um percurso, representado pelo modelo como um todo. Individualmente, algumas das ferramentas demonstraram algumas fragilidades ou ineficiências, porém, quando em conjunto, contribuíram no resultado final, ainda que sendo revisitadas, reforçando a ideia de iteratividade.

Como exemplo de fragilidade, logo na utilização da primeira ferramenta, o mapa mental, foi possível verificar como a pouca familiaridade com a ferramenta pode gerar vieses, conforme fica claro na Figura 40. No caso ilustrado, percebeu-se que, um dos grupos, o dos eletrodomésticos, explorou a radialidade do mapa mental, porém reteve-se na superficialidade de apenas dois níveis radiais. Em contrapartida, o grupo de mobilidade definiu uma linha de desenvolvimento de ideias em uma única direção, aprofundando-a até chegar a um conceito que, provavelmente, já estava predefinido, apenas fazendo as ligações semânticas até conectar a ideia central a ele. Comparar os três mapas da Figura 40 e discuti-los em sala, acabou por esclarecer estes aspectos e fazer com que os grupos entendessem melhor o uso da ferramenta, tirando maior proveito da mesma.

O uso da ferramenta 3 (Identificação das funções requeridas pelos usuários), mostrou, conforme previsível, que grupos com algum conhecimento sobre engenharia e análise do valor, desempenharam com maior facilidade a fase, porém, de modo geral, na análise dos próprios participantes, esta etapa permite uma melhor compreensão do problema, na medida em que o torna mais mensurável, mais material. Não foi feita restrição quanto à inclusão de novos “objetos” nesta fase, além dos identificados com o mapa mental e estudos de mercado, concorrência e patentes, tanto que, o grupo de eletrodomésticos introduziu a cafeteira. O importante, era que fosse mantida uma linha de desenvolvimento entre as ferramentas, e isto foi observado.

A utilização das ferramentas para a criação de empatia com o usuário – entrevistas, mapa de empatia, “persona” e “storytelling” – proporcionou uma melhor compreensão do problema. Notou-se nos comentários e descrições dos participantes, que esta etapa acrescenta um mecanismo pouco utilizado no meio empresarial. Normalmente, no relato dos participantes, esta etapa é restrita às áreas de marketing, que, muitas vezes buscam informações em clínicas com clientes, estatísticas de mercado ou médias históricas. O confronto direto com um possível usuário permitiu o rompimento de algumas barreiras de ideias pré-concebidas, na visão dos participantes.

O “brainstorm” trouxe boas ideias, muitas delas já latentes, ao longo da utilização das outras ferramentas. Tentou-se, neste momento, quebrar um pouco o fluxo, introduzindo componentes teóricos como a questão da sustentabilidade ambiental e do design universal, porém, notou-se alguma resistência dos grupos, que talvez, em sua maioria, já haviam escolhido uma solução prévia. Mesmo o rodízio de membros de outros grupos (olhar externo), não surtiu tanto efeito na diversificação das soluções. Houve sim, uma evolução das ideias, e isto ficou claro nas alterações de propostas do grupo sobre mobilidade (mudou de aplicativo de carro elétrico para dispositivo de mobilidade para deficientes visuais) e do grupo sobre construção civil (alterou de aquecedor de ambientes ou sauna, para secador de corpo).

Os grupos demonstraram grande interatividade ao elaborarem os protótipos e testá-los, e, este aspecto, merece destaque, num cenário onde a utilização de recursos virtuais de modelagem e simulação têm substituído a materialidade física. Ao longo dos testes, a quantidade de “insights” foi significativa, e, inúmeras melhorias poderiam ser feitas a partir destes “insights”, conforme foi exposto pelos grupos nas apresentações finais. Como não havia tempo para que isto fosse efetivado, nem se julgou necessário para efeito de validação do modelo, tais propostas de alteração apenas foram citadas.

Com relação à análise de valor, ou identificação das funções intrínsecas do produto, notou-se uma apropriação pelos grupos dos conceitos de componentes, custos (ainda que vagamente estimados) e dos valores das partes dos produtos. Considerou-se essencial esta ferramenta, para que, ao se gerar uma especificação para a área de engenharia – na sequência do PDP –, a proposta já carregue consigo um maior nível de detalhes, deixando de ser apenas um conceito de solução, mas uma versão “zero” do produto a ser efetivamente desenvolvido.

Os resultados foram avaliados ainda, através da aplicação de um questionário aos participantes do curso, com inúmeras perguntas, que estão sumarizadas a seguir. De modo geral, foi verificada uma aprovação em termos do processo, ou aplicação do modelo, e, uma satisfação com o resultado, ou seja, com as soluções propostas. As perguntas feitas tinham respostas com notas de 1 a 5, sempre considerando 1 a pior avaliação e 5, a melhor.

Na Figura 43, referente a questões sobre a “persona”, e aprofundamento da relação do problema com o usuário, a média das notas atribuídas foi de 4 para a questão sobre a clara identificação da “persona” e de 4,21 para a associação da “persona” ao problema descrito.

Nos dois casos, o grupo sobre construção civil teve um conjunto de notas mais baixas, denotando, talvez, uma relutância do grupo em considerar válida a ferramenta.

Figura 43 – Avaliação dos alunos com relação à “persona”

Nota: as notas dadas variam de 1 a 5, e os gráficos mostram as quantidades de notas atribuídas.

Na fase da ideação, utilizando basicamente o “brainstorm”, os alunos avaliaram também positivamente: a média das notas atribuídas foi de 3,93, com 5 notas máximas para o grupo de construção civil, conforme ilustrado no gráfico da Figura 44.

Figura 44 – Avaliação dos alunos com relação à pergunta “Na ideação, o grupo organizou bem as ideias e gerou várias possíveis soluções iniciais?”

Nota: as notas dadas variam de 1 a 5, e os gráficos mostram as quantidades de notas atribuídas.

No que tange aos protótipos e aos testes, são mostradas duas perguntas nos gráficos da Figura 45. Na questão sobre a possibilidade de compreensão da solução através do protótipo, a média das notas foi de 4,03, porém, sobre a eficácia dos testes, a média foi de 3,31 (em função de uma baixa avaliação do grupo sobre mobilidade, por terem optado por uma solução bastante pautada em serviços, cuja representação acabou sendo incompleta).

Na impressão geral, a etapa de testes foi considerada fundamental e isso ficou claro pela quantidade de “insights” gerados, já citados no item “8.1.1.6 Prototipação e teste”.

Figura 45 – Avaliação dos alunos com relação aos protótipos e testes

Nota: as notas dadas variam de 1 a 5, e os gráficos mostram as quantidades de notas atribuídas.

Finalmente, observando duas questões referentes ao resultado, e não mais ao processo, verificou-se que, na avaliação dos alunos, as propostas aparentam ser inovadoras, ou seja,

saem do rol comum das soluções e abordam novas possibilidades, atendendo a anseios e desejos dos usuários que usualmente não são explorados.

Na Figura 46, as questões versam sobre inovação e viabilidade de investimento, e ambas tiveram uma média de 4,03. Todos os grupos tiveram médias próximas, dando a entender que o modelo permite a obtenção de um resultado bastante homogêneo, e que, possíveis deficiências em uma ou outra ferramenta, por parte do grupo, acaba sendo compensada por uma robustez do conjunto de ferramentas.

Figura 46 – Avaliação dos alunos quanto à relevância das propostas de soluções

Nota: as notas dadas variam de 1 a 5, e os gráficos mostram as quantidades de notas atribuídas.

Complementando os tópicos referentes às ferramentas que compõem o modelo, foram feitas ainda duas questões: uma sobre a observância da sustentabilidade e outra sobre a aplicação de conceitos de design universal, ambos, abordados no conteúdo teórico das preleções em sala, e, destacados nos objetivos da tese.

As notas dadas a estas perguntas, mostradas na Figura 47, tem médias 3,52 e 3,93, respectivamente para a questão da sustentabilidade e para a questão sobre a aplicação de conceitos de design universal. Foi notório o melhor desempenho do grupo sobre eletrodomésticos com relação à sustentabilidade, pois a solução previa a reutilização de água de lavagem em ciclos nos distintos tambores, e da própria energia cinética de um tambor impulsionando o outro. No caso do design universal, destacou-se positivamente o grupo sobre mobilidade, tendo em vista que a solução proposta destinava-se prioritariamente a pessoas com algum tipo de dificuldade de locomoção autônoma.

Figura 47 – Avaliação dos alunos quanto às questões ambiental e do design universal

Nota: as notas dadas variam de 1 a 5, e os gráficos mostram as quantidades de notas atribuídas.

Cabe destacar, que o questionário foi preenchido individualmente e eletronicamente, sem que as respostas fossem divulgadas entre os alunos nominalmente. As respostas não tiveram influência nas médias finais dos grupos, para que os alunos não se sentissem tentados a manipularem as notas para favorecerem um ou outro grupo, e, também não houve autoavaliação.

Portanto, sob o prisma dos participantes da validação, considerou-se que o modelo agrega valor ao desenvolvimento de produtos, tanto no processo em si, quanto na solução proposta, e, através das várias entrevistas feitas com os alunos, notou-se que, o fato de se definir um fluxo de informações ao longo da aplicação do modelo, permite uma maior coerência na utilização das ferramentas, individualmente, e, no conjunto.

Como exemplo do percurso completo, a Figura 48 mostra uma síntese do grupo sobre construção civil. Na figura, é possível verificar como as informações fluem de uma fase para outra, agregando novos conteúdos, até que, do problema inicial, se alcance uma solução que será detalhada, nas etapas seguintes do PDP, sob o prisma da engenharia.

Retomando as justificativas da tese (Tabela 5) e os resultados após a validação, a Tabela 40, coloca, lado a lado, as questões ou justificativas iniciais, e, os resultados, mensurados seja através de questionários (item “8.1.2 Análise dos resultados”), de entrevistas individuais com os participantes da validação, ou, por constatação através do material produzido ao longo da aplicação das ferramentas.

Tabela 40 – Comparação entre justificativas e resultados

Justificativas	Resultados
No contexto econômico , questionou-se a necessidade de o produto ser viável para o empreendedor, mas também sob o prisma ambiental, ético e social, e de se ter uma redução de custos na relação custo versus benefícios.	Nas respostas ao questionário da etapa de validação, os participantes atribuíram um alto conceito a estes quesitos, julgando que, sim, as soluções propostas têm potencial de mercado, observam as necessidades de grupos de usuários mapeados ao longo das etapas, e, preocupam-se em atender requisitos de sustentabilidade e design universal. Os grupos preocuparam-se, também, em avaliar projeções de preços de venda (nos questionários na etapa de testes), e pelas estimativas, a relação custo versus benefícios é vantajosa.
No contexto humano , o produto deve atender a requisitos tangíveis (utilização), e, também intangíveis (valores de estima, simbólicos e semânticos).	Alternadamente e em conjunto, os grupos procuraram incluir nas soluções, requisitos de uso (mais claramente nas etapas de AV/EV) e de estima, através da utilização de ferramentas como o mapa de empatia, entendendo as dores e anseios do usuário, a “persona” e o “storytelling”. Tais requisitos estão claros nas soluções propostas pelos grupos.
No contexto geopolítico e social , a utilização dos recursos e da diversidade material e humana de um país é uma preocupação presente nas empresas	Na validação, tomou-se o cuidado de contextualizar o produto como sendo, inicialmente, para usuários no Brasil, porém, considerando que, num dado momento, pudesse haver uma adequação para uma condição global. Os participantes identificaram, então, situações típicas de usuários no Brasil, que pudessem ser extrapoladas para outros mercados, tanto no caso da máquina de lavar, quanto no secador de corpo e no dispositivo de vibração para mobilidade.
No contexto da técnica , o desenvolvimento de produtos deve observar critérios racionais como as funções do produto, o método de fabricação, a automação, etc., mas também, deve considerar fortemente componentes subjetivos e emocionais dos usuários dos produtos	A tangibilidade obtida com o uso da ferramenta de prototipação e teste, aliada a aplicação da etapa de análise de valor, com a identificação de funções intrínsecas do produto, trouxe uma noção de materialidade, técnicas e custos, suficientes para que o resultado pudesse originar uma “especificação de produto”, a ser detalhada na etapa subsequente do PDP. Outros componentes, de apelo subjetivo e emocional, também afloraram ao longo da utilização das ferramentas do modelo, na exploração das fases de divergência e convergência.

Os resultados, ou respostas às questões levantadas nas justificativas, demonstram que, o modelo cobre, de forma abrangente, as preocupações iniciais do trabalho.

8.2 Propostas de alterações no modelo

Dois aspectos importantes foram verificados, e merecem atenção no refinamento do modelo, não influenciando, no entanto, na sequência de ferramentas e nem no modelo de informações: primeiro, a dificuldade em armazenar as informações e fazer as transferências

de uma ferramenta para a seguinte, e, segundo, a importância da correta compreensão das ferramentas para o melhor desempenho do grupo.

O primeiro aspecto foi suprido, ao longo da validação, por um razoável esforço de cadastramento, compilação e divulgação, basicamente manual, utilizando formulários, planilhas e mapas. Possivelmente, uma solução integrada por um banco de dados, desde que, não crie obstáculos de preenchimentos complexos, resolva melhor a questão do fluxo de informações.

Com relação à compreensão das ferramentas, assim como em qualquer modelo, processo ou metodologia, pressupõe-se uma curva de aprendizado. Essa curva aparenta ser muito rápida, levando em conta que, os grupos de controle – os alunos – eram compostos por integrantes que, em muitos dos casos, nunca participaram de um processo de desenvolvimento de produto, e, ainda assim, obtiveram resultados bastante satisfatórios.

Este fato, aproxima a proposta de modelo do conceito que a permeia: de que o usuário tem uma participação efetiva. Isto acaba sendo verdade, ainda que o usuário não tenha um treinamento formal em desenvolvimento de produtos.

Entende-se, portanto, que, conforme os participantes tornem-se familiarizados com as ferramentas, o desempenho deve tender a melhorar, e, tal melhora pode ser mais rápida, se houver treinamentos específicos e bem exemplificados.

9 CONCLUSÕES

Retomando o objetivo principal da tese (item “1.3 Objetivo do trabalho”): **integrar, através de ferramentas e procedimentos, nas fases iniciais do PDP, técnicas de concepção – abordagem e resolução de problemas – que tratem de aspectos subjetivos e emocionais (“design thinking”) e de valores tangíveis e mensuráveis (AV/EV – análise e engenharia do valor), concebendo produtos de maneira centrada no ser humano e que atendam a requisitos globais, em harmonia com o meio ambiente e com custos otimizados**, entende-se que, pela análise dos resultados (soluções propostas pelos grupos), pela sequência de aplicações de ferramentas, com suas interfaces devidamente controladas, e, pelas notas atribuídas no questionário da validação, o objetivo principal foi alcançado.

Com relação aos objetivos derivados do principal, acrescenta-se que: a extensa exploração do **referencial teórico** (Capítulos 3, 4, 5 e 6), incluindo a busca de atualizações até a finalização da validação, contribuiu na estruturação do modelo, cujo formato final derivou, basicamente, da análise das metodologias do “design thinking” e da engenharia e análise do valor isoladamente e integradas ao PDP, e, deste último, como estruturador do modelo. Também, desta exploração, emergiu o conceito de divergência e convergência, embasando a concatenação das ferramentas de modo a potencializar este mecanismo.

A **pesquisa nas empresas** (Capítulo 2) vislumbrou o potencial de utilização do modelo, uma vez que, empresas de grande porte e com estruturas de projeto podem se beneficiar através da visão diversificada, fugindo dos (pre)conceitos clássicos focados principalmente no marketing e na manufatura, e, empresas com estruturas mais simples não têm necessidade de grandes investimentos para usufruírem do modelo, além de contarem com uma maior agilidade.

Na abordagem dos vieses do objetivo principal, a Tabela 41, relaciona, de modo sintético, as avaliações após a validação do modelo.

Tabela 41 – Avaliação dos vieses do objetivo principal da tese

Viés	Avaliação
Ensino	<p>Este foi, certamente, um viés preponderante, e, ao longo do desenvolvimento da tese, em várias ocasiões foram consideradas e implementadas, iniciativas junto aos alunos – principalmente no MBA do PECE, mas também, na graduação do curso de design do Mackenzie.</p> <p>O modelo, em si, estruturou a disciplina de vantagem competitiva pelo design, no PECE, proporcionou uma integração dos temas e deu coesão ao desenvolvimento das soluções propostas pelos alunos.</p>
Usuário	<p>O usuário, na validação, foi representado por pessoas entrevistadas ao longo da aplicação do modelo, mas também, pelos próprios alunos, que se revezaram nesse papel e como desenvolvedores. O fato de, ao utilizarem as ferramentas, terem que se colocar no lugar do usuário, mudou o paradigma deste binômio, integrando os participantes num processo de pensamento mais abrangente, e, sem ideias preconcebidas, aspecto este, talvez, um dos mais difíceis que surgiu, porém, um dos mais reconhecidos, em sua importância, pelos participantes da validação.</p>
Indústria	<p>Tanto através dos questionários respondidos pelas empresas, quanto pelas respostas dos alunos participantes da validação do modelo, constatou-se a aderência da proposta aos interesses e aos requisitos da indústria de manufatura, majoritariamente, a que mais se beneficia de modelos que tragam inovação, e, gerem receitas através de valor agregado aos produtos.</p> <p>A receptividade do modelo foi bastante grande, gerando a confiança de que, uma vez aplicado na indústria, traga benefícios – ressaltando que, no caso do grupo de construção civil, existe a intenção de transformar a proposta do grupo em um produto para o mercado.</p>
Sócio econômico	<p>A diversidade dos grupos mostrou-se fundamental para que, critérios de inclusão e de respeito social e ambiental, fossem amplamente aplicados. Ferramentas como o mapa mental, o mapa de empatia, e o "brainstorm", contribuíram para humanizar as propostas e trazê-las para junto dos interesses do usuário, visto como cidadão consciente.</p>

A análise dos resultados, considerando os vieses descritos na Tabela 41, enfatiza o aspecto educacional, onde, principalmente, a relação divergência e convergência, mostrou-se estruturadora didaticamente, e demonstrou, pela análise ao longo do fluxo informacional, que uma gama variada de soluções surgiu. Com uma maior quantidade de opções, possivelmente, pode-se obter melhores soluções, porém, mais que isto, o fato de proporcionar as divergências, faz com que diferentes possibilidades sejam abordadas, criando-se novas oportunidades.

Sob este prisma, pode-se dizer que há uma sinergia através da utilização conjunta e encadeada das metodologias, resultando em melhor entendimento das ferramentas individualmente, maior aproveitamento das informações geradas e, finalmente, maior gama de oportunidades e de soluções possíveis, com probabilidade maior de que se escolha a melhor solução possível.

9.1 Considerações finais

Foram respondidas as indagações que justificaram a empreitada desta tese, e, os objetivos colocados, foram alcançados. Acrescenta-se, ainda, que, ao longo da pesquisa da tese, algumas produções acadêmicas – já citadas, se originaram, e, agregaram-se como contribuições diretas ou indiretas, destacando-se, a seguir, três delas.

A publicação do artigo “Problem definition as a stimulus to the creative process: analysis of a classroom exercise”, no *Journal of Technology and Science Education* (VIZIOLI e KAMINSKI, 2017), trantando de uma experiência didática voltada à resolução de problemas complexos, o artigo intitulado “Evolução do “design thinking” e suas ferramentas” (VIZIOLI e KAMINSKI, 2014), no VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, que, consolidaram escolhas feitas na tese, e, o livro “Uso de Portais de Informação Pública na Prospecção de Oportunidades de Negócio e no Desenvolvimento de Produtos e Serviços” (KAMINSKI e VIZIOLI, 2015), utilizado na segunda ferramenta do modelo proposto na tese.

Além destas, outras produções também contribuíram e moldaram o teor da pesquisa (HAESER; VIZIOLI e KAMINSKI, 2015; KAMINSKI; VIZIOLI; SOUZA, 2016; KAMINSKI; VIZIOLI, 2015), além de participações em congressos em conjunto com orientados de monografia e iniciação científica.

Inúmeras hipóteses e possíveis caminhos de pesquisas surgiram ao longo do trabalho, como a relação entre a utilização do modelo proposto e a inovação. Verificou-se que, vários fatores corroboram para que uma solução seja considerada uma inovação (disruptiva), e, dentre eles, a natureza do problema (VIZIOLI e KAMINSKI, 2017), que, quanto mais aberto, maiores possibilidades tem de resultar em soluções inovadoras; a composição heterogênia do grupo, com diferentes visões de um mesmo problema; e, o uso de ferramentas adequadas e que promovam o mecanismo de divergência e convergência. Tal mecanismo mostrou-se, ao longo da validação, um catalisador de mudanças na forma de pensar dos integrantes dos grupos, permitindo algumas quebras de paradigmas (que costuma-se chamar de mudança de “mindset” – termo em inglês para “configuração mental”), bem como a ocorrência frequente de “viradas” no raciocínio (ou “pivot”), de modo a incorporar todo um conteúdo já pesquisado em soluções distintas.

A inovação disruptiva não é, porém, um alvo dessa proposta de modelo. O grande alvo é a solução de um problema, e, tal solução pode ser trivial, incremental ou disruptiva, sendo que, a que melhor endereçar o problema analisado é a mais adequada.

Outra questão que surgiu, é a influência do tipo de empresa ou organização que utilizaria o modelo proposto, assunto este citado na validação. Uma avaliação aprofundada desta questão, requer novas pesquisas, porém, há, hoje, uma abertura maior, mesmo em empresas de grande porte, para utilizar modelos menos ortodoxos, ainda que na forma de pilotos. Empresas pequenas, e, principalmente, “startups”, fazem desta prática uma regra, e, setores públicos e governamentais, por vezes auxiliados por organizações não governamentais (ONG), procuram se reinventar diante das novas necessidades cada vez mais complexas.

Desta forma, não aparenta haver uma restrição para a aplicação deste tipo de modelo, mas sim, conforme analisado no capítulo “2 Justificativa – Avaliação do estado das empresas que desenvolvem produtos no Brasil”, uma predisposição ou um maior preparo por parte de alguns setores da indústria.

9.2 Limitações e propostas de trabalhos futuros

Não se considerou que houve limitações de tempo ou recursos, nem que condições político-econômicas pudessem ter restringido o cumprimento de algum dos objetivos. Ao contrário, se houve algum tipo de interferência dessa natureza, foi sempre em favor da busca de novos caminhos e descobertas.

Houve, sim, uma intenção inicial de validar o modelo em uma empresa, mas, com o desenrolar do trabalho, e, após a qualificação, ficou claro que, utilizar a oportunidade de validar o modelo proposto em sala de aula, traria benefícios imediatos e concretos, além de, do ponto de vista metodológico, oferecer a confiabilidade necessária.

Todavia, uma vez validado o modelo, academicamente, torna-se um desdobramento natural, a validação em um caso real, com um escopo, ou natureza do problema, mais fechada. Este tipo de validação possibilita a aplicação de métricas de mercado, como a rentabilidade da solução, o tempo comparado de desenvolvimento do produto, e, principalmente, a percepção de valor, por parte do usuário.

Do ponto de vista de operacionalização do modelo, em uma escala maior, poderia ser pesquisado, elaborado e testado algum mecanismo de automação, principalmente no que diz respeito ao cadastro, manutenção e fluxo das informações, de forma gráfica, visual e flexível.

REFERÊNCIAS

- ABELE, E.; ANDERL, R.; BIRKHOFFER, H. **Environmentally-friendly product development – methods and tools**. London: Springer-Verlag, 2005.
- ABRAS, C., MALONEY-KRICHMAR, D., PREECE, J. **User-centered design**. In: Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction, Thousand Oaks: Sage Publications, 2004.
- ALTSHULLER, G. S. **And suddenly the inventor appeared – TRIZ, the theory of inventive problem solving**. Worcester: Technical Innovation Center, Inc. 2004.
- AMARAL, C. S. T.; ROZENFELD, H. **Sistematização das melhores práticas de desenvolvimento de produtos para acesso livre e compartilhamento na internet**. Produção & Produção, Vol. 9, No. 2, pp. 120-135, 2008.
- ASIMOW, M. **Introdução ao projeto de engenharia**. São Paulo: Mestre Jou, 1968.
- BATTAGLIA, D.; BERGAMO, E. S. **Análise de valor e engenharia de valor: uma ferramenta de redução de custos em um projeto**. P&D em Engenharia de Produção, Vol. 8, No. 3, pp. 102-115, 2010.
- BJÖRGVINSSON, E.; EHN, P.; HILLGREN, P. **Design things and design thinking: contemporary participatory design challenges**. Design Issues, Vol. 28, No. 3, pp. 101-116, 2012.
- BLESSING, L. T. M., CHAKRABARTI, A. **DRM, a Design Research Methodology**. London: Springer, 2009.
- BRASIL **Lei Federal Nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- BROWN, T. **Design thinking, uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. São Paulo: Campus, 2010.
- BUCHANAN, R. **Wicked problems in design thinking**. Design Issues, Vol. 8, No. 2, pp. 5-21, 1992.
- BUENO, E. **Brasil: uma história – a incrível saga de um país**. São Paulo: Ática, 2003.

BURDICK, A.; WILLIS, H. **Digital learning, digital scholarship and design thinking.** Design Studies, Vol. 32, No. 6, pp. 546-556, 2011.

BUZAN, T.; BUZAN, B. **The mind map book – how to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential.** New York: Dutton, 1994.

CHAKRABARTI, A.; MORGENSTERN, S.; KNAAB, H. **Identification and application of requirements and their impact on the design process: a protocol study.** Research in Engineering Design, Vol. 15, No. 1, pp. 22-39, 2004.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos – ferramenta gerencial da ISO 14000.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

CHENG, L. C.; MELO, L. D. R. **QFD – desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos.** São Paulo: Blucher, 2007.

CHICK, A.; MICKLETHWAITE, P. **Design for sustainable change - how design and designers can drive the sustainability agenda.** Lausanne: AVA Publishing, 2011.

CHRISTIAANS, H. **Creativity in design.** 1992. Tese (PhD) - Delft University of Technology, Delft, 1992.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy organization and management in the world auto industry.** Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development: texts and cases.** New York: The Free Press, 1993.

COHEN, L. **A consumers' republic: the politics of mass consumption in postwar America.** The Journal of Consumer Research, Vol. 31, No. 1, pp. 236-239, 2004.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. **Product development for the service sector.** New York: Basic Books, 1999.

CORNIANI, M. **Innovation, imitation and competitive value analysis, symphony.** Emerging Issues in Management, No. 2, pp. 37-52, 2012.

COSTA, J. M. H. **Método de diagnóstico e identificação de oportunidades de melhoria do processo de desenvolvimento de produtos utilizando um padrão de recorrência de**

efeitos indesejados. 2010. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CRILLY, N.; MOULTRIE, J.; CLARKSON, P.J. **Seeingthings: consumer response to the visual domain in product design.** Design Studies, Vol. 25, No. 6, pp. 547–577, 2004.

CROSS, N. **Engineering design methods: strategies for product design.** Chichester: John Wiley And Sons Ltd., 2008.

CROSS, N. **Natural intelligence in design.** Design Studies, Vol. 20, No. 1, pp. 25–39, 1999.

CSILLAG, J. M. **Análise do valor.** São Paulo: Atlas, 1995.

DIETER, G. E.; SCHMIDT, L. C. **Engineering design.** New York: McGraw-Hill Higher Education Press, 2009.

DOMINGUES, J.; SELLITTO, M. A.; LACERDA, D. P. **Análise de valor e engenharia de valor: estudo de caso em serviços.** BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos, Vol. 10, No. 4, pp. 373-385, 2013.

EPPLER, M. J. **A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing.** Information Visualization, Vol. 5, No. 3, pp. 202-210, 2006.

EPPLER, M. J. PFISTER, R. A. **Comunicação visual – como utilizar o “design thinking” para resolver problemas e se comunicar melhor em qualquer situação.** São Paulo: Elsevier, 2014.

EVANS, J.H. **Basic design concepts.** Journal of the American Society for Naval Engineers, Vol. 71, No. 4, 671-678, 1959.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERREIRA, C. V.; CAUCHICK, P.; GOUVINHAS, R. P.; NAVEIRO, R. M. (coordenação ROMEIRO FILHO, E.) **Projeto do produto.** São Paulo: Elsevier Brasil, 2011.

FREDMAN, C. **Geared to Grow, Hemispheres.** 2007. Disponível em: https://www.ideo.com/images/uploads/news/pdfs/Hemispheres_0207.pdf, Acessado em: março de 2016.

FRENCH, M.J. **Conceptual design for engineers.** Berlin: Springer-Verlag, 1985.

GILBERT, R. G. **E-books: a tale of digital disruption**. The Journal of Economic Perspectives, Vol. 29, No. 3, pp. 165-184, 2015.

GOOGLE TRENDS **Interesse com o passar do tempo**. 2016. Disponível em: <https://www.google.com/trends/explore#q=design%20thinking%2C%20%22Product%20development%20process%22%2C%20%22Value%20analysis%22&cmpt=q&tz=Etc%2FGMT%2B3>, Acessado em maio de 2016.

GUELERE FILHO, A. **Integração do ecodesign ao modelo unificado para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca**. 2009. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

HAESER, L. F.; VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C. **Comparative analysis of creative process methodologies for products development a case study of the large scale toys production**. Product Management & Development, Vol. 13, No. 1, pp. 22-30, 2015.

HARARI, Y. N. **Sapiens – uma breve história da humanidade**. São Paulo: L&PM, 2015.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1992.

HELLER, E. **Value management: value engineering and cost reduction**. Reading: Addison-Wesley, 1971.

HOFSTAER, R.; MILLER, W.; AARON, D. **The American Republic – Since 1865**, Vol. II. New Jersey: Prentice-Hall, 1959.

IBUSUKI, U; KAMINSKI, P. C. **Product development process with focus on value engineering and target-costing: A case study in an automotive company**. International Journal of Production Economics, Vol. 105, No. 2, pp. 459-474, 2007.

IDEO **Human centered design: kit de ferramentas**. 2009. Disponível em: <https://www.ideo.com/work/human-centered-design-toolkit/>, Acessado em: abril de 2016.

IDEO **Mr Clean MagicReach for Procter & Gamble**. 2005. Disponível em: <https://www.ideo.com/work/mr-clean-magicreach>, Acessado em: abril de 2016.

INDX **Índice do Setor Industrial – Bovespa**. 2016. Disponível em: http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-setoriais/indice-bm-fbovespa-industrial-indx-composicao-da-carteira.htm, Acessado em: abril de 2016.

JAY, C. I.; BOWEN, P. A. **Value management and innovation – a historical perspective and review of the evidence**. Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 13, No. 1, pp. 123-143, 2015.

KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

KAMINSKI, P. C.; VIZIOLI, R. **Uso de Portais de Informação Pública na Prospecção de Oportunidades de Negócio e no Desenvolvimento de Produtos e Serviços**. 1. ed. Editora Edgard Blücher, 2015.

KAMINSKI, P. C.; VIZIOLI, R. ; SOUZA, M. S. C. **Sistema para circulação de ar em um ambiente fechado**. 2016, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10201601292, título: "SISTEMA PARA CIRCULAÇÃO DE AR EM UM AMBIENTE FECHADO" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Depositante (s): Marco Antonio Zago; Universidade de São Paulo, Depósito: 06/06/2016

KAUFMAN, C.; STERNBERG, J. **The Cambridge handbook of creativity**. New York: Cambridge University Press, 2010.

KIMBELL, L. **Beyond design thinking: design-as-practice and designs-in-practice**. In: CRESC Conference, Manchester, 2009.

KIMBELL, L. **Rethinking Design Thinking: Part I**. Design and Culture, Vol. 3, No. 3, pp. 285-306, 2011.

KRIPPENDORFF, K. **Design centrado no ser humano: uma necessidade cultural**. Estudos em Design, Vol. 8, No. 3, pp. 87-98, 2001.

KRIPPENDORFF, K. **On the essential contexts of artifacts or on the proposition that “design is making sense (of things)”**. Design Issues, Vol. 5, No. 2, pp. 9-39, 1989.

LEVITT, T. **A imaginação de marketing**. São Paulo: Atlas, 1990.

LIPOVETSKY, G. **O império do efêmero: a moda e seu destino nas sociedades modernas**. São Paulo: Cia das Letras, 2009.

LOCKWOOD, T. **Design thinking: integrating innovation, customer experience, and brand value**. New York: Allworth Press, 2009.

MALAGUTI, C. **Design e valores materializados – cultura ética e sustentabilidade.**

Cadernos de estudos avançados e design – Sustentabilidade I, Vol. 1, No. 1, pp. 27-37, 2009.

MANZINI, E. **New design knowledge.** In: International conference on the role and potential of design research in the transition towards sustainability, Turin, 2008.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

MARGOLIN, V. **Design in history.** Design Issues, Vol. 25, No. 2, pp. 94-105, 2009.

MARX, K. **O Capital.** São Paulo: Civilização Brasileira, 2008.

MASLOW, A. H. **A Theory of human motivation.** Psychological Review, Vol. 50, No. 4, pp. 370-396, 1943.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W.W. **The limits to growth – a report to the club of Rome,** Lincoln: Potomac Associated Books, 1972.

MILES, R. E. **Lawrence Delos Miles' "Techniques of value analysis and engineering",** Athens Center of Ekistics, Vol 56, No. 336/337, pp 119-121 1989.

MILES, L. D. **Techniques of value analysis and engineering.** New York: McGraw-Hill Book Company, 1972.

MILES, L. D. **The challenges that lie ahead.** Value Engineering, Vol. 2, No. 2, 1969.

MOGGRIDGE, B. **Design interactions.** London: The MIT Press, 1995.

MOKYR, J. **Is there still life in the pessimist case? Consumption during the Industrial Revolution, 1790 – 1850.** Journal of Economic History, Vol. 48, No. 1, pp. 69–92, 1988.

NORMAN, D. A. **Design emocional.** São Paulo: Rocco, 2008.

NUSSBAUM, B. **Design thinking is a failed experiment: so what's next?** 2011. Disponível em: <http://www.fastcodesign.com/1663558/beyond-design-thinking>, Acessado em fevereiro de 2016.

ONIONS, C. T. **The Oxford dictionary of English etymology.** London: Claredon Press, 1966.

OSBORN, A. **Applied imagination**. Oxford: Scriber's, 1953.

PANDOLFO, A.; SAÚGO, A.; ROJAS, J. W. J.; MARTINS, M. S.; GOMES, A. P. **Avaliação e comparação de projetos de habitação com base no valor percebido pelo usuário**. Porto Alegre: SGE, 2010.

PAPANEK, V. **Design for the real world: human ecology and social change**. New York: Pantheon Books, 1971.

PAPANEK, V. **The future isn't what it used to be**. Design Issues, Vol. 5, No. 1, pp. 4-17, 1998.

PEPPERS, D.; ROGERS, M. **Marketing um a um: marketing individualizado na era do cliente**. São Paulo: Campus, 2002.

PIERCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2015.

PINTON, D. H. **Vetor de competitividade: engenharia e análise de valores**. São Paulo: Produtivismo Artes Gráficas, 1989.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. **How Smart, Connected Products Are Transforming Companies**, HBR, Outubro, 2015.

POULSENA, S. B.; THØGERSEN, U. **Embodied design thinking: a phenomenological perspective**. CoDesign, Vol. 7, No. 1, pp. 29-44, 2011.

PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**, Wokingham: Addison-Wesley Publishing Company, 1990.

RITTEL, H. **The reasoning of designers**. In: International Congress on Planning and Design Theory, Boston, 1987.

RITTEL, H.; WEBBER, M. **Dilemmas in a general theory of planning**. Policy Sciences, Vol. 4, No. 2, pp 155-169, 1973.

RODRIGUES, A. G. **Multiculturalismo**. In: MORAES, D. (Org.). Design e multiculturalismo, Centro de Estudos Teoria, Cultura e Pesquisa em Design. UEMG, Cadernos de Estudo Avançado em Design, Caderno 1, Vol. 1, 2008.

ROWE, P. **Design thinking**. Massachusetts: MIT, 1987.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos. Uma referência para melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SAPP, D. D. **The point of creative frustration and the creative process: a new look at an old model.** The Journal of Creative Behavior, Vol. 26, No. 1, pp. 21-28, 1992.

SAVE **What is value engineering?** 2015. Disponível em: http://www.value-eng.org/value_engineering.php, Acessado em: abril de 2016.

SHARAFI, A.; WOLFENSTETTER, T.; WOLF, P.; KRCMAR, H. **Comparing product development models to identify process coverage and current gaps: a literature review.** In: Proceedings of the 2010 IEEE IEEM, Singapore, 2010.

SILVA, G. C. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento do produto automotivo e diretrizes para seleção de protótipos virtuais e físicos.** 2013. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial.** London: MIT Press, 1996.

SKÖLDBERG, U. J.; WOODILLA, J.; ÇETINKAYA, M. **Design thinking: past, present and possible futures.** Creative and Innovation Management, Vol. 22 No. 2, pp. 121-146, 2013.

SOUZA, M. S. C. **Desenvolvimento de um mecanismo para circulação de ar em um ambiente fechado utilizando a ferramenta do Design Thinking.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica da USP. Orientador: Paulo Carlos Kaminski.

SOZO, V.; FORCELLINI, F. A.; OGLIARI, A. **Avaliação de métodos de criatividade nas fases iniciais do processo de projeto de produtos.** In: 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Florianópolis, 2001.

STARK, J. **Product lifecycle management: 21st century paradigm for product realisation.** London: Springer, 2004.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

SUITI, A. de P.; VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C. **Avaliação setorial da aplicação de ferramentas de criatividade no processo de desenvolvimento de produtos.** In: 11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, novembro 2017 Vol. 3 No. 12, pp.11-20, 2017.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. São Paulo: Atlas, 1995.

THE AQUEDUCT **The Aqueduct**. 2008. Disponível em: <http://theaqueduct.blogspot.com.br/>, Acessado em: maio de 2016.

TOHIDI, H. **Review the benefits of using value engineering in information technology project management**. Procedia Computer Science, Vol. 3, pp. 917-924, 2011.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, Vol. 31, No. 3, pp. 443-466, 2005.

TSCHIMMEL, K. **Design thinking as an effective toolkit for Innovation**. In: Proceedings of the XXIII ISPIM Conference: Action for Innovation: Innovating from Experience. Barcelona, 2012.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. New York: McGraw-Hill Irwin, 2012.

VALOR ECONÔMICO **Crise faz mais da metade dos brasileiros mudar hábitos de consumo**. 2015. Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/4215332/crise-faz-mais-da-metade-dos-brasileiros-mudar-habitos-de-consumo>, Acessado em: janeiro de 2016.

VARDOULI, T. **Making use: attitudes to human-artifact engagements**. Design Studies, Vol. 41, Part. A, pp. 137–161, 2015.

VENKATESH, A.; MANSSON, T. D.; BRUNEL, F. F.; CHEN, S. **Design orientation: a grounded theory analysis of design thinking and action**. Marketing Theory, Vol. 12, No. 3, pp. 289, 2012.

VERYZER, R. W.; MOZOTA, B. B. **The impact of user-oriented design on new product development: an examination of fundamental relationships**. Journal of Product Innovation Management, Vol. 22, No. 2, pp. 128-143, 2005.

VIANNA, M.; VIANNA, Y.; ADLER, I. K.; LUCENA, B.; RUSSO, B. **Design thinking: inovação em negócios**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

VIZIOLI, R. **Subsídios para utilização da base de dados corporativa na atividade de projetos**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C. **Evolução do “Design Thinking” e suas ferramentas**. Em: VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2014.

VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C. **Problem definition as a stimulus to the creative process: analysis of a classroom exercise**. Journal of Technology and Science Education, Vol. 7, No. 3, pp. 274-290, 2017.

VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C.; VIZIOLI, S. H. T. **Ensino do conceito de desenvolvimento sustentável através da análise das “variáveis da sustentabilidade”**. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, 2008, Brasília, 2008.

WEB OF SCIENCE **Busca de conteúdo**. 2016. Disponível em: <https://apps.webofknowledge.com>, Acessado em maio de 2016.

WEISMAN, A. **O mundo sem nós**. São Paulo: Planeta, 2007.

WINANS, K.; KENDALL, A.; DENG, H. **The history and current applications of the circular economy concept**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 68, pp. 825-833, 2017.

WYNN, D. C.; CLARKSON, P. J. **Process models in design and development**. Research in Engineering Design, Vol. 29(2), pp. 161-202, 2018.

ZANCUL, E. S. **Gestão de ciclo de vida de produtos: seleção de sistemas PLM com base em modelos de referência**. 2009. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

APÊNDICE A

Exemplo de relatório enviado aos respondentes do questionário aplicado para prospecção de empresas abordando aspectos da utilização do PDP, AV/EV e “design thinking”

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Relatório das respostas ao questionário “Uso de Metodologias no Desenvolvimento de Produtos”

Pesquisador Doutorando: Renato Vizioli

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carlos Kaminski

Orientação de leitura: A seta indica onde se situa a sua resposta.
As respostas são mostradas em gráficos com base percentual quando as barras estão na posição horizontal e com base absoluta quando as barras estão na vertical.
Este relatório é sigiloso e apenas a pessoa que o respondeu pode saber onde se situam suas respostas no conjunto da amostra.

1

Questões sobre o contexto da empresa e do desenvolvimento de produtos no Brasil

1.1 Identificação do questionário:

OCULTADO NESTE EXEMPLO

1.2 A empresa lança produtos desenvolvidos no Brasil, seja para o mercado local ou internacional?

1.3. Quantos produtos desenvolvidos no Brasil foram lançados no período dos últimos 12 meses?

1.4 A empresa tem uma área específica para desenvolvimento de produtos?

1.5 Para as respostas "sim" da pergunta anterior, as áreas que estão normalmente envolvidas no desenvolvimento de produtos são:

2

Questões relativas à familiaridade com o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

2.1 A empresa utiliza algum modelo de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) na criação de novos produtos ou mesmo na modificação de produtos?

2.2 Como foi classificada a maturidade do PDP nas empresas (considerando maturidade como um conceito relacionado ao tempo de uso das técnicas e à qualidade dos produtos gerados com sua utilização):

2.3 Nas empresas que adotam PDP, a maturidade de cada uma das macro fases, designadas aqui de modo genérico (modelo de Rozenfeld et al. (2006)), foi classificada da seguinte forma:

2.4. Nas macro fases abaixo, as atividades relacionadas ou que utilizam de algum modo Engenharia e Análise de Valor ou alguma abordagem funcional para conceber o produto foram observadas nas seguintes frequências:

2.5. Nas macro fases a seguir, atividades relacionadas ou que utilizam de algum modo técnicas criativas como “brainstorm”, “design thinking”, “mapas de empatia” ou outras para conceber o produto foram observadas com as seguintes frequências:

Tabela 1 – Breve descrição das ferramentas que compõem a questão 2.6

Abordagem	Descrição
“Design thinking” ⁶	Abordagem centrada no usuário para a resolução de problemas baseada em seis fases: compreensão, observação, ponto de vista, visualização, prototipação e testes, com iterações.
Brainstorm ⁷	Ferramenta para a geração de um grande número de ideias, baseada no princípio da aceitação sem crítica inicial.
Brainwriting ⁸	Similar ao brainstorm, porém com as ideias escritas inicialmente e não faladas.
TRIZ ¹	Conhecido como teoria da solução inventiva de problemas, é baseado em temas racionais e composto de 39 atividades, incluindo segmentação, definição local de qualidade, exploração de assimetrias, testes de universalidade e outros.
Análise do valor ⁹	Identifica funções necessárias de um produto, estabelece valores para as mesmas e desenvolve alternativas para desempenhá-las ao mínimo custo sem prejuízo das qualidades do produto ou serviço.
“Personas” ¹⁰	Cria um personagem fictício, como uma abstração de um grupo real de pessoas às quais diz respeito o problema e direciona-se a solução.
Mapa de empatia ⁵	Caracterização da “persona” exposta em um mapa que contempla, conforme a versão, áreas nas quais são detalhados aspectos de como o personagem pensa, age, ouve, sente, quais seus anseios, suas dores ou medos, etc.
Mapa mental ¹¹	Ferramenta que simula a forma como o hemisfério esquerdo do cérebro organiza e armazena as informações, de modo radial e causal, ampliando conceitos a partir de algumas ideias centrais.
Cinética ¹	Processo que encoraja os participantes a dialogarem através de metáforas, usando analogias diretas, pessoais, fantasiosas e simbólicas.
QFD ²	“quality function deployment” com viés específico de melhoria do produto baseado na voz do cliente.

⁶ KAUFMAN, C.; STERNBERG, J. The Cambridge handbook of creativity, 2010.

⁷ CROSS, N. Engineering design methods: strategies for product design, 2008.

⁸ SOZO, V et. al, Avaliação de métodos de criatividade nas fases iniciais do processo de projeto de produtos, 2001.

⁹ HELLER, E. Value management: value engineering and cost reduction, 1971.

¹⁰ TSCHIMMEL, K. Design thinking as an effective toolkit for Innovation, 2012.

¹¹ BUZAN, T.; BUZAN, B. The mind map book, 1994.

2.6. Considerando as técnicas criativas utilizadas nas macro fases analisadas no item 2.4, as ferramentas abaixo foram observadas com a seguinte periodicidade:

2.6 B Outras ferramentas citadas por você:

Swot

2.6 C Distribuição das ferramentas citadas como utilizadas:

3

Questões referentes ao uso do “design thinking” como ferramenta de desenvolvimento de produtos.

3.1. A empresa utiliza o “design thinking” para desenvolver novos produtos ou soluções?

3.2. Nas empresas que utilizam o “design thinking”, as equipes são:

3.3 Nas empresas, as seguintes áreas ou pessoas são normalmente envolvidas quando é utilizado o “design thinking”:

3.4. Quantidade de produtos lançados nas empresas nos últimos 12 meses utilizando “design thinking”:

3.5. Avaliação dos produtos criados com a utilização do “design thinking”:

APÊNDICE B

Montagem, aplicação e análise gráfica do questionário aplicado para prospecção de empresas abordando aspectos da utilização do PDP, AV/EV e “design thinking”

O questionário foi montado preponderantemente com questões utilizando uma escala de 1 a 5. Para a validação do questionário, foi feita uma aplicação em sala de aula em uma turma de MBA (disciplina “Vantagem competitiva pelo design” do MBA de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços do PECE – Poli), com 25 alunos de nível gerencial de diversas empresas de setores industriais variados, tanto de manufatura quanto de serviços, e em diversas áreas de atuação, como gestores de produtos, engenheiros, administradores, etc. O intuito, mais do que avaliar os resultados, foi avaliar as questões e seu pleno entendimento, e, neste sentido, todas as questões foram aprovadas e apenas houve a inclusão de alguns itens em questões específicas como por exemplo, nas questões 1.5 e 3.3.

Adotou-se dois tipos de gráficos básicos: um gráfico de escala percentual (de 0% a 100%) de respostas (Figura 49), sempre acompanhado por uma legenda que descreve as escalas (Figura 50) cujas cores representam o percentual de respostas em cada uma das classificações propostas, que podem ser numéricas (1, 2, 3, etc.) ou qualitativas (muito bom, bom, razoável, ruim e muito ruim) ou binárias (sim e não), entre outras classificações. A seta sempre indica a resposta individual de cada entrevistado nos relatórios a eles enviados.

Figura 49 – Gráfico típico com escala de respostas e posicionamento da resposta individual (seta)

Assim, no gráfico ilustrado na Figura 49, a classificação em vermelho apresenta o menor percentual de respostas, enquanto as em verde e em azul são as que apresentam maiores percentuais de resposta. Como este tipo de gráfico não permite a comparação direta entre os percentuais de cada classificação, eventualmente, nas análises, foi necessário utilizar gráficos de barra convencionais e/ou tabelas com os dados analíticos.

Figura 50 – Legenda típica para o gráfico com escala de respostas

O segundo tipo de gráfico é o ilustrado na Figura 51, no qual são mostradas categorias ou itens na abscissa e o número de respostas na ordenada, e, as setas apontam todas as categorias que foram citadas por um respondente (no exemplo, o respondente citou todas as categorias).

Figura 51 – Gráfico típico de escolha de categorias e respostas individuais indicadas com seta

Neste caso, também houve algumas variações nas análises, utilizando-se, em alguns casos comparativos (comparação de setores), valores percentuais na ordenada.

Aplicação do questionário

No período de janeiro a abril de 2017, foi gerado o questionário, utilizando-se a ferramenta Google Forms, que foi disponibilizada aos respondentes através do seguinte endereço: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd9s3jsHTFSC9ua9qjjrh2hEFAabIFYOImHgNXvQ5hnxurYA/viewform>.

Após terem sido identificadas as empresas, conforme os critérios apontados no item “2.1.2 Critérios para a seleção das empresas e dos entrevistados”, buscou-se nomes para contato e envio do endereço para a resposta ao questionário. Os nomes, foram obtidos, em sua maioria, através de pesquisas no LinkedIn.com, rede social com viés profissional, na qual

indivíduos se inscrevem, e indicam as empresas nas quais trabalham ou trabalharam, bem como as posições (cargos). Foram utilizados os filtros: empresa, cargo/área, emprego atual, dentre outros, e, sempre que se obteve um resultado satisfatório – de acordo com os critérios estabelecidos –, foi feito um convite para que o profissional fosse adicionado como contato, e, no convite, foi informado o motivo, e, caso o profissional aceitasse o convite, na sequência foi enviado um e-mail pessoal com o endereço do questionário, o propósito da pesquisa e um exemplo de relatório a ser entregue ao final da pesquisa.

Desta forma, obteve-se cerca de 60 contatos, preenchendo os requisitos iniciais da pesquisa, e a todos eles foram enviados e-mails solicitando o preenchimento do questionário – com reenvios quinzenais caso não houvesse resposta – até completar o número de 20 questionários preenchidos, meta da pesquisa.

Análise dos dados

As respostas incluídas através do formulário no Google Forms, foram extraídas em uma planilha, e sumarizadas em gráficos pré-definidos, ainda que a ferramenta do Google ofereça diversos tipos de gráficos e análises. A seguir, são mostradas as questões com suas respostas sumarizadas, juntamente com uma breve discussão sobre o conjunto de respostas.

Respostas ao questionário sumarizadas graficamente

A primeira parte do questionário tratou da caracterização da empresa e da utilização do PDP no desenvolvimento de novos produtos. A primeira pergunta era o nome do respondente, e, por questões de sigilo, este dado não será divulgado, bem como o nome das empresas, obtido através do contato por e-mail. A questão (1.2) é sobre a frequência de lançamentos de novos produtos: “a empresa lança produtos desenvolvidos no Brasil, seja para o mercado local ou internacional?”

Na Figura 52, fica claro que, das empresas pesquisadas, apenas uma não lança produtos desenvolvidos no Brasil, ou seja, apenas comercializa produtos importados ou fabricados no Brasil com projetos desenvolvidos fora do país.

Figura 52 – Empresas consultadas que desenvolvem produtos no Brasil

Isto demonstra que os respondentes se enquadram no requisito proposto no momento da seleção, uma vez que a maioria utiliza alguma metodologia para desenvolver produtos no Brasil.

Na questão 1.3., buscou-se quantificar a frequência de lançamentos, tomando como base os últimos 12 meses: “quantos produtos desenvolvidos no Brasil foram lançados no período dos últimos 12 meses?” As respostas variaram (Figura 53) de nenhum – no caso da empresa que não desenvolve – até mais que 30, em função, basicamente do setor da empresa. O setor de linha branca, foi o que teve as respostas mais numerosas, seguido por acabamentos em construção civil e materiais de escritório. De qualquer modo, a frequência típica verificada nessa pesquisa foi inferior a 10 produtos (de 1 a 10), o que aponta para um número relativamente baixo de novos desenvolvimentos.

Figura 53 – Quantidade de produtos lançados no Brasil nos últimos 12 meses (em abril de 2017).

Com relação a importância do desenvolvimento dentro da empresa, questionou-se na questão 1.4: “a empresa tem uma área específica para desenvolvimento de produtos?”, pois isto requer uma estrutura própria específica dedicada a esta tarefa. Na Figura 54, vê-se que 90% dos entrevistados afirmam que a empresa possui uma área específica para o desenvolvimento de produtos, e, ainda que houvesse a opção de resposta de a empresa terceirizar esta área, não houve nenhuma resposta para esta opção.

Figura 54 – Empresas que tem uma área específica para desenvolvimento de produtos

Tal comportamento poderia induzir a pensar que as empresas, pelo porte e por questões de sigilo, preferem manter o desenvolvimento internamente.

A questão seguinte (1.5) é um desdobramento da anterior, e pergunta-se: “para as respostas “sim” da pergunta anterior, quais as áreas que estão normalmente envolvidas no desenvolvimento de produtos?”.

Neste caso, o respondente escolheu, a partir de uma lista, todas as áreas que, segundo ele, participam do processo de desenvolvimento, e, as respostas (Figura 55) mostram uma distribuição clássica (Clark e Wheelwright (1993) – ver Tabela 8) com predominância de participação das áreas de engenharia, marketing e manufatura (19 respostas dentre os 20 entrevistados). Outras áreas que foram amplamente citadas foram design, P&D, produtos e a presidência.

Figura 55 – Áreas envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos segundo os entrevistados

Especificamente sobre a metodologia do PDP, na questão 2.1 é perguntado se “a empresa utiliza algum modelo de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) na criação de novos produtos ou mesmo na modificação de produtos”.

A Figura 56 demonstra que todos os respondentes sabem do que se trata o PDP, e, 90% responderam afirmativamente, ou seja, a empresa utiliza uma metodologia de PDP.

Figura 56 – Empresas que utilizam o PDP segundo os entrevistados

Como desdobramento, em 2.2, perguntou-se: “como foi classificada a maturidade do PDP nas empresas (considerando maturidade como um conceito relacionado ao tempo de uso das técnicas e à qualidade dos produtos gerados com sua utilização)”.

Na Figura 57 vê-se que 60% consideram que o PDP é maduro ou consolidado, e os demais o consideram razoável.

Figura 57 – Grau de maturidade do PDP na empresa dos respondentes

A exploração sobre o grau de maturidade em cada uma das etapas do PDP foi feita na questão 2.3: “nas empresas que adotam PDP, a maturidade de cada uma das macro fases designadas aqui de modo genérico (modelo de Rozenfeld et al. (2006)), é classificada de qual forma?”

Na Figura 58 tem-se a percepção de que os respondentes se sentem mais confiáveis quanto ao grau de maturidade nas fases intermediárias do PDP – projeto conceitual, projeto detalhado e preparação para a produção – que, por sinal, são as fases mais relacionadas com as atividades de engenharia, ou ação projetual.

Nota-se também, que o grau de maturidade apontado na questão anterior (Figura 57) é ligeiramente inferior ao que seria a média dos graus de maturidade das fases do PDP. Ou seja, aparentemente, há mais confiança na maturidade das fases individualmente do que no conjunto do PDP, ainda que esta conclusão não possa ser estatisticamente confirmada.

Figura 58 – Grau de maturidade nas diversas fases do PDP segundo os respondentes

A questão 2.4: “com qual frequência, nas macro fases citadas, as atividades relacionadas ou que utilizam de algum modo engenharia e análise de valor ou alguma abordagem funcional para conceber o produto foram observadas?”, introduz o relacionamento do PDP com a engenharia e análise de valor, procurando identificar se existe, na prática a utilização conjunta das metodologias, e se sim, quando ela ocorre.

Figura 59 – Fases do PDP nas quais é utilizada a engenharia e análise de valor segundo os respondentes

Na Figura 59, a maior utilização da engenharia e análise de valor se dá nas fases de projeto conceitual e de projeto detalhado, o que, induz a ver a metodologia como forma de otimizar uma ideia ou conceito já definido, e menos como forma de propor requisitos do produto nas fases de maior prospecção de ideias, ainda que, na fase de planejamento do produto, 20% dos respondentes tenham afirmado que sempre utilizam a metodologia.

Também relativa à utilização de ferramentas integradas ao PDP, a questão 2.5, solicitou que fossem elencadas as técnicas criativas como “brainstorm”, “design thinking”, “mapas de empatia” ou outras para conceber o produto, também por macro fase do PDP.

A Figura 60 mostra que tais recursos são menos utilizados do que a engenharia e análise de valor, denotando ainda mais a proximidade do PDP com as disciplinas de engenharia.

Figura 60 – Utilização de ferramentas ou metodologias voltadas para a criatividade, nas macro fases do PDP, segundo os respondentes

Para entender melhor quais ferramentas ou metodologias são utilizadas (quando utilizadas), a pergunta 2.6 pede que sejam assinaladas (a partir de uma lista) as ferramentas que o respondente sabe que são utilizadas, incluindo na lista a análise de valor.

A escolha das ferramentas que compõem a lista baseou-se não só no referencial teórico da tese (4 “Ferramentas de criatividade”), mas também nas sugestões obtidas ao longo da validação do questionário. A inclusão do “design thinking”, da análise de valor, TRIZ e QFD na lista se deu pelo fato de na validação em sala de aula, terem sido citadas inúmeras vezes na categoria “outra”.

A Figura 61 mostra que, o “brainstorm”, com quase 80% de utilização frequente, caracteriza-se como a ferramenta mais difundida. Todavia, não se sabe se a aplicação de dinâmicas observa de fato os conceitos intrínsecos da ferramenta, ou se convencionou-se chamar de “brainstorm” uma simples reunião onde três ou quatro envolvidos sugerem aleatoriamente soluções.

Embora não classificadas como ferramentas, também foram bastante citadas a análise de valor, o QFD e o “design thinking”. Foi fornecido, para esta questão, um resumo explicativo sobre as ferramentas.

Figura 61 – Ferramentas e/ou metodologias de criatividade utilizadas no PDP segundo o respondente

A Figura 62 mostra a distribuição das ferramentas citadas como utilizadas, onde a comparação é melhor visualizada.

Figura 62 – Ferramentas e/ou metodologias de criatividade citadas no PDP segundo o respondente

Finalmente, com relação à utilização do “design thinking”, na questão 3.1: “a empresa utiliza o “design thinking” para desenvolver novos produtos ou soluções?”, verificou-se que pouco mais de 60% dos respondentes utilizam a metodologia (Figura 63).

Figura 63 – Empresas que utilizam “design thinking” segundo os respondentes

E, com relação à formação das equipes que desenvolvem produtos utilizando “design thinking”, na questão 3.2 perguntou-se se são equipes internas, contratadas ou mistas, sendo que, nas respostas, mais de 60% dos respondentes afirmaram ser equipes internas (Figura 64).

Figura 64 – Composição das equipes envolvidas com “design thinking” segundo os respondentes

Similarmente à pergunta 1.5 (Figura 55), para o caso do PDP, na questão 3.3, pediu-se que fossem apontadas as áreas da empresa envolvidas quando é utilizado o “design thinking”.

Conforme mostrado na Figura 65, neste caso, diferentemente da questão 1.5, referente ao PDP, predominam as áreas de engenharia, design, produtos e marketing, com menor participação da área de manufatura.

Figura 65 – Áreas da empresa envolvidas quando é utilizado o “design thinking”

Na questão 3.4, os respondentes informaram quantos produtos foram lançados nos últimos 12 meses utilizando o “design thinking” (em abril de 2017), e, em sua maioria, foram de 1 a 10 produtos (Figura 66).

Figura 66 – Quantidade de produtos lançados nos últimos 12 meses (abril de 2017) utilizando o “design thinking”

A última pergunta do questionário, a 3.5, pediu uma avaliação qualitativa sobre a utilização do “design thinking”, verificada nos produtos lançados com a utilização desta metodologia. A Figura 67 elucida que 80% dos respondentes acham que o uso da metodologia traz uma melhora qualitativa aos produtos, enquanto o restante considera indiferente seu uso.

Figura 67 – Avaliação qualitativa dos produtos lançados que utilizaram a metodologia do “design thinking”

As respostas mostradas levam em conta os 20 entrevistados, sem considerar setores da indústria que possam demonstrar diferentes vieses.

APÊNDICE C

Procedimento para a definição do fluxo de informações no modelo de integração do “design thinking” e da engenharia e análise do valor ao processo de desenvolvimento de produtos

Uma vez elaborado o modelo proposto (item “7.5 Modelo com as suas ferramentas”), foi feita uma aplicação do mesmo, sem considerar os fluxos de informação, para que fosse possível identificar como ocorreria a passagem das informações geradas de uma ferramenta para outra. Isto foi feito em uma dinâmica ao longo de uma disciplina de um curso de MBA (disciplina EP42 – Vantagem competitiva pelo design – do MBA de Gestão e Engenharia de Produtos e Serviços do PECE – Poli). Os alunos foram divididos em 5 (cinco) grupos com 5 (cinco) integrantes em cada um deles. Para evitar qualquer tipo de vício na escolha dos grupos e tentando promover uma maior diversidade nos mesmos, a divisão foi feita previamente observando a inclusão variada de alunos com idade, sexo, estado civil e áreas de atuação diferentes, na medida do possível. Foram propostos 5 (cinco) temas, permitindo que cada grupo escolhesse seu próprio tema, dentre os seguintes: linha branca, peças sanitárias, higiene e cuidados pessoais, material de escritório e comunicação, baseando-se na pesquisa apresentada no capítulo “2 Justificativa – Avaliação do estado das empresas que desenvolvem produtos no Brasil”, bem como pelas limitações impostas pelos setores dos quais advinham os alunos.

Exploração do tema utilizando o mapa mental e pesquisas de mercado

Considerando o diagrama elaborado na Figura 35, o início do processo de desenvolvimento do produto se dá na fase de planejamento, e, em um caso prático, esta etapa parte de diversas áreas da empresa que, através de inúmeras prospecções, propõem um novo desenvolvimento. Buscando simular esta etapa inicial, em um caso hipotético em sala de aula, lançou-se mão de dois recursos descritos na proposta do modelo: o mapa mental e um estudo preliminar do mercado. Na Figura 68, as ferramentas e a etapa coberta estão destacadas na cor amarela.

Figura 68 – Diagrama de relacionamentos entre metodologias - ênfase na etapa de planejamento do PDP

A primeira abordagem do tema (problema) proposto – bastante abrangente e aberto –, se deu com a utilização da ferramenta do mapa mental (4.2.3 “Mapas mentais e conceituais”), na qual, como tema central foi colocada uma palavra que remetesse ao tema atribuído ao grupo e dele derivaram caminhos possíveis para a abordagem do problema, conforme o repertório do grupo. O objetivo proposto para esta etapa era que se chegasse a um ou vários produtos a partir do macrotema de cada grupo.

Como exemplo, na Figura 69 é ilustrado o mapa mental gerado pela equipe cujo tema era linha branca. O mapa foi elaborado em classe com a utilização de “Post-it®”, sobre uma cartolina branca e sofreu diversas alterações até que o grupo chegasse ao resultado aqui mostrado. Nota-se que o tema central escolhido foi a palavra “limpeza”, cujas derivações são bem mais livres do que se tivesse sido utilizada a expressão “linha branca”.

Figura 69 – Exemplo de mapa mental cujo tema do grupo era linha branca

Em uma atividade também realizada em grupo, foram divididas tarefas de pesquisa de mercado, concorrentes, produtos relacionados ao tema, consulta de patentes, estatísticas, etc., que foram realizadas em classe e fora de classe, gerando um relatório que foi apresentado pelos grupos na aula seguinte e com base no qual, foram definidos os temas (produtos) propriamente ditos a serem desenvolvidos.

Todos os grupos realizaram as tarefas e, como resultado da etapa, definiram os produtos mostrados na Tabela 42.

Tabela 42 – Macrotemas e temas escolhidos após etapa do mapa mental

Grupo	Macrotema inicial	Palavra central	Tema escolhido
1	Linha branca	Limpeza	Máquina de lavar
2	Peças sanitárias	Confiança	Assento sanitário
3	Higiene e cuidados pessoais	Praticidade	Barbeador
4	Materiais de escritório	Interatividade / Conectividade	Mesa interativa
5	Comunicação	Comunicação / Totem	Totem

Não houve interferência quanto à escolha da palavra central no diagrama do mapa mental e tampouco com relação às ramificações escolhidas, apenas foi exposta a ferramenta e explicado o objetivo.

Identificação das funções requeridas pelo usuário

A etapa seguinte correspondeu à aplicação da análise e engenharia do valor, conforme destacado em amarelo na Figura 70. Esta etapa corresponde à identificação dos requisitos funcionais básicos dos usuários, contemplada na metodologia da AV/EV.

A etapa recebe como informações básicas as necessidades observadas no mercado, os potenciais produtos concorrentes e uma macro função definida como o produto em si, no caso, os produtos, mostrados na última coluna da Tabela 42.

Figura 70 – Etapa de identificação das funções requeridas pelo usuário destacada em amarelo

Houve uma breve descrição da metodologia de AV/EV para os alunos (a maioria já tinha conhecimento prévio), considerando que algumas deficiências na aplicação fossem supridas pelo trabalho em grupo e ao longo do exercício em explicações pontuais.

O objetivo principal desta etapa foi gerar conteúdo suficiente para que se pudesse adentrar na metodologia do "design thinking" com questões de ordem mais práticas sobre o que poderia vir a ser a "experiência do usuário" com relação ao produto ou objeto. As funções identificadas (mostradas na Tabela 43) deveriam ser colocadas nas interações com os usuários a serem entrevistados ou cujas experiências fossem vivenciadas pelos membros dos grupos, de tal modo que a abordagem se tornasse mais pragmática, porém sem explicitar, em momento algum, sobre qual produto se tratava.

Desta forma, o usuário poderia contribuir, sem estar atrelado a um produto existente, dando oportunidade ao grupo de criar produtos focados no usuário, sem, no entanto, deixar de lado a objetividade.

Na metodologia de AV/EV, a identificação das funções requeridas é característica da engenharia de valor, uma vez que, diferentemente da análise de valor, não se pressupõe um produto existente a ser melhorado sob o prisma da engenharia – em termos de custo, qualidade, método produtivo, etc., mas a criação de um novo produto.

Na Tabela 43 as funções foram classificadas e notou-se que alguns grupos incluíram funções que consideraram irrelevantes ou mesmo desnecessárias. A maioria dos grupos elaborou também o diagrama FAST com as funções identificadas (não mostrado aqui).

Tabela 43 – Identificação das funções requeridas pelo usuário feita pelos grupos na disciplina EP42

Área/Produto	Funções	Classificação das funções		
		Primário(P)/ Secundário(S)	de Uso(U)/ de Estima(E)	Necessária(N)/ Irrelevante(I)/ Desnecessária(D)
Máquina de lavar roupa	Limpar roupa	P	U	N
	Diminuir consumo	S	U	N
	Abafar ruído	S	U	N
	Facilitar operação	S	U	N
	Oferecer estética	S	E	I
	Garantir durabilidade	S	U	I
Assento sanitário	Gerar conforto	P	U	N
	Reduzir ruídos	S	U	N
	Evitar respingos	S	U	N
	Facilitar limpeza	S	U	N
	Manter temperatura	S	U	N
	Articular tampo	S	U	N
	Ser seguro	S	U	N
	Apoiar objetos	S	U	I
Barbeador	Aparar barba	P	U	N
	Facilitar manuseio	S	E	N
	Facilitar limpeza	S	E	N
	Reduzir atrito	S	E	N
	Garantir durabilidade	S	U	N
	Depilar corpo	S	U	N
	Gerar conforto	S	U	N
	Evitar irritação	S	E	N
Mesa interativa	Transcrever ideias	P	U	N
	Decorar ambiente	S	E	N
	Apoiar objetos	S	U	N
	Entreter pessoas	S	U	N
	Reproduzir conteúdo	S	U	N
	Gerar Status	S	E	N
Totem	Gerar conteúdo	P	U	N
	Exibir mídia	S	U	N
	Transmitir conhecimento	S	E	N
	Interagir com usuário	S	U / E	N
	Auxiliar venda	S	E	N
	Decorar ambiente	S	U	N
	Permitir gerenciamento	S	U	N
	Realizar venda	S	U	N
	Ocupar espaço	S	E	D

Utilização do “design thinking” pelos grupos

Com os resultados obtidos na etapa de identificação das funções requeridas pelo usuário, passou-se à etapa de aplicação da metodologia do “design thinking”, conforme ilustra o diagrama da Figura 71, na área destacada na cor amarela.

Conforme descrito no capítulo “5 “Design thinking””, a metodologia compõe-se de cinco macro fases: criar empatia, definir, idear, prototipar e testar; cujas ferramentas variam de caso para caso.

Figura 71 – Etapa de utilização do "design thinking" destacada em amarelo

Na aplicação feita em sala de aula, optou-se pela utilização das ferramentas descritas nos subitens a seguir: entrevista em sala de aula, entrevista junto a usuários considerados como fora da média identificada nas pesquisas de mercado, geração de mapas de empatia, criação de "storytelling", "brainwriting" e prototipação.

Etapa de entrevistas com usuários

Inicialmente orientou-se os grupos a criarem roteiros de entrevistas, observando os preceitos do "design thinking" de permitir uma amplitude maior de respostas, um envolvimento "emocional" com o problema e a não identificação do produto em si, mas apenas de um propósito de como lidar com determinada situação / problema. Não foram utilizadas perguntas do tipo binárias ou cujas respostas fossem de alguma forma dirigidas para um resultado esperado.

A ideia foi criar uma situação de conversa descontraída e com possíveis vivências do dia-a-dia do usuário entrevistado em sua interação com a situação / problema.

Na sequência, foram feitas entrevistas em sala de aula, cruzando os integrantes dos grupos, para obter primeiras impressões e para testar a efetividade dos roteiros elaborados. Cada

aluno entrevistou no mínimo dois outros alunos de outros grupos e foi entrevistado por dois alunos de grupos diferentes. Ao final da aula, os grupos voltaram a se reunir e expuseram suas experiências ao longo das entrevistas, finalizando a elaboração do roteiro para a entrevista a ser feita fora da sala de aula.

Cada aluno entrevistou ao menos um usuário identificado como “fora da média do comportamento”; pessoas que não se enquadram no estereótipo entendido como o usuário médio, seja por convicções distintas, seja pelo tipo físico diferenciado, seja pela idade, formação cultural ou outros critérios que foram definidos pelos grupos em função da macrodefinição do problema. Com isto, pretendeu-se entender os extremos descritos por Brown (2010) e mostrados na Figura 26.

Foi incentivada a observação passiva dos usuários escolhidos antes de se fazer a entrevista, visando perceber as atitudes e ações dos usuários sem que houvesse qualquer tipo de interferência.

Como entrega desta etapa, foram anotadas as percepções e transcritas as entrevistas, gerando ao final um mapa de empatia do usuário entrevistado (“4.2.4 “Persona” e mapa de empatia”) e criando, com base neste usuário, uma “persona”, e uma frase (“storytelling”) para sintetizar a “persona” criada. Estas “personas” foram apresentadas em cada grupo, e, cada um deles definiu uma única “persona” / “storytelling” como um referencial para o desenvolvimento das ideias do grupo (a cada questionamento do grupo, cabia ao “persona” – personagem fictício – responder, criticar ou validar).

Um exemplo de mapa de empatia é mostrado na Figura 72, e as informações nele expostas foram compiladas posteriormente em forma de tabela, como apresentado na Tabela 44. Neste caso, a aluna observou um usuário em sua atividade de barbear-se.

A frase gerada pela aluna como “storytelling” foi: “Felipe tem 33 anos, 2 filhos, faz trabalho voluntário e gosta de se cuidar”. Note-se, portanto, que na frase, há, além componentes quantitativos, também outros de ordem bastante subjetiva (personalidade), e, a frase não se refere necessariamente à pessoa que foi observada e entrevistada, mas sim a um personagem fictício, síntese de um usuário a ser atendido em seus anseios e necessidades.

Figura 72 – Exemplo de mapa de empatia feito pela aluna Mariana Duchewiski Boruchosas

Estes personagens fictícios foram sempre referidos ao longo das discussões em grupo como forma de validar as ideias e conceitos que surgiram.

Tabela 44 – Entrevista da aluna Mariana Duchewiski Boruchosas com Caio Fernandes de 28 anos

O que...			Quais são suas...		
Pensa / sente?	Ouve?	Vê?	Fala e Faz?	Dores?	Necessidades?
Atividade recorrente (2 vezes por semana)	Que as pessoas se cortam	Outras marcas além da líder de mercado	Usa a marca reconhecida como líder	O tempo perdido	Que a barba feita dure mais tempo
A barba cresce muito rápido	Que as pessoas não gostam de fazer	Que existem alternativas às lâminas convencionais	Mesmo com preguiça, faz por vaidade	A barba cresce muito rápido	Perder menos tempo aparando a barba
Tem preguiça de fazer, mas gosta, pois sente-se aliviado ao término	Que máquinas eletrônicas não são suficientes	Cirurgias para tirar a barba em definitivo	Apara com máquina ao término da raspagem	"preso" a uma marca	Alternativas acessíveis e confiáveis

Etapas de "brainstorm"

O "brainstorm" foi realizado em sala de aula, após uma breve revisão de todas as informações e ideias geradas pelo grupo. A dinâmica foi dividida em três etapas: primeiro os alunos, individualmente, montaram uma tabela de auxílio, na qual assinalaram ideias /

conceitos identificados no mapa mental, nos levantamentos de mercado / estatísticas / consulta de patentes / concorrentes, nos requisitos do usuário e finalmente no mapa de empatia. Também incluíram na tabela, novas ideias, não necessariamente vinculadas ao material previamente obtido. Em seguida, em grupo, os alunos anotaram no quadro todas as ideias individuais, assinalando as redundantes, evitando ao máximo qualquer tipo de rejeição. Na terceira etapa, os grupos identificaram de duas a três ideias que julgaram ser as melhores para em seguida prototiparem.

Na Tabela 45 são mostradas as principais ideias geradas no “brainstorm” e, em cinza, as que foram escolhidas para compor o protótipo.

Tabela 45 – Ideias geradas no “brainstorm” de um dos grupos na disciplina EP 42

Projeto	Ideias	Votos
Aparelho de barbear inovador	Imprimir um estilo de vida	1
	Criar um produto revolucionário com preço competitivo	2
	Formato compacto, leve e moderno	1
	Função autolimpante	1
	Ecologicamente correto*	1
	Barbear sem machucar e gerar irritação	2
	Prático, que proporciona economia de tempo	3
	Barbear sem lâmina de forma eficaz	3
	Hidratar a pele	1
	Cheiro agradável / refil*	1

*estas ideias foram adicionadas por membros de outros grupos

Na Tabela 46, são mostrados os resultados dos grupos e uma correlação, obtida em uma análise posterior do material gerado ao longo do curso, mostrando como as ideias evoluem ao longo das etapas, não surgindo apenas na fase do “brainstorm”.

Tabela 46 – Conexão entre ideias geradas nas diversas etapas (1/3)

Projeto	Ideias associadas		
	Requisitos do usuário (EV)	Mapa mental	“Brainstorm”
Barbeador	Evitar irritação	Evitar alergia	Hidratar a pele
	Gerar conforto	Gerar conforto	Barbear sem machucar e gerar irritação
		Hidratar a pele	
	Facilitar limpeza	Diminuir a sujeira	Função autolimpante
	Facilitar manuseio	Formato compacto	Formato compacto, leve e moderno
	Aparar barba	Segurança	Barbear sem machucar e gerar irritação
	Reduzir atrito		Barbear sem lâmina de forma eficaz
	Evitar irritação		
	Depilar corpo		
		Ser biodegradável	Ecologicamente correto
	Facilitar manuseio	Reduzir o tempo	Prático, que proporciona economia de tempo
		Facilidade do uso	
	Garantir durabilidade	Intervalo maior entre as barbas	
		Viralizar	Imprimir um estilo de vida
		Referência	
Máquina de lavar		Conforto - Automático	Automatizar o uso dos recursos
		Tecnologia - Wi-Fi	Avisar o término da lavagem ou secagem
		Rapidez	Conectividade
	Facilitar operação	Rapidez	Simplificar a operação
		Funcional	
	Abafar ruído	Conforto - Silêncio	Reduzir ruídos
	Diminuir consumo	Ecológico	Reaproveitamento da água
		Econômico	Geração de energia por dínamo
		Dosador	Economizar água e energia elétrica
	Oferecer estética	Design	Providenciar elegância
		"Slim" / "Fit"	Otimização do espaço físico
		Capacidade	

continua

Tabela 46 – Continuação (2/3)

Projeto	Ideias associadas		
	Requisitos do usuário (EV)	Mapa mental	Brainstorm
Totem	Auxiliar Venda	Segurança da informação	Vendas/pagamentos pelo totem com “checkout” rápido/seguro
	Realizar Venda	Escolher enquanto está na fila	Solução para filas, otimizando tempo, organizando e agilizando o ambiente
		Impaciência na fila	Local propício para atingir público alvo
		Tempo perdido na fila	
	Transmitir Conhecimento	Destaque da informação	Comunicar/divulgar com imagens e ser “touch”
		Desperta curiosidade	
	Transmitir Conhecimento	Pesquisa online	Comunicar “online” e com praticidade
		Informações/promoções em tempo real	Trabalhar com parceiros, promoções em tempo real
	Ocupar Espaço	Design	Enfeitar, deixar confortável o ambiente
	Decorar Ambiente	Gosta de objetos bonitos	
		Sem atendimento presencial	Sem comunicação humana
Assento sanitário	Articular tampa e assento automaticamente	Praticidade	Sem contato
		Automático	Abertura e fechamento rápido e automático
		Higiene	Sem respingos Antisséptico
	Ser ergonômico e seguro	Acesso - ergonômico	Assento ortopédico
	Gerar conforto	Macia	Conforto de poltrona
		Textura	
		Privacidade	
		Ergonomia	
		Higiene	
	Manter temperatura do corpo	Segurança	Secagem do corpo Robustez (inquebrável)
			Temperatura confortável
		Conforto - odor	Anti-cheiro

continua

Tabela 46 – Continuação (3/3)

Projeto	Ideias associadas		
	Requisitos do usuário (EV)	Mapa mental	Brainstorm
Mesa interativa	Decorar Ambiente	Decoração	Visualmente bonita
	Gerar status	Status	Design atraente com durabilidade
	Reproduzir conteúdo	Transcrever ideias	Anotações
		Armazenar, organizar e reproduzir conteúdo	Alinhamento de informações
		Performance e produtividade	Desenvolvimento e estímulo de ideias
		Reprodução de conteúdo	Aumento da eficiência e produtividade
		Alinhamento de informações	Conectividade
		Compartilhamento	Segurança da informação
		Segurança de informações	Armazenar, organizar e reproduzir conteúdo (pré-formatados)
		Organização	
		Anotações	
	Entreter pessoas/ambiente	Interatividade	Interatividade e fácil de utilizar
		Entretenimento	Multiscreen (tela “touch” em “vários pontos”)
	Apoiar objetos		Local uniforme e nivelado para apoiar objetos

A Tabela 46 permite verificar que, ao guardar o histórico evolutivo ao longo do processo como um todo, eventualmente as ideias podem ser geradas de forma mais rápida e mais estruturada, desde que esse subsídio não iniba o surgimento de novas linhas de raciocínio ao longo das fases.

Portanto, na proposta de implementação do modelo, esta associação será enfatizada e sempre uma etapa anterior será o ponto de partida para a posterior, formalizando os subsídios no início da fase subsequente.

Também fica clara a percepção de materialização das ideias, partindo de um nível mais abstrato para algo mais palpável ao longo do processo.

Etapa de prototipação e teste

A prototipação, conforme apresentado em “5.4.4 Prototipar”, difere do conceito tradicional de “produto tipo”, e refere-se, neste caso, a elaborações simples que mostram algumas funcionalidades, detalhes estéticos específicos ou mesmo volumetrias, para que, ao longo da ideação, fique mais tangível o produto proposto e não haja hesitações em alterar ou mesmo retornar a etapas anteriores.

Os alunos levaram material (reciclados, sobras, cartolinas, e diversos outros) e elaboraram, parcialmente em classe e outras partes fora da sala de aula, seus protótipos, de modo criativo e ao mesmo tempo realístico.

A Figura 73 ilustra um desses protótipos (barbeador), mostrando como, através da utilização de partes inusitadas (rolinho de pintura, embalagem de confeitos de chocolate, lenços de papel, etc.), é possível demonstrar com maior clareza uma proposta.

Figura 73 – Exemplo de protótipo feito na disciplina do PECE

O importante foi possibilitar ao usuário o entendimento da ideia e permitir que ele a testasse efetivamente, o que foi feito com todos os grupos, através da “demonstração” de suas ideias em sala de aula e mesmo fora, com o preenchimento de um questionário no qual não aparecia, no princípio, qual produto o usuário testava, ou seja, fazia parte do teste a identificação do produto.

O resultado dos testes efetuados foi então discutido em grupo e alguns dos grupos identificaram novas oportunidades que poderiam ser exploradas em uma segunda rodada de ideação. Porém, em função do período de duração do curso, foi feito apenas um levantamento das funções intrínsecas do produto, visando a aplicação da análise de valor considerando aspectos de custo e otimização produtiva, para então gerar um documento que se denominou “especificação de produto”, a ser entregue, em um caso prático, no final da etapa do PDP de desenvolvimento conceitual e então passar ao detalhamento.

Análise do valor como refinamento do conceito

A aplicação da análise do valor após o teste, tem como objetivo, utilizar as informações obtidas ao longo desta última etapa e agregar alguns subsídios para a equipe de engenharia e/ou design, que será responsável pela continuidade do desenvolvimento na etapa de detalhamento do projeto do PDP. A Figura 74 mostra em amarelo a localização desta etapa no modelo proposto.

Figura 74 – Etapa de identificação das funções intrínsecas destacada em amarelo

Não se trata de uma aplicação extensa da análise do valor, mesmo porque, ainda que existam protótipos e desenhos, ou esquemas, o produto em si ainda não existe, então, a ênfase está em identificar componentes de maior custo, seja em termos de matéria prima ou

na complexidade da manufatura, e, componentes cujo desempenho seja indispensável ao desempenho das principais funções. Há, portanto, uma mescla entre os conceitos de função requerida (aquela que o usuário exige que esteja presente ou que realmente necessita) e função intrínseca do produto (que por vezes é imperceptível ao usuário, porém é necessária ao funcionamento do produto como um todo).

Nesta aplicação da análise do valor, pode-se fazer um filtro e eleger, dentro do produto desenvolvido, apenas os componentes que representam o conceito proposto. Desta forma, por exemplo, no caso do grupo que desenvolveu o aparelho de barba visto no protótipo da Figura 73, as partes analisadas são as que dizem respeito ao rolinho de aplicação de creme depilante, ao tubo que leva o creme do reservatório até o rolinho de aplicação e, eventualmente, ao mecanismo de recarga do creme depilante.

Neste exemplo, o grupo identificou como sendo mais crítico, o rolinho de aplicação, que, na avaliação dos testes e do próprio grupo, suscitou preocupações quanto ao contato com a pele do rosto, ao desgaste e ao fato de estar frequentemente úmido.

APÊNDICE D

Integra do material coletado ao longo da validação do modelo proposto

Neste apêndice, estão disponíveis as tabelas com os dados produzidos pelos três grupos participantes da validação mostrada no Capítulo 8.

Tabela 47 – Mapa mental tabelado produzido pelo grupo do tema eletrodomésticos

Nível	Ideia	Outras relações	Importância (0 a 10)
1	Eletrodoméstico		
1.1	ambiente		8
1.1.1	área interna		8
1.1.2	área externa		4
1.2	características funcionais		
1.2.1	multiuso		
1.2.2	manutenção		6
1.2.3	intuitivo		10
1.2.4	lot		10
1.2.5	versátil		6
1.2.6	sustentável		9
1.2.7	durável		8
1.2.8	compacto		7
1.3	características mercadológicas		
1.3.1	baixo custo de produção		8
1.3.2	preço acessível		8
1.3.3	escalabilidade		8
1.4	características construtivas		
1.4.1	plástico		5
1.4.2	aço inox		5
1.4.3	alumínio		5
1.4.4	sensores		6
1.4.5	conectores		6
1.5	funcionalidade		
1.5.1	preparo de alimentos		4
1.5.2	limpeza		8
1.5.3	organização		8

Tabela 48 – Mapa mental tabelado produzido pelo grupo do tema mobilidade

Nível	Ideia	Outras relações	Importância (0 a 10)
1	Mobilidade		
1.1	transporte		8
1.1.1	limitação		5
1.1.1.1	acessibilidade		6
1.1.1.1.1	visual		8
1.1.1.1.1.1	segurança		5
1.1.1.1.1.1.1	app "olhos virtuais"		10
1.1.1.1.1.1.2	cão guia		10
1.1.1.1.2	física		8
1.1.1.1.2.1	obstáculos		4
1.1.1.1.2.1.1	tecnologia	1.1.1.1.1.1.1	6
1.1.1.1.2.1.1.1	cadeira de rodas		10

Tabela 49 – Mapa mental tabelado produzido pelo grupo do tema construção civil

Nível	Ideia	Outras relações	Importância (0 a 10)
1	água aquecida		
1.1	infraestrutura		5
1.1.1	transporte de água		5
1.1.2	vazamento		5
1.2	lazer		7
1.2.1	piscina		7
1.3	saúde		6
1.3.1	sauna	1.2	7
1.4	higiene		6
1.4.1	banho		9
1.4.1.1	chuveiro		9
1.4.1.2	banheira		7
1.5	utilidade doméstica		8
1.5.1	cozinhar		5
1.5.1.1	louças		8
1.5.2	limpeza		7
1.5.2.1	roupas		7
1.6	eficiência		7
1.7	custo		9
1.8	segurança do usuário		6
1.9	climatização do ambiente		9
1.9.1	térmico		9
1.9.2	conforto		8
1.9.3	umidade		7

Tabela 50 – Requisitos do usuário produzido pelo grupo do tema eletrodomésticos

Opção de solução	Funções	Classificação das funções		
		Primário(P)/ Secundário(S)	de Uso(U)/ de Estima(E)	Necessária(N)/ Irrelevante(I)/ Desnecessária(D)
Cafeteira	Fazer café	P	U	N
	Manter aquecido	S	U	N
	Consumir energia	S	U	D
	Esquentar água	S	U	N
	Ficar sujo	S	U	D
	Embelezar ambiente	S	E	I
	Agradar pessoas	S	U	I
	Ocupar espaço	S	U	D
	Ter conectividade	S	U	N
	Ser sustentável	S	U	N
Ferro de passar	Passar roupa	P	U	N
	Gerar calor	S	U	N
	Queimar dedos	S	U	D
	Consumir energia	S	U	D
	Queimar tecidos	S	U	D
	Manchar tecidos	S	U	D
	Embelezar pessoas	S	E	I
	Ter conectividade	S	U	N
	Ser sustentável	S	U	N
Máquina de lavar roupas	Lavar roupas	P	U	N
	Tirar manchas	S	U	N
	Higienizar roupas	S	U	N
	Perfumar roupas	S	E	I
	Consumir energia	S	U	D
	Ocupar espaço	S	U	D
	Consumir água	S	U	N
	Fazer barulho	S	U	D
	Ter conectividade	S	U	N
	Poluir ambiente	S	U	D

Tabela 51 – Requisitos do usuário produzido pelo grupo do tema mobilidade

Opção de solução	Funções	Classificação das funções		
		Primário(P)/ Secundário(S)	de Uso(U)/ de Estima(E)	Necessária(N)/ Irrelevante(I)/ Desnecessária(D)
App de carros elétricos	Transportar pessoas	P	U	N
	Melhorar mobilidade	S	E	N
	Facilitar acesso	S	E	N
	Reduzir custos	S	E	N
	Reduzir emissões	S	U	I
	Reduzir conforto	S	U	D
	Aumentar praticidade	S	E	N
	Aumentar competitividade	S	U	I
	Reduzir autonomia	S	U	D
	Prover versatilidade	S	E	N
	Consumir energia	S	U	I

Tabela 52 – Requisitos do usuário produzido pelo grupo do tema construção civil

Opção de solução	Funções	Classificação das funções		
		Primário(P)/ Secundário(S)	de Uso(U)/ de Estima(E)	Necessária(N)/ Irrelevante(I)/ Desnecessária(D)
Equipamento para aquecimento de ambientes	Prover aquecimento	P	U	N
	Economizar água	S	U	D
	Prover conforto térmico	P	U	N
	Prover conforto físico	P	U	N
	Garantir funcionamento seguro	P	U	N
	Valorizar imóvel	S	E	D
	Ocupar espaço	S	E	D
	Possibilitar regulação	P	U	N
Adaptador de chuveiro para sauna à vapor	Gerar vapor	P	U	N
	Possibilitar regulação	P	U	N
	Possibilitar fácil instalação	S	U	N
	Garantir vedação do ambiente	P	U	N

Tabela 53 – Mapa de empatia do grupo de eletrodomésticos: Rose Sheila de 35 anos

O que...			Quais são suas...		
Pensa / sente?	Ouve?	Vê?	Fala e Faz?	Dores?	Necessidades?
Praticidade	Barulho de máquinas	Muitas funções, complexo	Reclama do barulho	Gasta muita água e produtos	Mais tempo livre
Economia de tempo	Roupas continuam na máquina	Varal é insuficiente e cesto de roupas pequeno	Ciclo de lavagem demora muito	Aguardar o término do ciclo	Mais praticidade
Não gosta de tarefas domésticas	Passar roupas novamente	Sabão e detergente acabam logo	Retira roupas da máquina e estende e passa	Esquecer a roupa dentro da máquina	Mais economia
Gosta de roupas limpas e cheirosas	Passar e lavar mais rápido	Máquina ocupa muito espaço Roupas danificadas e desbotadas	Separa roupas por tipo e cor	Entupimen to do tanque	Mais higiene Mais bem estar e conforto

Tabela 54 – Mapa de empatia do grupo de mobilidade: Esmeralda de 32 anos

O que...			Quais são suas...		
Pensa / sente?	Ouve?	Vê?	Fala e Faz?	Dores?	Necessidades?
Quer independência	Oferecem ajuda	Buracos nas calçadas	Cuida da casa	Não poder sair de casa quando quer	Independência
É possível ter uma vida normal	Você consegue	Não há rampas	Trabalha em empresa acessível	Preço de uma cadeira de rodas	Locomoção nas ruas da cidade
Gosta de sair	Compre um carro adaptado	Cadeiras motorizadas muito caras	Usa Uber/metrô para se locomover		
Não há preocupação do governo com acessibilidade	Precisa de mais dinheiro		Usa cadeira de rodas normal		

Tabela 55 – Mapa de empatia do grupo de construção civil: Mário de 45 anos

O que...			Quais são suas...		
Pensa / sente?	Ouve?	Vê?	Fala e Faz?	Dores?	Necessidades?
Quer melhorar sua qualidade de vida	Prática de exercícios faz bem à saúde	Inserido em um meio estressante e poluído	Mora em centro urbano	Problemas respiratórios	Coisas simples e práticas
Preocupa-se com sua saúde	Ser saudável custa caro		Não tem tempo livre	Remédios custam muito caro	Algo que acabe com o estresse
Entende que praticidade de uso é fundamental			Uso constante de remédios		
			Corrige ao invés de prevenir		
			Gasta muito tempo com doenças		

Tabela 56 – Resultado do “brainstorm” do grupo dos eletrodomésticos

Ideia	Descrição	Fazer protótipo?	Importância (0 a 10)
1	Sistema conectado por App		9
2	Máquina de lavar sustentável	Sim	9
3	Eficiência no uso da água		9
4	Aplicativo “minha casa”	Sim	9
5	Máquina de lavar com compartimentos para roupas diferentes	Sim	10
6	“Dispensers” dosadores de produtos de lavagem de roupas	Sim	8
7	Reutilização da água usada para lavar roupas brancas		6
8	Base da máquina com esteiras		4

Tabela 57 – Resultado do “brainstorm” do grupo de mobilidade

Ideia	Descrição	Fazer protótipo?	Importância (0 a 10)
A1	“Cadeirovia” (faixa para cadeirantes)		6
A2	Farol inteligente	Sim	10
A3	Bondinho		2
A4	Esteira de transporte		4
B1	Estação de aluguel de cadeiras	Não (serviço)	9
B2	Cadeira tecnológica compartilhada	Não (serviço)	9
B3	Atendimento médico residencial		
B4	Controle de aparelhos eletrônicos e de iluminação por meio de voz		
C1	Bengala inteligente		5
C2	App “olhos virtuais”	Sim	10
C3	Pulseira inteligente	Sim	10
C4	Ferramenta para farol	Sim	10
C5	Cão guia robô		6
D1	Carro “power bank”		
D2	Carro adaptado para serviço		
D3	Scooter adaptada		
D4	Carro elétrico individual		
D5	Cadeira triciclo		
D6	Carro adaptado		
E1	Cadeira com massageador		
E2	Rodas para escadas		7
E3	Rodas universais		7
E4	Motor para pessoa ficar em pé		
E5	Cadeira com elevação		
E6	Cadeira com aspirador embaixo		
E7	Cadeira elétrica de baixo custo		
E8	Cadeira barata com material leve		

Tabela 58 – Resultado do “brainstorm” do grupo dos construção civil

Ideia	Descrição	Fazer protótipo?	Importância (0 a 10)
1	Máscara de inalação portátil		4
2	Aquecimento controlado de ambiente		4
3	Emissão de calor com sistema infravermelho		5
4	Chuveiro com hidromassagem e movimentação dos jatos de água		5
5	Adaptador de chuveiro elétrico para geração de vapor em residências		8
6	Sauna dentro de casa acoplada ao chuveiro		9
7	Colchão de água com massagem e temperatura		5
8	Sistema de vaporização embutido em parede		9
9	Ponto de vapor no banheiro		9
10	Banheira pessoal com jatos pressurizados e inalação		7
11	Poltrona massageadora		4
12	Piscina aquecida com obstáculos		5
13	Kit doméstico de acupuntura		5
14	Ambiente para facilitar a secagem após o banho		8
15	Máscaras para usar no dia-a-dia, com filtro de ar		6
16	Reservatório de água para isolamento – Meditação profunda		6
17	Purificador de ar e ferramentas para isolar o quarto		6
18	Medidor de qualidade de ar portátil		6
19	Secador de corpo	Sim	10
20	Umidificador com purificador de ar		7
21	Controle de umidade pelo celular		6

Tabela 59 – Informações sobre os testes do grupo de eletrodomésticos

Usuário	“Insights”	Nota (0 a 10)
1	Poderia passar roupas	10
2	Mudar disposição dos tambores de lavagem	10
2	Criar alertas de vibração da máquina	10
2	Informar consumo de água e energia	
2	Informar número de ciclos	
3	Sensor para detecção de mistura de cores	10
4	Adicionar mais compartimentos	8
4	Sistema automático para manutenção	
5	Criar filtro de tipo de roupas	10
6	Informar consumo de água e energia por ciclo	10
8	Versão com maior capacidade de lavagem (uso comunitário)	6
8	Comandos com acionamento por voz	10

Obs.: todos os testes foram completos e não foi divulgada a avaliação dos usuários

Tabela 60 – Informações sobre os testes do grupo de mobilidade

Usuário	Avaliação da reação	“Insights”	Nota (0 a 10)
1	Positiva	Uso em pares para distância, tipo mãe e filho	5
2	Positiva	Sincronismo com o celular	9
3	Positiva		
4	Positiva	Identificar obstáculos	6
5	Positiva	Transformar o produto em serviços	8
6	Muito positiva	Link com transportes públicos	10
7	Muito positiva	Comando de voz e GPS	7

Obs.: todos os testes foram completos

Tabela 61 – Informações sobre os testes do grupo de construção civil

Usuário	“Insights”	Nota (0 a 10)
1	Útil para usuários com mobilidade limitada	
1	Necessidade de reforma	
1	Consumo energético	
2	Economia de tempo	
2	Maior conforto térmico	
3	Indicado para pessoas que moram em regiões frias, idosos ou deficientes	
3	Indicado para pessoas com enfermidades de pele, queimaduras	
4	Preço elevado	
4	Design pode ser mais elegante	
5	Item de luxo	
5	Utilização em clubes	
6	Design vertical mais “clean”	
7	Possível spinoff portátil	
7	Aquecimento à gás	
8	Inclusão de fragrâncias	
8	Integrar função de exaustão	
8	Função de ajuste de vazão de ar	

Obs.: todos os testes foram completos e não foi divulgada a avaliação dos usuários

Tabela 62 – Funções intrínsecas do produto do grupo de eletrodomésticos

Função		Classificação				
Item	Verbo + Função	P/S	U/E	N/D	Custo %	Acum. %
2 Compartimentos de lavagem	Vedar água	S	U	N	10	10
	Acomodar roupas	P	U	N	8	18
	Acumular sujeira	S	U	D	4	22
Motor	Gerar rotação	P	U	N	10	32
	Gerar calor	S	U	D	2	34
	Consumir energia	S	U	D	2	36
2 Compartimentos para produtos de limpeza	Acomodar produtos	P	U	N	2	38
	Distribuir produtos	S	U	N	4	42
	Acumular sujeira	S	U	D	1	43
Tubos para água	Introduzir água	S	U	N	6	49
	Retirar água	P	U	N	4	53
	Interligar compartimentos	P	U	N	4	57
Painel de programação	Programar ciclos	P	U	N	10	67
	Facilitar uso	S	U	N	8	75
Engrenagens e/ou correias	Conectar motor	P	U	N	4	79
	Inverter sentido	S	U	N	4	83
	Alterar velocidade	S	U	N	4	87
Aplicativo	Conectar máquina	P	U	N	2	89
	Facilitar uso	S	U	N	2	91
	Gerar informação	S	U	N	2	93
Sensores	Coletar dados	P	U	N	1	94
	Transmitir dados	S	U	N	1	95
Controladores	Alterar ciclos	P	U	N	2	97
	Mudar níveis	S	U	N	2	99
	Alertar usuário	S	U	N	1	100

Tabela 63 – Funções intrínsecas do produto do grupo de mobilidade

Função		Classificação				
Item	Verbo + Função	P/S	U/E	N/D	Custo %	Acum. %
Pulseira	Fixar Bracelete	S	U	N	5	5
	Melhorar Estética	S	E	D	5	10
	Criar Irritação	S	U	D	10	20
Tela Protetora	Proteger Sistema	P	U	N	5	25
	Melhorar Estética	S	E	D	2,5	27,5
	Aumentar Resistencia	S	U	N	2,5	30
Bateria	Ceder Energia	P	U	N	5	35
	Tomar Tempo	S	U	D	5	40
	Consumir Energia	S	U	D	5	45
	Gerar Irritação	S	U	D	5	50
Sensor Bluetooth	Conectar Celular	P	U	N	15	65
	Capacitar Sensores	S	U	N	5	70
	Criar Conectividade	S	U	N	5	75
Vibrador	Permitir Diferenciação	P	U	N	12,5	87,5
	Auxiliar Mobilidade	S	U	N	12,5	100

Tabela 64 – Funções intrínsecas do produto do grupo de construção civil

Função		Classificação				
Item	Verbo + Função	P/S	U/E	N/D	Custo %	Acum. %
Haletas móveis	Distribuir ar	P	U	N	4	4
	Direcionar fluxo	S	U	N	4	8
	Acumular umidade	S	U	D	4	12
Motor	Captar ar	S	U	N	6	18
	Consumir energia	S	U	D	6	24
	Gerar fluxo	P	U	N	12	36
	Gerar ruído	S	U	D	2	38
Caixa	Acomodar dutos	S	U	N	3	41
	Embelezar ambiente	S	E	N	8	49
	Proteger mecanismo	P	U	N	7	56
	Acumular sujeira	S	U	D	4	60
Botões de controle	Controlar fluxo	P	U	N	2	62
	Controlar temperatura	S	U	N	2	64
	Facilitar uso	S	U	N	7	71
	Embelezar ambiente	S	E	N	7	78
Tubulação de ar	Conduzir ar	P	U	N	3	81
	Perder potência	S	U	D	3	84
Aquecedor	Gerar calor	P	U	N	10	94
	Consumir energia	S	U	D	6	100